



Rapport annuel à Industrie Canada 2011-2012

Objectifs, activités et états financiers
pour l'exercice du 1^{er} août 2011 au 31 juillet 2012
et énoncé des objectifs pour le prochain exercice et pour l'avenir

Soumis par Neil Turok, directeur général,
à l'honorable Christian Paradis, ministre de l'Industrie,
et à l'honorable Gary Goodyear, ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie

Vision : Créer le principal centre mondial de physique théorique fondamentale, en réunissant des partenaires publics et privés, de même que les plus brillants esprits scientifiques du monde, dans une entreprise commune visant à réaliser des avancées qui transformeront notre avenir.

Vue d'ensemble de l'Institut Périmètre

La physique théorique vise à nous faire comprendre de quoi l'univers est fait et les forces qui le régissent, au niveau le plus élémentaire. Ce domaine est si fondamental qu'une seule découverte majeure peut littéralement changer le monde. Par exemple, la découverte de l'électromagnétisme a donné la radio, les rayons X et toutes les technologies sans fil, et a catalysé à son tour des percées dans toutes les autres sciences. La découverte de la mécanique quantique a mené directement aux semiconducteurs, aux ordinateurs, aux lasers et à un ensemble presque sans fin de technologies modernes. La physique théorique est à la fois la discipline scientifique la moins coûteuse et celle dont les impacts sont les plus grands.

Situé à Waterloo, en Ontario, l'Institut Périmètre de physique théorique a été fondé en 1999. Il représente la première tentative de l'histoire d'accélérer de manière stratégique les découvertes dans ce domaine tout à fait fondamental de la science. Soutenu par un modèle de financement d'avant-garde, il réunit des partenaires des secteurs public et privé, de même que les meilleurs esprits scientifiques du monde, dans le but commun de réaliser les prochaines percées qui transformeront notre avenir.

Au 31 juillet 2012, l'Institut comptait :

- 18 professeurs à plein temps,
- 12 professeurs associés,
- 24 titulaires de chaire de chercheur invité distingué,
- 38 postdoctorants,
- 72 étudiants diplômés¹

Plaquette tournante majeure de la recherche, l'Institut possède des programmes de conférences et de visites auxquels plus de 1000 scientifiques participent chaque année, ce qui suscite de nouvelles collaborations de recherche et des découvertes dans tout le spectre de la physique fondamentale. Reconnaissant que de nombreuses percées antérieures ont été le fait de jeunes scientifiques, l'Institut accorde une grande importance à la formation de la prochaine génération de physiciens.

La science est essentielle pour notre société et notre avenir. C'est pourquoi la diffusion de connaissances aux enseignants, aux élèves et au grand public fait partie intégrante de la mission de l'Institut Périmètre. Couronnés par des prix, les programmes et les outils pédagogiques de l'Institut cherchent à éveiller l'intérêt, à éduquer et à inspirer, communiquant l'importance de la recherche fondamentale, les joies de la découverte et le pouvoir durable des idées.

¹ C'est-à-dire 34 doctorants et 38 étudiants de maîtrise, dont 37 dans le cadre du programme PSI (*Perimeter Scholars International*).

Table des matières

Sommaire	1
Énoncé des objectifs pour 2011-2012	4
Objectif n° 1 : Réaliser des découvertes de classe mondiale.....	5
Étude de Thomson Reuters.....	5
Prix, distinctions et subventions majeures	14
Objectif n° 2 : Devenir la résidence de recherche d'une masse critique des plus grands physiciens théoriciens.....	16
Chaires de recherche de l'Institut Périmètre.....	16
Chaire Galilée (nouvelle initiative).....	17
Recrutement de professeurs	17
Recrutement de professeurs associés	18
Objectif n° 3 : Créer le milieu et l'infrastructure les meilleurs au monde pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique	20
Le Centre Stephen-Hawking de l'Institut Périmètre.....	20
Mises à niveau des systèmes de TI	20
Expansion de la collection de la bibliothèque	22
Objectif n° 4 : Devenir un incubateur des talents les plus prometteurs	23
Postdoctorants.....	23
Programme de maîtrise PSI (<i>Perimeter Scholars International</i>).....	24
Doctorants	25
Programme pour étudiants de premier cycle.....	26
Objectif n° 5 : Devenir la seconde résidence de recherche de plusieurs grands théoriciens du monde ...	27
Programme de chaires de chercheur invité distingué.....	27
Programme d'adjoints invités.....	29
Programme de chercheurs invités.....	30
Objectif n° 6 : Constituer une plaque tournante d'un réseau mondial de centres de physique théorique et de mathématiques	31
Collaborations et partenariats	31
Rayonnement international.....	33
Objectif n° 7 : Renforcer le rôle de l'Institut Périmètre comme centre de convergence pour la recherche en physique fondamentale au Canada.....	34
Engagement avec des centres d'expérimentation	34

Programme d'affiliation	35
Objectif n° 8 : Organiser des conférences, ateliers, cours et séminaires ciblés et opportuns	36
Conférences et ateliers	36
Séminaires et colloques	38
PIRSA, le système d'archivage en ligne de l'Institut Périmètre	38
Cours	38
Objectif n° 9 : Mener une action de diffusion des connaissances à fort impact	39
Programmes et produits destinés aux élèves	39
Programmes et ressources destinés aux enseignants	41
Ressources en ligne.....	43
Conférence collaborative <i>BrainSTEM</i>	44
Événements spéciaux et programmes destinés au grand public.....	44
Objectif n° 10 : Continuer d'exploiter le modèle de financement public-privé qui a fait ses preuves à l'Institut Périmètre	47
Financement public.....	47
Financement privé	47
Chaires de recherche de l'Institut Périmètre.....	48
Conseil d'orientation.....	49
Aperçu des états financiers, des dépenses, des critères d'évaluation et de la stratégie d'investissement.....	50
Gouvernance.....	56
Objectifs pour 2012-2013	58
Énoncé des objectifs pour 2012-2013	58
Annexe A : Corps professoral de l'Institut Périmètre	59
Annexe B : Titulaires de chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Périmètre	69
Annexe C : Membres affiliés de l'Institut Périmètre.....	76
Annexe D : Membres du conseil d'administration de l'Institut Périmètre	81
Annexe E : Membres du comité consultatif scientifique de l'Institut Périmètre	83
Annexe F : Présence dans les médias	85

Sommaire

La mission de l'Institut Péricimètre est de créer et pérenniser un centre qui soit le chef de file mondial pour la recherche fondamentale, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique, afin de promouvoir l'excellence et de favoriser des percées scientifiques majeures.

Chacun des objectifs énoncés dans le plan d'activité de l'an dernier fait partie de la stratégie globale à long terme de l'Institut visant ce but très ambitieux. En 2011-2012, l'Institut a accompli de grands progrès en vue d'atteindre ou de dépasser au cours de l'exercice les principaux résultats définis par tous ses objectifs. Cela indique clairement que la planification stratégique de l'Institut est à la fois judicieuse et efficace, et que ses objectifs à long terme sont en bonne voie d'être réalisés.

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

– Stephen Hawking, septembre 2012

Principales réalisations en 2011-2012

Progrès de la recherche fondamentale

- ✓ L'Institut Péricimètre a fait progresser la recherche fondamentale grâce à 326 articles de haut niveau.
- ✓ Une récente étude de Thomson Reuters a montré qu'en 2010, le Canada s'est classé au premier rang des pays du G8 pour l'indice de citation en physique; sans l'Institut Péricimètre, le Canada aurait été quatrième.
- ✓ Les chercheurs de l'Institut Péricimètre ont obtenu de nombreux prix et distinctions, notamment :
 - Le professeur Robert Myers a reçu la médaille Vogt de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes.
 - Le professeur Freddy Cachazo a reçu la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes.
 - Nima Arkani-Hamed, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a remporté le prix de 3 millions de dollars attribué par la Fondation du Prix de physique fondamentale.

Recrutement des meilleurs

- ✓ Xiao-Gang Wen (recruté du MIT) est devenu titulaire de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton; Davide Gaiotto (recruté de l'Institut d'études avancées de Princeton) est devenu le premier titulaire de la chaire Galilée.
- ✓ Bianca Dittrich, Dmitry Abanin et Kendrick Smith ont été nommés professeurs adjoints.
- ✓ Avery Broderick et Roger Melko sont devenus professeurs associés, dans le cadre de nominations conjointes avec l'Université de Waterloo.

- ✓ Matthew Johnson est devenu professeur associé, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université York.
- ✓ L'Institut Périmètre a embauché 15 postdoctorants en 2011-2012 et en a recruté 20 autres pour 2012-2013.

Formation des scientifiques de l'avenir

- ✓ Formation de 37 étudiants, dont 11 femmes, provenant de 20 pays, dans le cadre du programme de maîtrise *Perimeter Scholars International* (PSI)
- ✓ Formation de 35 doctorants

Une plaque tournante mondiale de l'interaction scientifique

- ✓ Conclusion d'accords de partenariat avec l'Institut sud-américain de recherche fondamentale, institut de l'ICTP situé à São Paulo, au Brésil, ainsi qu'avec l'Institut de mathématiques de Chennai, en Inde
- ✓ Assistance et conseils pour l'initiative *Next Einstein* (le prochain Einstein) de l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS-NEI)
- ✓ Organisation de 17 conférences et ateliers, auxquels ont participé 1013 scientifiques du monde entier
- ✓ Tenue de 299 rencontres scientifiques (271 séminaires et 28 colloques)
- ✓ Accueil de 401 chercheurs invités
- ✓ Diffusion des activités scientifiques de l'Institut : 75 369 visiteurs de 166 pays ont accédé à PIRSA, le système d'archivage en ligne de l'Institut Périmètre

Une source d'inspiration par la diffusion de connaissances

- ✓ Ressources pédagogiques qui ont jusqu'ici bénéficié à un million d'élèves
- ✓ Tenue de la 10^e École d'été internationale annuelle pour jeunes physiciens et physiciennes, avec 39 élèves canadiens et étrangers
- ✓ Diffusion de contenu à 955 jeunes autochtones dans 61 collectivités rurales et éloignées, en partenariat avec Actua
- ✓ Organisation de 6 camps *Go Physics!* (Vive la physique!) et de 14 exposés *Physica Phantastica* pour plus de 2100 élèves
- ✓ Présentation de 85 ateliers à plus de 3300 enseignants dans toutes les régions du Canada et à l'étranger, touchant plus de 180 000 élèves
- ✓ Rédaction de l'unité de physique moderne du manuel de physique de 12^e année pour le programme de sciences de l'Ontario
- ✓ Festivités d'ouverture du Centre Stephen-Hawking, avec plus de 10 000 visiteurs sur place et des milliers d'autres en ligne et à la télévision
- ✓ Présentation à guichets fermés de 11 conférences publiques, chacune devant plus de 600 personnes

Un milieu de recherche optimal

- ✓ Fin de la construction du Centre Stephen-Hawking de l'Institut Périmètre, dans les délais et les budgets prévus, ce qui fait de l'Institut le plus grand institut de physique théorique au monde
- ✓ Mise sur pied d'un environnement d'informatique scientifique à 3 volets, afin de fournir aux scientifiques des ressources informatiques adaptées et à la fine pointe
- ✓ Lancement de RECAST, cadre de calcul permettant d'appliquer à de nouveaux modèles des analyses dans le domaine de la physique des hautes énergies, et de *Spaces*, outil facilitant la recherche en collaboration

Un partenariat public-privé en croissance

- ✓ Conclusion d'une entente de financement de 50 millions de dollars avec le gouvernement fédéral, à compter de 2012
- ✓ Conclusion d'une entente de financement de 50 millions de dollars avec le gouvernement provincial, à compter de 2011
- ✓ Obtention d'engagements de 7,8 millions de dollars du secteur privé, notamment la Fondation Krembil, la Fondation John-Templeton, le Groupe financier BMO, la Financière Sun Life, Burgundy Asset Management, la Société Canadian Tire, la Banque Scotia, CIBC Mellon, Christie Digital, la Fondation RBC, et bien d'autres

L'Institut Périmètre dans l'actualité

- ✓ Mentions du Canada et de l'Institut Périmètre dans des médias importants, entre autres *The Globe and Mail*, le *National Post*, le *Toronto Star*, *Macleans*, CTV, CBC, NBC, *The Wall Street Journal*, l'*Australian Herald*, *Nature*, *Science*, *National Geographic News*, *Der Spiegel* et *The Economist*

Énoncé des objectifs pour 2011-2012

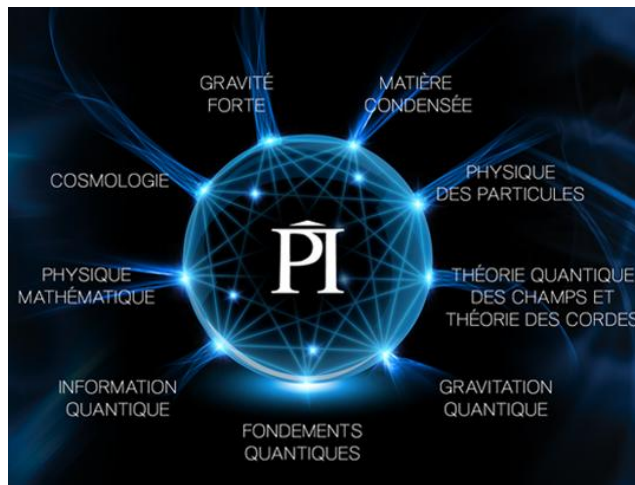
- Objectif n° 1 : Réaliser des découvertes de classe mondiale.
- Objectif n° 2 : Devenir la résidence de recherche d'une masse critique des plus grands physiciens théoriciens au monde.
- Objectif n° 3 : Créer l'environnement et l'infrastructure les meilleurs au monde pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique.
- Objectif n° 4 : Devenir un incubateur des talents les plus prometteurs.
- Objectif n° 5 : Devenir la seconde résidence de recherche de plusieurs grands théoriciens du monde.
- Objectif n° 6 : Constituer une plaque tournante d'un réseau mondial de centres de physique théorique et de mathématiques.
- Objectif n° 7 : Renforcer le rôle de l'Institut Périmètre comme centre de convergence pour la recherche en physique fondamentale au Canada.
- Objectif n° 8 : Organiser des conférences, ateliers, cours et séminaires ciblés et opportuns.
- Objectif n° 9 : Mener une action de diffusion des connaissances à fort impact.
- Objectif n° 10 : Continuer d'exploiter le modèle de financement public-privé qui a fait ses preuves à l'Institut Périmètre.

Objectif n° 1 : Réaliser des découvertes de classe mondiale

Résumé des réalisations

- Recherche fondamentale de pointe, qui s'est traduite par 326 articles de haut calibre²
- Les chercheurs de l'Institut Périmètre ont produit depuis sa création 2129 articles, parus dans plus de 50 revues spécialisées et qui ont fait à ce jour l'objet de 48 567 citations. Cela témoigne de l'importance et de l'impact à long terme de la recherche effectuée à l'Institut³.

Points saillants



Étude de Thomson Reuters

L'objectif premier de l'Institut Périmètre est de favoriser des recherches conduisant à des percées scientifiques importantes. Pour cela, il accorde la priorité à la recherche fondamentale dans des domaines choisis de façon stratégique et favorise des échanges dynamiques d'idées entre ces domaines, afin d'accélérer le processus de découverte. Cette approche donne des dividendes – pour la physique théorique et pour le Canada. Selon une récente étude menée par Thomson Reuters, l'Institut Périmètre produit une recherche de très grande qualité et à fort impact, et contribue de manière importante à rehausser la réputation du Canada dans le milieu mondial de la recherche⁴.

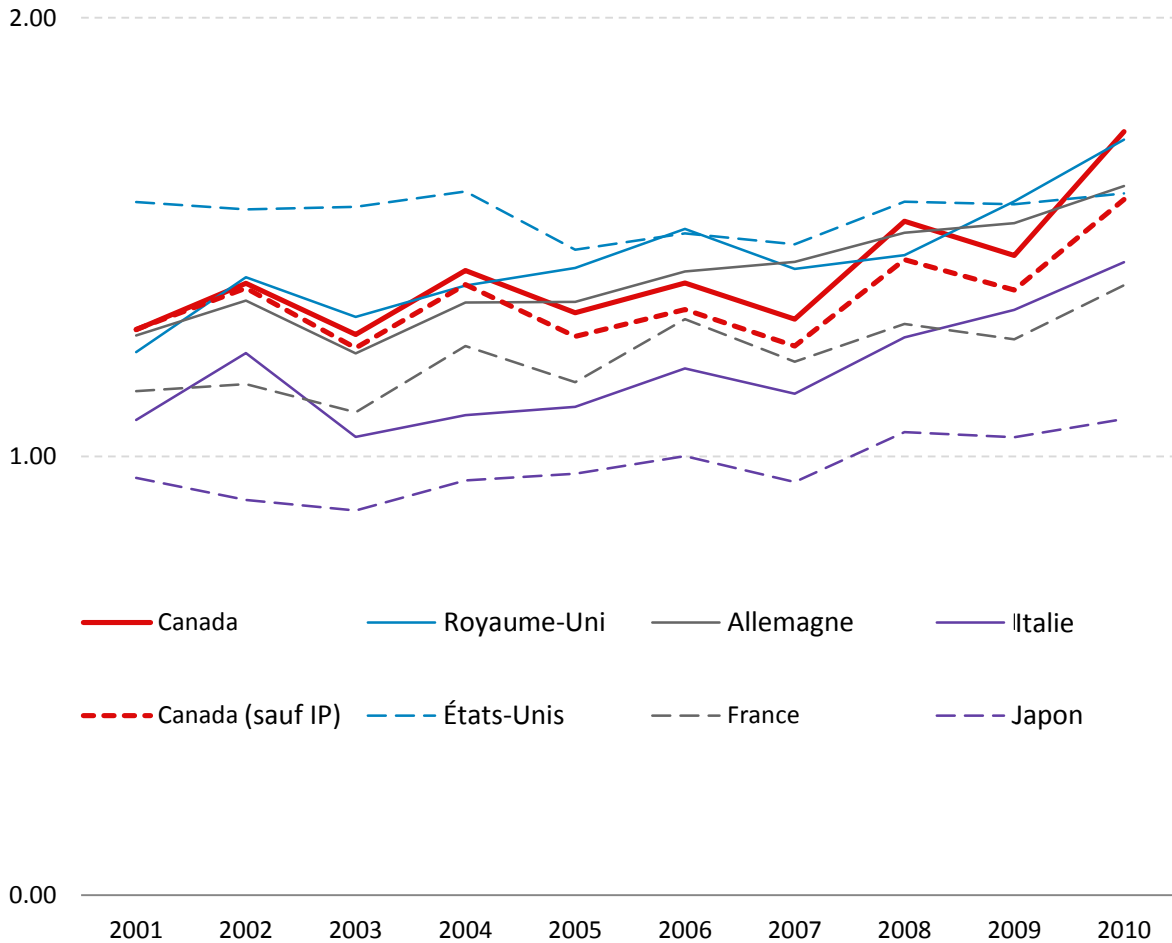
² Pour la période d'un an allant du 1^{er} août 2011 au 31 juillet 2012. Chaque publication n'a été comptée qu'une seule fois, quel que soit le nombre de chercheurs de l'Institut Périmètre qui y ont collaboré.

³ Au 1^{er} août 2012, selon les bases de données *Google Scholar* et *Spires*. Chaque publication n'est comptée qu'une seule fois, quel que soit le nombre de chercheurs de l'Institut Périmètre qui y ont collaboré.

⁴ Cette étude a consisté à analyser des données bibliométriques des bases de données *Web of Science*, qui font partie du portail *Web of Knowledge* de Thomson Reuters. Ce dernier couvre 11 500 revues à fort impact dans le monde, dont des revues à libre accès, et 110 000 actes de congrès.

Les données montrent que le taux de citation de la recherche publiée par l'Institut Péricimètre est bien supérieur à la moyenne canadienne et a augmenté substantiellement au cours des dernières années. Le graphique ci-dessous montre que, depuis la mise sur pied de l'Institut Péricimètre, le taux de citation du Canada en physique a augmenté de manière spectaculaire par rapport à d'autres pays, avec une contribution importante et croissante de l'Institut. En 2010, le Canada s'est classé premier des pays du G8 pour l'indice de citation en physique; sans l'Institut Péricimètre, le Canada aurait été au quatrième rang.

Taux de citation normalisé moyen



Source : Thomson Reuters (*Evidence*)

Recherche

Les scientifiques de l'Institut Péricimètre adoptent une approche créative et interdisciplinaire pour s'attaquer à certains des problèmes les plus difficiles en physique fondamentale. Cette année, plusieurs d'entre eux ont produit des résultats aux répercussions et d'une importance internationales. En voici des exemples dignes de mention.

Matt S. LEIFER (University College de Londres) et Robert W. SPEKKENS (Institut Péricimètre). *A Bayesian approach to compatibility, improvement, and pooling of quantum states*, [arxiv: 1110.1085].

Robert Spekkens et Matt Leifer travaillent sur un programme de recherche qui vise à formuler la physique quantique à l'aide d'une démarche d'inférence bayésienne. Ces travaux ont pour but de résoudre les difficultés conceptuelles de la physique quantique en interprétant les états quantiques non comme des états de la réalité, ce qui est le cas de la plupart des autres interprétations, mais comme des états de connaissance incomplète, exprimant les degrés de croyance d'un agent. Une démarche d'inférence bayésienne établit comment un agent devrait modifier son degré de croyance à la lumière d'une information nouvelle (conditionnement bayésien) et comment les croyances à propos de différents systèmes sont reliées (propagation de croyances). Si un état quantique est considéré comme une représentation d'un état de connaissance, alors deux agents peuvent attribuer des états différents à un même quantum, et cela soulève deux questions : À quel moment de telles attributions d'état sont-elles compatibles? Et comment devrait-on concilier les attributions d'état effectuées par des agents différents? En 2011, MM. Spekkens et Leifer ont écrit un article dans lequel ils répondent à ces questions à l'aide d'une méthode bayésienne, atteignant un degré de rigueur déductive allant bien au-delà des travaux précédents dans le domaine. Pour ce faire, ils ont élaboré des analogues quantiques des notions d'indépendance conditionnelle et de statistiques suffisantes. Ces concepts se révèlent en outre cruciaux pour comprendre comment généraliser notre formulation de la physique quantique à des cas généraux de conditionnement bayésien et de propagation de croyances.

Jonathan BARRETT (Université de Londres), Roger COLBECK (Institut Péricimètre) et Adrian KENT (Institut Péricimètre et Université de Cambridge). *Prisoners of their own device: Trojan attacks on device-independent quantum cryptography*, [arXiv:1201.4407].

En théorie, la cryptographie quantique peut offrir la sécurité ultime, donnant des codes secrets dont la sécurité ne dépend que des lois de la physique. Toute mesure quantique perturbe intrinsèquement le système mesuré, de sorte que les utilisateurs d'un système de cryptographie quantique pourraient rapidement détecter et bloquer toute tentative d'intrusion. Cependant, toute mise en œuvre réelle de la cryptographie quantique diffère des systèmes idéalisés conçus par les théoriciens, ce qui peut conduire à des failles de sécurité exploitables par des intrus.

Les théoriciens ont relevé ce défi en mettant en lumière des propriétés de sécurité encore plus fortes de la mécanique quantique : il existe des systèmes de cryptographie quantique qui peuvent très bien être sûrs quelle que soit la faiblesse de conception de leur mise en œuvre. De tels systèmes de cryptographie

quantique « indépendants des appareils » devraient pouvoir demeurer sûrs même si les gens qui communiquent utilisent un appareil qui a été construit par un intrus ! Cependant, les auteurs de l'article viennent de montrer qu'il y a des limites précises à cette sécurité, en démontrant que si l'appareil est utilisé plus d'une fois, l'intrus peut le concevoir de manière à ce qu'il fasse sortir clandestinement de l'information cruciale à propos de messages antérieurs en la faisant passer pour une transmission légitime du système. Cela signifie qu'un système de cryptographie quantique indépendant des appareils devrait être capable de fournir une protection contre un appareil à la conception médiocre, mais qu'il n'est probablement pas assez puissant pour contrer des machines qui ont été complètement corrompues par des intrus. Ce résultat a été mis en évidence dans le site Web de revue technologique de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT).

Razvan GURAU (Institut Périmètre) et James P. RYAN (Institut Albert-Einstein). « Colored Tensor Models – a Review », SIGMA, vol. 8, 2012, n° 020, [arXiv:1109.4812].

Cet article passe en revue l'état de la question à propos d'un programme de recherche mis de l'avant depuis quelques années par Razvan Gurau, boursier postdoctoral principal de l'Institut. Les travaux de M. Gurau sont motivés par l'une des questions les plus fondamentales de la gravitation quantique : Quelle est la nature profonde de l'espace-temps? Plusieurs représentations possibles ont été proposées au cours des années. Selon la mécanique quantique, l'espace pourrait être à un certain point granulaire – c'est-à-dire formé d'éléments discrets et indivisibles. Par contre, la théorie des champs nous enseigne que l'espace-temps devrait à un certain point fluctuer de manière aléatoire. Est-il possible de combiner ces deux idées dans un cadre cohérent décrivant des espaces granulaires fluctuant de manière aléatoire? Cela constituerait une étape majeure vers l'unification de la théorie quantique des champs et de la relativité générale, souvent qualifiée de Saint Graal de la physique moderne.

Une théorie complète de la gravitation quantique échappe aux physiciens depuis 80 ans. Cependant, il y a 40 ans, les scientifiques ont commencé à faire des progrès sur une version simplifiée du problème. Ils ont mis au point une théorie approfondie et très fructueuse des surfaces aléatoires à 2 dimensions. En plus de fournir une maquette en 2 dimensions d'une théorie de la gravitation quantique, cette théorie a eu des applications dans de nombreux domaines, depuis la théorie des interactions fortes (décrivant les forces qui assurent la cohésion des noyaux atomiques) jusqu'à l'étude de la croissance des cristaux.

Évidemment, l'espace-temps dans lequel nous vivons est à 4 dimensions (3 dimensions spatiales, plus le temps). Depuis les années 1990, on a tenté à de nombreuses reprises de construire une théorie analogue des espaces aléatoires à 4 dimensions, mais toutes ces tentatives ont échoué. À partir de 2009, Razvan Gurau a élaboré un nouveau cadre mathématique qui généralise à un plus grand nombre de dimensions les modèles matriciels constituant la structure sous-jacente des théories fructueuses à 2 dimensions. Dans une série d'articles publiés en 2010, il a développé une « expansion $1/N$ » de ces nouveaux modèles prouvant qu'ils fournissent un cadre bien défini, contrôlé de manière analytique, pour l'étude d'espaces aléatoires d'un plus grand nombre de dimensions. Autrement dit, ils indiquent la voie à suivre pour passer de modèles à 2 dimensions à des modèles à 4 dimensions.

Ces travaux ont rapidement fait l'objet de beaucoup d'attention et ont catalysé des progrès majeurs depuis un an et demi. Au-delà de la gravitation quantique, cette percée pourrait conduire à une gamme d'applications allant de la théorie conforme des champs à la physique statistique, en passant par la physique de la matière condensée. Razvan Gurau a reçu le prix Hermann-Weyl 2012 pour ses contributions majeures au lancement de ce programme de recherche.

Glen EVENBLY (Caltech) et Guifre VIDAL (Institut Péricimètre). *Quantum Criticality with the Multi-scale Entanglement Renormalization Ansatz*, [arXiv:1109.5334]. Remarque : Cet article paraîtra sous forme d'un chapitre de l'ouvrage *Numerical Methods for Strongly Correlated Systems*, dont les rédacteurs sont Adolfo Avella et Ferdinando Mancini (Springer).

Ces travaux concernent l'étude des systèmes critiques quantiques, qui sont d'un grand intérêt dans le domaine de la matière condensée. Les auteurs adoptent une approche fondée sur les états d'un réseau de tenseurs, qui a fait son apparition dans le domaine de l'information quantique. En l'absence de meilleurs outils, une approche traditionnelle de la compréhension des systèmes critiques quantiques a consisté à faire une supposition éclairée (fondée principalement sur des arguments de symétrie) sur la théorie des champs qui décrit la limite de faible énergie du système. Autrement dit, au lieu de résoudre un problème très difficile, on se contentait de supposer qu'il était équivalent à quelque chose d'autre pour lequel on dispose de bons outils.

Cet article (qui paraîtra sous forme d'un chapitre de livre) décrit des progrès récents sur l'approche MERA (*multi-scale entanglement renormalization ansatz* – approche multi-échelle de renormalisation d'intrication), qui permet d'obtenir de manière déterministe, au lieu de la conjecturer, la théorie (conforme) des champs associée à n'importe quelle chaîne critique de spins quantiques. Ces travaux constituent un bon exemple de la manière dont les concepts et idées du domaine de l'information quantique peuvent amener des progrès dans le domaine de la matière condensée. L'approche MERA est fondée sur la compréhension du modèle universel d'intrication quantique présent à l'état fondamental de systèmes quantiques à plusieurs corps à l'état critique. Il s'agit de l'un des résultats les plus importants et les plus nets obtenus à ce jour dans le domaine de la matière condensée à l'aide de réseaux de tenseurs. Les auteurs étudient maintenant comment exporter le succès de l'approche MERA à des modèles de treillis d'un plus grand nombre de dimensions. L'Institut Péricimètre est un endroit idéal pour réaliser de tels progrès, grâce à son environnement pluridisciplinaire.

Eugenio BIANCHI (Institut Péricimètre). *Entropy of non-extremal black holes from loop gravity*, [arXiv:1204.5122].

L'entropie des trous noirs constitue l'une des découvertes les plus remarquables de la physique fondamentale. Jacob Bekenstein a le premier suggéré cette propriété des trous noirs en 1973. En 1975, Stephen Hawking (maintenant titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué à l'Institut Péricimètre) a pu présenter une formule précise de l'entropie d'un trou noir. La formule maintenant célèbre de Bekenstein et Hawking (B-H) est considérée comme fondamentale parce qu'elle réalise un lien inattendu entre la géométrie de l'espace-temps, la thermodynamique, la physique quantique et la gravitation. Une

grande partie de l'intérêt suscité par cette formule a longtemps résidé dans la possibilité qu'elle puisse ouvrir une fenêtre sur la nature de la gravitation quantique. La déduction de la formule de B-H par Stephen Hawking est en partie indirecte et fait appel à diverses approximations. Par conséquent, une déduction de ce résultat à partir des principes premiers d'une théorie fondamentale de la gravitation quantique constitue un problème ouvert depuis les travaux originaux de Stephen Hawking. Cet article du postdoctorant Eugenio Bianchi donne précisément une telle déduction de la formule de B-H de l'entropie d'un trou noir général.

On a réussi dans le passé à décrire l'entropie de catégories très particulières de trous noirs, appelés trous noirs extrémaux, à l'aide des degrés de liberté fondamentaux d'une théorie de la gravitation quantique. L'article d'Eugenio Bianchi présente pour la première fois une déduction où une explication fondamentale est donnée pour des trous noirs généraux. Ses calculs sont fondés sur une approche dite de « gravitation quantique à boucles », dans laquelle la géométrie lisse de l'espace et du temps émerge d'une description qui est discrète à un niveau fondamental. Les travaux précédents d'Ashtekar et de ses collaborateurs sur la gravitation quantique à boucles ne permettaient d'obtenir l'entropie correcte qu'en réglant avec précision la valeur d'un paramètre dans la théorie dite du paramètre d'Immiri. Les calculs de Bianchi évitent ce problème et donnent la valeur exacte correcte de l'entropie de B-H pour toutes les valeurs de ce paramètre. Ils peuvent également s'appliquer aux nouvelles variantes de la gravitation quantique à boucles (liées aux récents travaux de Laurent Freidel, de l'Institut Périclète, et d'autres chercheurs) et à leur description des trous noirs. On peut considérer ce résultat d'Eugenio Bianchi comme un signe que les recherches en cours sur la gravitation quantique à boucles en général, et en particulier sur les modèles récents de mousse de spin, sont sur la bonne voie.

Josef PRADLER (Institut Périclète), Spencer CHANG (Université de l'Oregon) et Itay YAVIN (Institut Périclète). « Statistical Tests of Noise and Harmony in Dark Matter Modulation Signals », *Physical Review D*, vol. 85, 2012, article 063505 [arxiv:1111.4222].

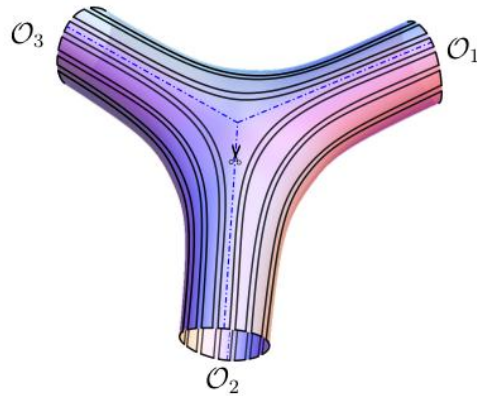
Les chercheurs de l'expérience DAMA (de l'anglais *DARK MATter*, matière sombre) ont prétendu avoir détecté de manière directe de la matière sombre en observant les modulations annuelles de l'énergie déposée dans leurs cristaux de NaI (voir p. ex. arXiv:1002.1028). Cela a été une source de beaucoup de controverse dans la communauté scientifique, notamment parce que d'autres expériences n'ont pas permis d'observer ces modulations (quoique, pour diverses raisons, aucune autre expérience à ce jour n'ait reproduit exactement le montage de DAMA). Au cours des années, on a suggéré plusieurs autres explications. Plus récemment, on a mis l'accent sur le rôle possible du flux de muons de l'atmosphère. Le flux de muons varie au cours d'une année en raison des fluctuations de la densité atmosphérique, et cela pourrait expliquer les modulations annuelles observées dans l'expérience DAMA, puisque les muons atmosphériques pénètrent profondément dans le sous-sol, là où sont situées les installations de DAMA. Dans l'article arxiv:1111.4222, Itay Yavin, professeur associé à l'Institut Périclète, Josef Pradler et Spencer Chang ont montré que les modulations temporelles associées au flux de muons sont incompatibles à un degré élevé de signification statistique avec les modulations observées dans l'expérience DAMA. Dans leurs travaux, ils ont mis au point plusieurs techniques statistiques puissantes, dont une généralisation du périodogramme de Lomb et Scargle comprenant de l'information à propos

de la phase des modulations. De plus, les chercheurs ont proposé de nouveaux signaux associés à un possible recul de matière sombre contre la matière, qui pourraient être utiles dans des recherches futures de matière sombre en laboratoire. Le signal rapporté par l'expérience DAMA demeure un mystère, et l'on ne sait pas encore s'il est effectivement causé par un recul de matière sombre contre les cristaux. L'importance de cet article réside dans le fait qu'il réfute une explication plausible de l'origine de ce signal. On espère qu'il nous rapproche ainsi de la vérité à propos du signal de l'expérience DAMA.

Jorge ESCOBEDO (Institut Périmètre), Nikolay GROMOV (Collège royal de Londres), Amit SEVER (Institut Périmètre) et Pedro VIEIRA (Institut Périmètre). « Tailoring Three-Point Functions and Integrability », *Journal of High Energy Physics (JHEP)*, vol. 2011, n° 9, article 028, [arXiv:1012.2475].

Depuis plus de 15 ans, les théoriciens des cordes étudient une équivalence remarquable selon laquelle certaines théories des particules – du type de celles qui servent à décrire les collisions réalisées au grand collisionneur hadronique du CERN – peuvent être décrites de manière équivalente à l'aide d'une théorie de la gravitation quantique où les particules fondamentales sont de petites boucles en vibration appelées *cordes*. Ces équivalences sont souvent qualifiées d'« holographiques », parce que la théorie des cordes existe dans un espace-temps qui possède davantage de dimensions que celui de la théorie des particules. L'holographie a donc radicalement transformé notre compréhension de ces deux théories. Une compréhension complète de la manière dont ces boucles émergent, ainsi que de leur dynamique, constitue un problème important dont la solution améliorerait grandement notre connaissance des théories des particules et de la gravitation quantique.

La dynamique des cordes peut être décrite par 2 processus principaux : la *propagation*, qui décrit comment les cordes se déplacent dans l'espace et dans le temps; les *interactions*, dans lesquelles une corde peut se subdiviser en deux cordes plus petites, ou encore deux petites cordes peuvent fusionner pour en former une plus grosse. La propagation est beaucoup plus simple que les interactions, et l'on a de fait utilisé au cours des dernières années des techniques puissantes (dites d'intégrabilité) pour calculer de manière effective ce processus. Le présent article franchit les premières étapes vers la compréhension du second et très important processus, celui des interactions entre cordes. Les chercheurs Jorge Escobedo, Amit Sever et Pedro Vieira, de l'Institut Périmètre, ainsi que Nikolay Gromov, du Collège royal de Londres, y expliquent comment la composante *interactions* de la dynamique des cordes peut être abordée à l'aide de l'holographie et de l'intégrabilité. Leur description de ces interactions ressemble au travail d'un tailleur qui découpe et coud des cordes, comme le représente la figure suivante :



Dans une série d'articles qui ont suivi celui-ci, les mêmes auteurs et d'autres ont continué de développer cette avenue de recherche, afin d'expliquer davantage d'effets quantiques et de simplifier des résultats antérieurs. On croit maintenant que l'on pourra réaliser dans un avenir prévisible une description complète de la dynamique des cordes.

Avery E. BRODERICK (Institut Périmètre et Université de Waterloo), Philip CHANG (ICAT et Université du Wisconsin à Milwaukee) et Christoph PFROMMER (ICAT et Institut d'études théoriques de Heidelberg). « The Cosmological Impact of Luminous TeV Blazars I: Implications of Plasma Instabilities for the Intergalactic Magnetic Field and Extragalactic Gamma-Ray Background », *The Astrophysical Journal*, vol. 752, 2012, article 22;

Avery E. BRODERICK, Philip CHANG et Christoph PFROMMER. « The Cosmological Impact of Luminous TeV Blazars II: Rewriting the Thermal History of the Intergalactic Medium », *The Astrophysical Journal*, vol. 752, 2012, article 23;

Avery E. BRODERICK, Philip CHANG et Christoph PFROMMER. « The Cosmological Impact of Luminous TeV Blazars III: Implications for Galaxy Clusters and the Formation of Dwarf Galaxies », *The Astrophysical Journal*, vol. 752, 2012, article 24;

Ewald PUCHWEIN (Institut d'études théoriques de Heidelberg), Christoph PFROMMER, Volker SPRINGEL (Institut d'études théoriques de Heidelberg), Avery E. BRODERICK et Philip CHANG. « The Lyman-alpha forest in a blazar-heated Universe », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 423, 2012, p. 149.

Avery Broderick, professeur associé à l'Institut Périmètre, et ses collaborateurs ont proposé un nouveau mécanisme de rétroaction par lequel des trous noirs supermassifs ont des effets à l'échelle cosmologique sur le milieu intergalactique. Ils ont aussi décrit un certain nombre de conséquences observables de ce mécanisme, dont plusieurs ont déjà été détectées. Cette rétroaction est due à l'émission de rayons gamma à extrêmement haute énergie par quelques trous noirs supermassifs en croissance, appelés blazars TeV (blazars à rayonnement de l'ordre du TeV). Au bout du compte, l'énergie émise dans ces rayons gamma finit par chauffer les énormes vides qui séparent les amas de galaxies – et qui, malgré leur faible densité, contiennent néanmoins l'écrasante majorité de la masse de l'univers – et par augmenter leur température de 2 à 3 ordres de grandeur. Les gaz plus chauds que ce à quoi l'on

s'attendait auparavant ont des effets directs sur les raies d'absorption du spectre des quasars à grand décalage vers le rouge (raies Lyman alpha à grand décalage vers le rouge), sur la formation et l'évolution des amas et des groupes de galaxies, ainsi que sur la formation de galaxies naines. De plus, l'existence d'une nouvelle voie potentielle pour la luminosité originale résultant des rayons gamma émis par les blazars TeV a eu des conséquences spectaculaires sur les statistiques de population des blazars TeV à grand décalage vers le rouge, autorisant l'existence d'un nombre beaucoup plus grand que prévu de tels objets et les rassemblant plus naturellement avec d'autres populations de trous noirs en croissance. Le processus par lequel l'émission de rayons gamma provoque l'échauffement du milieu intergalactique fait intervenir une grande variété de mécanismes physiques : les instabilités du plasma à l'échelle cosmologique; les trous noirs en croissance observés dont l'énergie de rayonnement est de l'ordre du TeV et du GeV; le transfert de rayonnement des rayons gamma à haute énergie et des photons ultraviolets d'énergie beaucoup plus faible; les divers processus de réchauffement et de refroidissement qui se déroulent dans le milieu intergalactique; la croissance d'instabilités gravitationnelles. Cette année, Avery Broderick et ses collaborateurs ont réalisé des progrès substantiels sur chacun de ces sujets, d'où les 4 publications ci-dessus, qui ont déjà fait l'objet de 42 citations. Des travaux à venir devront vérifier la croissance non linéaire des instabilités du plasma mentionnées ci-dessus et préciser les prédictions approximatives concernant les conséquences déjà formulées du réchauffement résultant. Par contre, si de telles instabilités du plasma existent effectivement, elles exigeront une réécriture complète de l'histoire thermique de l'univers récent (décalages vers le rouge inférieurs à environ 4).

Jens CHLUBA (ICAT), Adrienne ERICKCEK (Institut Périmètre et ICAT) et Ido BEN-DAYAN (Institut Périmètre et ICAT), « Probing the inflaton: Small-scale power spectrum constraints from measurements of the CMB energy spectrum », *The Astrophysical Journal*, vol. 758, 2012, article 76, [arXiv:1203.2681].

L'un des principaux objectifs de la cosmologie consiste à déterminer ce à quoi ressemblait l'univers dans les premiers instants qui ont suivi le Big Bang, et pourquoi. Aujourd'hui, l'univers est plein de grumeaux et non homogène (rempli d'une variété de galaxies, d'étoiles et de planètes, séparés par de vastes espaces vides), mais pendant les premiers instants qui ont suivi le Big Bang, il était très différent – une soupe presque homogène de particules, avec seulement d'infimes fluctuations de densité entre différents points de l'espace. Les mesures de ces perturbations de densité primordiales nous fournissent les indications les plus détaillées et les plus précises sur l'univers naissant. Jusqu'à ce jour, les cosmologistes ne sont parvenus à mesurer que les fluctuations de grande longueur d'onde, mais Adrienne Erickcek, postdoctorante à l'Institut Périmètre, et ses collaborateurs viennent de découvrir une nouvelle technique qui permet aussi de mesurer d'une manière beaucoup plus précise les fluctuations de courte longueur d'onde, par le truchement de l'empreinte qu'elles laissent dans le spectre de basse fréquence d'un bain de rayonnement cosmique appelé rayonnement fossile (ou fonds diffus cosmologique). Ils ont démontré que, en appliquant leur technique aux données disponibles fournies par la mission du satellite COBE, ils parviennent déjà à cerner les perturbations de densité primordiales de courte longueur d'onde 1000 fois mieux qu'une technique précédente (fondée sur la non-

observation de trous noirs primordiaux), et ils font valoir qu'une expérience proposée, appelée PIXIE, permettrait de multiplier encore par 1000 la précision obtenue.

Prix, distinctions et subventions majeures

De nombreux chercheurs de l'Institut Périmètre ont reçu en 2011-2012 des marques nationales et internationales de reconnaissance pour leurs travaux. En voici quelques-unes dignes de mention :

- Neil Turok, directeur de l'Institut, a été choisi pour prononcer les conférences Massey de 2012, qui seront présentées dans 5 villes canadiennes, diffusées dans tout le pays à la radio anglaise de Radio-Canada et publiées sous forme d'un livre.
- Le professeur Robert Myers a remporté la médaille Vogt 2012 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes pour ses importantes contributions à la physique subatomique.
- Le professeur Freddy Cachazo a remporté la médaille Herzberg 2012 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes, qui reconnaît les réalisations exceptionnelles d'un physicien en début de carrière.
- Nima Arkani-Hamed, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a été l'un des 9 premiers lauréats du Prix de physique fondamentale, pour ses « approches originales de problèmes non résolus de la physique des particules, dont la proposition de grandes dimensions supplémentaires, de nouvelles théories concernant le boson de Higgs, la découverte de nouveaux cas de supersymétrie, des théories de la matière sombre, ainsi que l'exploration de structures mathématiques des amplitudes de diffusion en théorie de jauge » [traduction].
- Le Prix 2012 du meilleur article, remis par l'Institut de physique (IOP) et le comité de rédaction du *Journal of Physics A*, a été attribué à *Y-system for scattering amplitudes*, du professeur Pedro Vieira, du postdoctorant principal Amit Sever et d'autres auteurs.
- Neil Turok, directeur de l'Institut, et le professeur Lee Smolin ont reçu 2 millions de dollars de la Fondation John-Templeton pour créer le programme *Frontières Templeton de l'Institut Périmètre*, afin de catalyser la recherche fondamentale sur les fondements et l'information quantiques, la cosmologie fondamentale et l'émergence de l'espace-temps.
- Le professeur Pedro Vieira a remporté une bourse de nouveau chercheur attribuée par le ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.
- Le professeur associé Adrian Kent a reçu une subvention de 178 000 livres Sterling de la Fondation John-Templeton pour la période 2011-2013.
- Le professeur associé Raymond Laflamme a été élu membre de la Société américaine de physique pour son rôle de visionnaire dans le domaine de l'informatique quantique.

- Le professeur associé Raymond Laflamme a été élu membre de l'Association américaine pour l'avancement de la science.
- Le boursier postdoctoral principal Razvan Gurau a reçu le prix Hermann-Weyl 2012 pour la découverte et le développement de la théorie des tenseurs aléatoires colorés.
- Le postdoctorant Eugenio Bianchi a obtenu une bourse Banting pour effectuer des recherches à l'Institut Périmètre.
- Neil Turok, directeur de l'Institut, a été nommé au sein du comité consultatif international du Centre Higgs de physique théorique de l'Université d'Édimbourg.
- Le professeur associé Michele Mosca et d'autres chercheurs ont obtenu, dans le cadre du programme FONCER du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), une subvention de 1,65 million de dollars pour la période 2012-2018.
- Le professeur associé Matt Johnson et d'autres chercheurs ont obtenu une subvention *Nouvelles frontières en astronomie et cosmologie* de 270 000 \$ pour une période de 2 ans.
- Le chercheur affilié principal John Moffat a reçu de la Fondation John-Templeton une subvention de 222 000 \$ sur 3 ans pour soutenir ses recherches sur de nouveaux modèles prometteurs en physique.
- Dix chercheurs de l'Institut Périmètre ont obtenu des subventions à la découverte du CRSNG, d'un montant total de 1 668 000 \$ (pour des périodes allant de 3 à 5 ans), dont un supplément d'accélération à la découverte d'une valeur de 120 000 \$, répartis comme suit :
 - le professeur Guifre Vidal : 305 000 \$ sur 5 ans;
 - la professeure Bianca Dittrich : 210 000 \$ sur 5 ans;
 - le professeur Lucien Hardy : 165 000 \$ sur 5 ans;
 - le chercheur principal Rafael Sorkin : 165 000 \$ sur 5 ans;
 - le professeur Latham Boyle : 150 000 \$ sur 5 ans, avec un supplément pour chercheur en début de carrière;
 - le professeur Pedro Vieira : 126 000 \$ sur 3 ans;
 - le professeur associé Avery Broderick : 125 000 \$ sur 5 ans, avec un supplément pour chercheur en début de carrière;
 - Erik Schnetter, chef du programme d'infrastructure technologique de la recherche : 125 000 \$ sur 5 ans;
 - le professeur associé Itay Yavin : 90 000 \$ sur 3 ans, avec un supplément pour chercheur en début de carrière;
 - le professeur Philip Schuster : 87 000 \$ sur 3 ans, avec un supplément pour chercheur en début de carrière et un supplément d'accélération à la découverte de 120 000 \$.

Objectif n° 2 : Devenir la résidence de recherche d'une masse critique des plus grands physiciens théoriciens

Résumé des réalisations

- Entrée en fonction de Xiao-Gang Wen, l'un des plus grands théoriciens au monde dans le domaine de la matière condensée, comme titulaire de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique de l'Institut Périmètre
- Entrée en fonction de Davide Gaiotto comme premier titulaire de la chaire Galilée de l'Institut Périmètre
- Nomination de Bianca Dittrich comme professeure adjointe, ce qui porte à 18 le nombre de professeurs à plein temps
- Nomination d'Avery Broderick comme professeur associé, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, ce qui porte à 12 le nombre de professeurs associés
- Recrutement de Dmitry Abanin et de Kendrick Smith comme professeurs adjoints à compter de 2012, ainsi que de Roger Melko et de Matthew Johnson comme professeurs associés dans le cadre de nominations conjointes avec l'Université de Waterloo et l'Université York, respectivement

Points saillants

Chaires de recherche de l'Institut Périmètre

Le programme de chaires de recherche de l'Institut Périmètre a été conçu pour attirer à l'Institut et au Canada des chercheurs étoiles ayant beaucoup d'expérience. L'Institut compte mettre sur pied 5 chaires de recherche, chacune portant le nom d'un scientifique dont les découvertes ont contribué à façonner la physique moderne : Neils Bohr, Albert Einstein, Leonhard Euler, James Clerk Maxwell, Isaac Newton. En mai 2012, l'Institut a accueilli Xiao-Gang Wen, l'un des plus grands théoriciens au monde dans le domaine de la matière condensée, comme titulaire de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique. M. Wen, ainsi que Guifre Vidal, Dmitry Abanin et Sung-Sik Lee, qui ont été recrutés récemment, forment le noyau de l'équipe de recherche en croissance rapide de l'Institut dans le domaine de la matière condensée.

En 2011-2012, l'Institut Périmètre a également lancé à l'échelle internationale la recherche de candidats potentiels pour les autres chaires. Comme ces titulaires doivent être des scientifiques de tout premier plan sur la scène mondiale, il n'est pas possible de fixer un calendrier précis de recrutement. Cependant, un candidat exceptionnel a été pressenti pour la chaire Euler, l'Institut mène des discussions sérieuses avec ce candidat, et des fonds ont été promis pour la dotation de cette chaire (voir l'objectif n° 10).

Xiao-Gang Wen est devenu membre du corps professoral de l'Institut Péricètre en mai 2012. Il a obtenu son doctorat à l'Université de Princeton en 1987, sous la direction d'Edward Witten. Reconnu mondialement comme un chef de file de la théorie de la matière condensée, il a été un pionnier du concept nouveau d'ordre topologique quantique, utilisé pour décrire des phénomènes allant de la supraconductivité aux particules de charge fractionnaire, et il a inventé de nombreux formalismes mathématiques. Il est l'auteur du manuel intitulé *Quantum Field Theory of Many-body Systems: From the Origin of Sound to an Origin of Light and Electrons* (Théorie quantique des champs de systèmes à N corps : de l'origine du son à une origine de la lumière et des électrons). Auparavant, M. Wen a été chercheur distingué Moore à l'Institut de technologie de la Californie (Caltech), professeur de physique Cecil-et-Ida-Green au MIT et titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricètre. Il est par ailleurs membre élu de la Société américaine de physique.

Chaire Galilée (nouvelle initiative)

En plus des 5 chaires de recherche destinées à des chercheurs ayant une longue expérience, l'Institut Péricètre a mis sur pied la chaire Galilée, poste d'une durée de 5 ans conçu pour attirer un scientifique exceptionnel en début de carrière. En mai 2012, Davide Gaiotto, que beaucoup considèrent comme le principal jeune spécialiste mondial de la théorie quantique des champs, est devenu le premier titulaire de la chaire Galilée. Il a choisi l'Institut Péricètre malgré la concurrence très forte de l'Université Stanford, de l'Université Rutgers et de l'Université de l'État de New York à Stony Brook.

Davide Gaiotto a obtenu son doctorat de l'Université de Princeton en 2004 sous la direction de Leonardo Rastelli. Il a été postdoctorant à l'Université Harvard de 2004 à 2007, puis membre à long terme de l'Institut d'études avancées de Princeton de 2007 à 2011. M. Gaiotto travaille dans le domaine des champs quantiques à couplage fort et a réalisé plusieurs percées conceptuelles importantes qui pourraient avoir des conséquences révolutionnaires. Il a obtenu la médaille Gribov 2011 de la Société européenne de physique.

Recrutement de professeurs

En 2011-2012, en plus de Xiao-Gang Wen et de Davide Gaiotto, l'Institut Péricètre a accueilli Bianca Dittrich au sein de son corps professoral en croissance, qui compte maintenant 18 professeurs à plein temps.

Conformément à ses objectifs, l'Institut a également recruté 2 professeurs adjoints exceptionnels, Dmitry Abanin et Kendrick Smith. M. Smith a obtenu un congé d'un an à compter de la date de son embauche, afin de participer à la phase de démarrage du projet HSC (*Hyper-Suprime Cam*) au télescope Subaru d'Hawaï, après quoi il apportera à l'Institut Péricètre les pleins droits d'utilisation des données recueillies. Il dirigera également la participation de l'Institut au projet LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*), qui succédera au projet HSC et donnera lieu à des tests sans précédent portant sur l'énergie sombre et sur d'autres signaux de la physique primordiale.

Bianca Dittrich est devenue professeure à l'Institut Périmètre en 2012. Elle a obtenu son doctorat à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle en 2005. Avant de se joindre à l'Institut Périmètre, elle a dirigé le groupe de recherche Max-Planck sur la dynamique canonique et covariante de la gravitation quantique à l'Institut Albert-Einstein de Potsdam, en Allemagne. Ses recherches mettent l'accent sur l'élaboration et l'examen de modèles de gravitation quantique. Entre autres résultats importants, elle a mis au point un cadre de calcul de grandeurs observables invariantes de jauge en relativité générale canonique. Mme Dittrich a reçu en 2007 la médaille Otto-Hahn, remise par la Société Max-Planck à de jeunes scientifiques d'exception.

Nouveaux professeurs recrutés en 2011-2012

Dmitry Abanin se joindra à l'Institut Périmètre en provenance de l'Université Harvard, où il est boursier postdoctoral depuis 2011. Auparavant, il a été chercheur au Centre de sciences théoriques de Princeton de 2008 à 2011. Il a obtenu son doctorat au MIT en 2008. M. Abanin est un jeune théoricien de premier plan dans le domaine de la matière condensée. Ses recherches portent principalement sur l'élaboration d'une compréhension théorique des matériaux de Dirac, mettant l'accent sur le transport quantique de charge et de spin, et sur la recherche de nouvelles manières de contrôler leurs propriétés électroniques. Certains de ses résultats théoriques ont été confirmés par des groupes d'expérimentateurs des universités Harvard et Columbia, de l'Université de Manchester, de l'Université de la Californie à Riverside, de l'Institut Max-Planck et d'autres établissements.

Kendrick Smith se joindra à l'Institut Périmètre en provenance de l'Université de Princeton, où il est boursier postdoctoral Lyman-P.-Spitzer depuis 2009. Auparavant, il a été le boursier postdoctoral PPARC à l'Université de Cambridge de 2007 à 2009. Il a obtenu son doctorat à l'Université de Chicago sous la direction de Wayne Hu. M. Smith est un cosmologiste dont les travaux portent sur la physique du commencement de l'univers, les méthodes statistiques, les calculs à grande échelle et l'analyse de données. Parmi les résultats de ses recherches, mentionnons la première détection de l'effet lenticulaire gravitationnel dans le rayonnement fossile et la première mise en œuvre d'estimateurs statistiquement optimaux du caractère non gaussien du champ de densité primordial dans le rayonnement fossile. M. Smith est actuellement membre de l'équipe de l'expérience WMAP, qui a reçu le prix Gruber 2012 de cosmologie, ainsi que des expériences QUIET et Planck.

Recrutement de professeurs associés

Le programme de professeurs associés permet à l'Institut Périmètre d'être partenaire d'universités canadiennes, afin d'attirer et de retenir des scientifiques de premier plan, contribuant ainsi à la stature du Canada en physique fondamentale. À l'automne 2011, Avery Broderick est devenu professeur associé à l'Institut Périmètre, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, portant à

12 le nombre de professeurs associés de l'Institut⁵. Conformément aux objectifs fixés pour l'année, l'Institut a également recruté Matthew Johnson et Roger Melko, dans le cadre de nominations conjointes avec l'Université de Waterloo et l'Université York, respectivement.

Avery Broderick est devenu professeur associé à l'Institut Périmètre en 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo. Il a obtenu son doctorat à Caltech en 2004, puis il a été postdoctorant à l'Institut de théorie et de calcul du Centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian (de 2004 à 2007) et à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (de 2007 à 2011). Cet astrophysicien s'intéresse à plusieurs domaines de recherche, depuis la formation des étoiles jusqu'aux conditions physiques extrêmes au voisinage des naines blanches, des étoiles à neutrons et des trous noirs. Il a récemment participé à un projet international visant à produire et à interpréter des images permettant de comprendre l'horizon de quelques trous noirs supermassifs. À l'aide de ces images, M. Broderick et ses collaborateurs étudient comment les trous noirs accumulent de la matière et émettent les éjections ultrarelativistes observées, et ils sondent la nature de la gravité dans leur voisinage.

Nouveaux professeurs associés recrutés en 2011-2012

Matthew Johnson deviendra professeur associé à l'Institut Périmètre en août 2012, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université York. Il a obtenu son doctorat à l'Université de la Californie à Santa Cruz en 2007. Il a ensuite été boursier postdoctoral Moore à Caltech de 2007 à 2010, avant de devenir postdoctorant à l'Institut Périmètre. M. Johnson cherche à comprendre les lois fondamentales de la nature par le truchement de leurs répercussions sur la cosmologie. Il conçoit des algorithmes d'analyse de données pour confronter les théories fondamentales avec les observations du rayonnement fossile (ou fonds diffus cosmologique). Ses travaux chevauchent un certain nombre de disciplines, dont la cosmologie, la théorie des champs, la théorie des cordes, la relativité numérique et la gravitation.

Roger Melko deviendra professeur associé à l'Institut Périmètre à l'automne 2012, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, où il est professeur agrégé au Département de physique et d'astronomie depuis 2007. Il a obtenu son doctorat à l'Université de la Californie à Santa Barbara en 2005, puis il a été de 2005 à 2007 boursier postdoctoral Wigner au Laboratoire national d'Oak Ridge. M. Melko est un théoricien de la matière condensée dont les travaux portent sur les systèmes fortement corrélés à N corps. Il met l'accent sur les méthodes de calcul, en particulier la mise au point d'algorithmes de pointe pour l'étude des systèmes à interactions fortes. Il a obtenu une bourse de nouveau chercheur en 2010.

⁵ Il est à noter que les professeurs associés sont nommés pour des durées fixes de 5 à 7 ans. Également à l'automne 2011, 3 professeurs associés ont complété leur terme : Richard Cleve, Ashwin Nayak et Thomas Thiemann.

Objectif n° 3 : Créer le milieu et l'infrastructure les meilleurs au monde pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique

Résumé des réalisations

- Fin du projet majeur d'agrandissement que constitue la construction du Centre Stephen-Hawking de l'Institut Périmètre
- Mise à niveau de plusieurs systèmes informatiques clés, dont les divers sites Web et le système de gestion des relations avec les personnes contacts, et mise en place d'un nouveau dispositif mural d'affichage d'information
- Mise sur pied d'un environnement d'informatique scientifique à 3 volets, afin de répondre aux besoins croissants des chercheurs en matière de calcul
- Lancement de 2 nouvelles ressources scientifiques : RECAST (version de test), cadre de calcul permettant d'appliquer à de nouveaux modèles des analyses dans le domaine de la physique des hautes énergies, et *Spaces*, outil facilitant la recherche en collaboration (voir l'objectif n° 7)

Points saillants

Le Centre Stephen-Hawking de l'Institut Périmètre

Pour le mois de septembre 2011, conformément aux objectifs fixés, le projet d'agrandissement que constituait la construction du Centre Stephen-Hawking (CSH) de l'Institut Périmètre a été complété dans les délais et les budgets prévus. Les scientifiques, les étudiants et le personnel administratif travaillent maintenant tous sous un même toit. L'Institut Périmètre est à l'heure actuelle le plus grand institut indépendant de physique théorique au monde, d'une capacité de 250 chercheurs établis ou en formation. Conçu par le cabinet Teeple Architects, le CSH a fait l'objet de plusieurs distinctions, dont un prix 2012 d'excellence en design de l'Association des architectes de l'Ontario.

Mises à niveau des systèmes de TI

En 2011-2012, l'Institut Périmètre a poursuivi la mise à niveau de ses systèmes de traitement de l'information (TI), afin de fournir des outils de recherche à la fine pointe et d'optimiser son efficacité administrative, conformément à une stratégie complète portant sur plusieurs années. La plupart des phases d'une importante refonte de ses sites Web étaient terminées au 31 juillet 2012. Le lancement du nouveau site Web de l'Institut était prévu initialement pour l'été 2012, mais il a été reporté à la fin de l'automne à cause d'une expansion du projet pour inclure les portails Intranet et Extranet de l'Institut, de même qu'un système de gestion en ligne des dons.

Voici quelques-uns des autres projets entrepris en 2011-2012 pour optimiser les activités de recherche, de formation et de diffusion des connaissances de l'Institut :

- nouveau dispositif mural de visualisation donnant des messages multimédias ciblés aux employés, aux visiteurs et au grand public; en plus de donner des renseignements au moment opportun, ce système a une capacité de visualisation scientifique à grande résolution qui en fait un outil de recherche et de diffusion des connaissances;
- installation de 13 panneaux d'affichage interactifs donnant partout dans le bâtiment des renseignements sur les activités et servant de dispositif de signalisation; ces panneaux seront mis en service en même temps que le nouveau site Web;
- mise en place d'un nouveau système de gestion des relations avec les personnes contacts de l'Institut; regroupant plusieurs outils antérieurs, ce système commun à tous les départements de l'Institut accroît d'autant son efficacité.

Informatique scientifique

L'informatique scientifique joue un rôle de plus en plus important en physique théorique. Conscient du besoin de services informatiques exclusivement dédiés au soutien de la recherche, le Groupe des technologies de recherche de l'Institut Périmètre a mis en place un environnement d'informatique scientifique souple et efficace, comportant 3 volets, afin de répondre aux besoins des chercheurs en matière de calcul :

1. Les ordinateurs individuels de type poste de travail prennent en charge des applications complexes multifiles et multitâches, ainsi que des logiciels de traitement graphique de haut niveau, pour aider à l'analyse de jeux de données considérables et complexes.
2. Un environnement partagé d'informatique scientifique procure un accès immédiat à des serveurs à échelle variable pour l'exécution d'analyses évoluées. Cet environnement offre des ressources générales de serveur et des ordinateurs universels comprenant des serveurs dotés d'une variété de logiciels scientifiques et d'outils de collaboration.
3. La grappe d'ordinateurs de haute performance permet aux scientifiques de l'Institut d'effectuer en temps voulu des analyses et simulations complexes. L'accès à une telle grappe, combiné à l'expertise du Groupe des technologies de recherche de l'Institut Périmètre en analyse numérique et en algorithmique, s'est récemment révélé un facteur clé dans le recrutement de plusieurs chercheurs.

Logiciels scientifiques

Afin de maximiser la productivité et la collaboration en matière de recherche, l'Institut Périmètre a mis en exploitation en 2011-2012 deux nouvelles ressources scientifiques, qui profiteront non seulement à l'Institut, mais à l'ensemble des physiciens.

- Les expériences en physique des hautes énergies sont très coûteuses et peuvent prendre des années à mettre au point et à effectuer. Par ailleurs, elles sont souvent compatibles avec davantage de modèles que ce qu'elles devaient tester au départ. Pour tirer profit de ces caractéristiques, Itay Yavin, professeur associé à l'Institut, et Kyle Cranmer (Université de New York et expérience ATLAS), en collaboration avec le groupe des TI de l'Institut, ont mis au point **RECAST**, un nouveau cadre de calcul pour la recherche en physique des particules (<http://recast.perimeterinstitute.ca/>). RECAST permet aux chercheurs d'utiliser d'une manière effective des analyses *existantes* d'expériences en physique des hautes énergies, afin de tester d'autres modèles. Une version de test fonctionnelle a été lancée en 2011-2012 et est actuellement utilisée par des physiciens du monde entier. Un livre blanc récemment paru du Groupe d'étude pour la conservation et l'analyse à long terme des données en physique des hautes énergies a mis en évidence RECAST comme exemple digne de mention de modèles de recherche partagés⁶.

- En 2011-2012, le logiciel **Spaces** a été mis au point dans le but de faciliter la collaboration entre les chercheurs de l'Institut Périmètre et ceux d'autres établissements. Pour chaque nouveau projet, *Spaces* fournit aux chercheurs un ensemble normalisé d'outils – listes d'envoi, référentiels, wikis, etc. –, afin d'améliorer l'efficacité de la recherche en collaboration tout en assurant la sécurité et l'archivage à long terme des données des chercheurs.

Expansion de la collection de la bibliothèque

En 2011-2012, l'Institut Périmètre a poursuivi l'expansion de sa collection et de l'accès à des revues et à d'autres contenus électroniques, dans le cadre d'une stratégie exhaustive visant à faire de l'Institut un centre bien pourvu pour les chercheurs résidents et invités. La bibliothèque a acquis 331 nouveaux ouvrages, portant à 5083 le nombre d'éléments de sa collection imprimée (5405 en comptant tous les formats). Cela dépasse l'objectif fixé de 5000 volumes d'ici 2014. L'Institut Périmètre a également complété une évaluation étendue des besoins des utilisateurs, avec la participation de groupes témoins couvrant tout le spectre de la recherche à l'Institut, et a commencé une analyse de sa collection qui se poursuivra sur plusieurs années.

⁶ Groupe d'étude pour la conservation et l'analyse à long terme des données en physique des hautes énergies. *Status Report of the DPHEP Study Group: Towards a Global Effort for Sustainable Data Preservation in High Energy Physics*, <http://arxiv.org/abs/1205.4667>.

Objectif n° 4 : Devenir un incubateur des talents les plus prometteurs

Résumé des réalisations

- Recrutement de 15 postdoctorants en 2011-2012 et de 20 autres pour 2012-2013
- Formation de 37 étudiants, dont 11 femmes, provenant de 20 pays, dans le cadre de son programme de maîtrise PSI (*Perimeter Scholars International*)
- Formation de 35 doctorants et de 1 candidat à la maîtrise (en plus de ceux du programme PSI)
- Séjour de 10 adjoints diplômés invités au cours de l'année
- Formation à la recherche de 8 étudiants de 1^{er} cycle

Points saillants

Postdoctorants

Quelque 15 postdoctorants se sont joints à l'Institut Périmètre en 2011-2012, et 20 autres ont été recrutés pour 2012-2013, conformément à l'objectif de l'Institut de maintenir un nombre à peu près constant de postdoctorants⁷. Le nombre de nouveaux postdoctorants est en légère augmentation par rapport aux années précédentes. Cela s'explique par les facteurs suivants : le remplacement d'un nombre accru de postdoctorants dont le contrat se termine; la nomination de 3 nouveaux boursiers dans le cadre du programme *Frontières Templeton*⁸ (voir l'objectif n° 10); une plus grande souplesse des politiques de recrutement de l'Institut, qui a permis l'embauche conjointe de postdoctorants avec d'autres institutions de calibre mondial telles que l'Université d'Oxford, l'Institut d'études avancées de Princeton (IAS), l'Université de Waterloo et l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT)⁹.

L'Institut Périmètre demeure une destination de choix pour les scientifiques en début de carrière les plus brillants. De fait, il y a eu pour 2012-2013 un nombre record de 662 candidats, soit près de 40 % de plus qu'il y a seulement 3 ans.

Les postdoctorants de l'Institut Périmètre bénéficient d'un milieu exceptionnel de formation à la recherche, qui les encourage à poursuivre des recherches innovatrices et ambitieuses. L'Institut les encourage également à élargir leurs compétences en travaillant avec des scientifiques des domaines de l'expérimentation et de l'observation. C'est dans ce but que l'Institut a mis sur pied en 2011-2012, son programme GO (pour *Get Out – Sortez*) qui offre à de jeunes physiciens des particules de nouvelles occasions de travailler avec des expérimentateurs de centres tels que le CERN, les laboratoires FermiLab,

⁷ L'Institut Périmètre comptait 38 postdoctorants en résidence au 31 juillet 2012.

⁸ Kurt Hinterbichler en cosmologie, Ryszard Kosteci dans le domaine des fondements quantiques et Flavio Mercati en gravitation quantique.

⁹ Tim Johannsen partagera son temps entre l'Institut Périmètre, l'ICAT et l'Université de Waterloo; Matthew Bullimore passera une année à l'Université d'Oxford, une à l'Institut Périmètre et une à l'IAS; Song He passera 2 ans à l'Institut Périmètre et une année à l'IAS.

Jefferson, TRIUMF et SNOLAB, ou encore le Laboratoire national de l'accélérateur SLAC (voir l'objectif n° 7).

Les succès des postdoctorants de l'Institut Périmètre dans l'obtention de postes universitaires témoignent de la valeur de la formation offerte à l'Institut. En 2011-2012, malgré une concurrence extrêmement forte pour des postes universitaires partout dans le monde, 4 finissants en postdoctorat ont obtenu des postes de professeur menant à la permanence : Giulio Chiribella (Université Tsinghua), Thomas Giblin (Collège Kenyon), Sarah Shandera (Université de l'État de Pennsylvanie) et David Skinner (Université de Cambridge). La plupart des autres finissants en postdoctorat ont obtenu des bourses dans des établissements de calibre mondial (dont l'Institut d'informatique quantique, l'Université d'Oxford et l'École polytechnique fédérale de Zurich – ETH) ou des postes dans le secteur privé.

Programme de maîtrise PSI (*Perimeter Scholars International*)

- En 2011-2012, le programme PSI a été suivi par 37 étudiants, dont 11 femmes, provenant de 20 pays.

Ce programme du niveau de la maîtrise attire à l'Institut Périmètre des diplômés très doués venus du monde entier et les amène à la fine pointe de la physique théorique dans le cadre d'un cycle intensif d'une année universitaire. Le processus d'admission est hautement compétitif : pour 2012-2013, 30 étudiants¹⁰, dont 11 femmes, provenant de 15 pays, ont été sélectionnés parmi plus de 300 candidats de 60 pays. Par conséquent, le calibre des participants à ce programme est extrêmement élevé. Plusieurs d'entre eux arrivent avec des bourses obtenues par voie de concours : 3 bourses du CRSNG, 1 bourse du FQRNT et 1 finaliste d'une bourse Rhodes.

Ce programme innovateur comprend des modules de 3 semaines de cours donnés par des professeurs de l'Institut et des conférenciers de premier plan venus du monde entier¹¹, avec l'aide d'assistants de niveau postdoctoral et plusieurs assistants d'enseignement diplômés. Le programme PSI continue de renforcer les liens entre l'Institut et ses partenaires régionaux – notamment l'Université de Waterloo, l'Université McMaster et l'Université de Guelph, dont des professeurs présentent des exposés de recherche, donnent des cours, supervisent des recherches et évaluent des mémoires soumis par les étudiants. Les finissants du programme PSI reçoivent un diplôme de maîtrise de l'Université de Waterloo. De plus, en 2011-2012, l'Institut Périmètre a autorisé des doctorants de l'Université de Waterloo à suivre certains cours du programme PSI.

¹⁰ Ce nombre inférieur à celui de l'année dernière correspond à l'évaluation que fait l'Institut de la taille idéale du groupe, après 3 ans d'existence de ce programme d'enseignement intensif et interactif.

¹¹ En 2011-2012, le corps enseignant du programme PSI comprenait 27 conférenciers, dont 15 professeurs et chercheurs de l'Institut Périmètre, 3 titulaires de chaire de chercheur invité distingué et 9 scientifiques invités de l'étranger.

Le programme PSI permet d'amener à l'Institut PÉRIMÈTRE des diplômés qui ont un potentiel scientifique élevé et de choisir les meilleurs d'entre eux pour qu'ils poursuivent leur formation au niveau du doctorat. Parmi les finissants de 2011-2012, 14 poursuivent leur doctorat au Canada, dont 7 à l'Institut PÉRIMÈTRE, et 4 autres travaillent avec des partenaires de l'Institut PÉRIMÈTRE dans le cadre de son programme de rayonnement international dans divers centres du réseau de l'Institut africain des sciences mathématiques. La plupart des autres diplômés du programme PSI ont été admis dans des programmes de doctorat d'institutions internationales prestigieuses, dont l'Université d'Oxford, l'Université de Princeton et Caltech. Plusieurs d'entre eux maintiennent des liens avec l'Institut PÉRIMÈTRE par des séjours de recherche réguliers.

Doctorants

- L'Institut PÉRIMÈTRE comptait 35 doctorants en 2011-2012.
- Au cours de la dernière année, 2 doctorants travaillant sous la direction de professeurs de l'Institut ont obtenu leur doctorat d'universités partenaires et ont décroché des postes dans le secteur privé au Canada.
- Hoan Dang, doctorant à l'Institut PÉRIMÈTRE et à l'Université de Waterloo, a reçu une bourse d'études supérieures du Canada Vanier de 150 000 \$ pour poursuivre ses recherches de doctorat.

L'augmentation du nombre de doctorants cette année témoigne du succès de l'Institut PÉRIMÈTRE dans le recrutement des meilleurs diplômés du programme PSI, qui poursuivent leurs études avec des professeurs de l'Institut, conformément à ses objectifs à moyen terme. Comme l'Institut PÉRIMÈTRE ne décerne pas de diplôme, le recrutement d'étudiants se répercute sur les universités partenaires qui délivrent les diplômes, augmentant d'autant les inscriptions d'étudiants de premier plan dans les universités de toute la province.

Programme d'adjoints diplômés invités (nouvelle initiative)

- Le programme a accueilli 10 adjoints diplômés invités en 2011-2012, pour des séjours allant de 2 à 9 mois.

Cette année, l'Institut PÉRIMÈTRE a lancé son programme d'adjoints diplômés invités, qui permet à des doctorants avancés du monde entier de passer plusieurs mois à l'Institut. Cela leur permet de se joindre aux chercheurs de l'Institut et d'échanger avec des chercheurs de premier plan à un moment charnière de leur formation à la recherche. Ce programme s'est déjà révélé un succès : dès janvier 2012, il avait atteint son objectif de croisière, à savoir héberger en tout temps de 4 à 6 adjoints diplômés invités.

Programme pour étudiants de premier cycle

- L'Institut Périmètre a offert une formation à la recherche à 8 étudiants exceptionnels de 1^{er} cycle provenant d'universités de calibre mondial.

Dans le cadre de ce programme, des étudiants prometteurs de 1^{er} cycle réalisent des projets de recherche de 2 à 4 mois. Ils acquièrent ainsi une expérience de la recherche de haut niveau, tout en procurant à des postdoctorants de l'Institut Périmètre une précieuse expérience de mentorat. Depuis sa mise sur pied en 2008, ce programme a contribué à attirer des cerveaux à l'Institut Périmètre et au Canada, et plusieurs anciens participants sont revenus à l'Institut comme chercheurs invités ou comme participants au programme de maîtrise PSI.

Objectif n° 5 : Devenir la seconde résidence de recherche de plusieurs grands théoriciens du monde

Résumé des réalisations

- Recrutement de 3 scientifiques de premier plan comme titulaires de chaire de chercheur invité distingué, et attribution d'un nouveau mandat de 3 ans à 7 autres chercheurs, ce qui porte à 26 le nombre de titulaires de chaire de chercheur invité distingué
- Nomination de 2 chercheurs accomplis comme adjoints invités, et recrutement de 2 autres pour 2012-2013, ce qui porte à 8 leur nombre total
- Accueil de 401 chercheurs invités, dont 357 invités à court terme, 21 invités à long terme, 18 titulaires de chaire de chercheur invité distingué et 5 adjoints invités, pour un total de 468 séjours scientifiques

Points saillants

Programme de chaires de chercheur invité distingué

- En 2011-2012, 18 titulaires de chaire de chercheur invité distingué ont effectué en tout 35 séjours à l'Institut Périmètre.

Le programme de chaires de chercheur invité distingué¹² de l'Institut Périmètre est unique au monde. Tout en conservant leur poste dans leur établissement d'origine, les titulaires de chaire de chercheur invité distingué sont nommés pour un terme de 3 ans, au cours duquel ils font de longs séjours de recherche et de collaboration à l'Institut, donnent des cours dans le cadre du programme PSI et participent généralement à tous les aspects de la vie à l'Institut. Ces scientifiques de réputation mondiale, comme Stephen Hawking, Nima Arkani-Hamed, Leonard Susskind et Gerard 't Hooft, couvrent une gamme extrêmement vaste de compétences et apportent beaucoup au milieu de recherche de l'Institut (voir l'annexe B, *Titulaires de chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Périmètre*). Le programme de chaires de chercheur invité distingué constitue en outre un bon outil de recrutement : Xiao-Gang Wen, titulaire de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique, et Guifre Vidal, professeur titulaire, ont tous deux été titulaires de chaire de chercheur invité distingué avant de se joindre à plein temps à l'Institut.

¹² Ce programme s'appelait auparavant le programme de chaires de chercheur distingué.

Sept titulaires de chaire de chercheur invité distingué dont le terme se terminait ont vu leur mandat renouvelé jusqu'en 2015¹³, et l'Institut Péricimètre a nommé en 2011-2012 trois nouveaux titulaires de chaire de chercheur invité distingué :

Adrian Kent (Ph.D., Université de Cambridge, 1996) est maître de conférences en physique quantique à l'Université de Cambridge. Il deviendra titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricimètre en août 2012. Auparavant, il 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. Il termine un mandat de professeur associé à l'Institut Péricimètre. Les recherches de M. Kent portent sur les fondements de la physique, la cryptographie quantique et la théorie de l'information quantique, plus particulièrement sur la physique de la décohérence, les tests novateurs de la physique quantique et d'autres théories possibles, ainsi que les nouvelles applications de l'information quantique.

Ramesh Narayan (Ph.D., Université de Bangalore, 1979) a le titre de professeur Thomas-Dudley-Cabot de sciences naturelles à l'Université Harvard. Il deviendra titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricimètre en septembre 2012. C'est un astrophysicien mondialement reconnu pour ses recherches sur les trous noirs. M. Narayan a également fait des recherches dans un certain nombre d'autres domaines de l'astrophysique théorique, dont les disques d'accrétion, l'effet lenticulaire gravitationnel, les bouffées de rayons gamma et les étoiles à neutrons. Il est membre de la Société royale de Londres, de l'Association américaine pour l'avancement de la science, de l'Union astronomique internationale et de la Société américaine d'astronomie.

Ashvin Vishwanath (Ph.D., Université de Princeton, 2001) est professeur agrégé au Département de physique de l'Université de la Californie à Berkeley. Il est titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricimètre depuis janvier 2012. Son principal domaine de recherche est la théorie de la matière condensée, notamment le magnétisme, la supraconductivité et autres phénomènes quantiques connexes dans les solides et les gaz atomiques froids. M. Vishwanath s'intéresse particulièrement à des phénomènes nouveaux comme les phases topologiques de la matière, les non-liquides de Fermi et les liquides de spin quantique. Plus récemment, il a commencé à s'intéresser à la production de fermions de Majorana et de fermions de Weyl dans des solides, en utilisant des concepts d'information quantique, par exemple l'entropie d'intrication, pour caractériser de nouveaux états de la matière. Entre autres distinctions, il a reçu une bourse de recherche Sloan (2004), le prix CAREER de la Fondation nationale des sciences des États-Unis (2007), le prix Jeune scientifique exceptionnel de la section américaine de l'Association des physiciens indiens (2010) et une bourse de congé sabbatique de la Fondation Simons (2012).

¹³ Ce sont Yakir Aharonov, Nima Arkani-Hamed, Ignacio Cirac, Stephen Hawking, Renate Loll, Subir Sachdev et Leonard Susskind. Le mandat de 3 titulaires de chaire de chercheur invité distingué – Neta Bahcall, Gia Dvali et Ashoke Sen – n'a pas été renouvelé. Le mandat de Xiao-Gang Wen a pris fin lorsqu'il est devenu chercheur à plein temps à l'Institut Péricimètre, comme titulaire de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton.

Programme d'adjoints invités

- En 2011-2012, 5 adjoints invités ont fait au total 9 séjours à l'Institut Péricimètre.

Le programme d'adjoints invités vise à amener de façon régulière à l'Institut Péricimètre des chercheurs accomplis. Sur le modèle du programme de chaires de chercheur invité distingué, les adjoints invités couvrent une vaste gamme de domaines. Ils sont nommés pour des termes de 3 ans et conservent leur poste dans leur établissement d'origine tout en venant à l'Institut pour de longs séjours de recherche pouvant atteindre 6 mois chaque année.

Conformément aux objectifs fixés, l'Institut Péricimètre a nommé 2 nouveaux adjoints invités en 2011-2012 – Ruth Gregory et Neal Weiner – et en a recruté 2 autres – Razvan Gurau et David Skinner – pour 2012-2013. Voici le profil de ces nouveaux adjoints invités :

Ruth Gregory est adjointe invitée à l'Institut Péricimètre depuis octobre 2011. Elle est professeure au Département de physique et de sciences mathématiques de l'Université de Durham. Ses recherches se situent à la jonction entre la physique fondamentale des hautes énergies et la cosmologie. Ses travaux récents ont consisté à tenter d'explorer des modèles branaires simples, afin de déterminer les propriétés physiques qu'ils peuvent avoir. Elle a reçu en 2006 la médaille Maxwell de l'Institut de physique du Royaume-Uni. Elle a fait partie du corps professoral du programme PSI au cours des 3 dernières années.

Razvan Gurau deviendra adjoint invité à l'Institut Péricimètre en octobre 2012, au moment où il entrera en fonction comme chargé de recherche au Centre national de la recherche scientifique en France. M. Gurau a obtenu son doctorat à l'Université de Paris en 2007 et est postdoctorant à l'Institut Péricimètre depuis 2008. Son domaine de recherche est la physique mathématique, en particulier les aspects perturbatifs et non perturbatifs de la renormalisation en théorie quantique des champs. Ses travaux sont pertinents pour la résolution de problèmes de physique allant de la gravitation quantique à la matière condensée. M. Gurau a reçu le prix Hermann-Weyl 2012 pour ses travaux sur la gravitation quantique.

David Skinner deviendra adjoint invité à l'Institut Péricimètre en septembre 2012, au moment où il se joindra au corps professoral de l'Université de Cambridge dans un poste menant à la permanence. M. Skinner a obtenu son doctorat à l'Université d'Oxford en 2003 et est postdoctorant à l'Institut Péricimètre depuis 2009. Il s'intéresse aux aspects mathématiques des théories quantiques des champs, en particulier leur chevauchement avec la théorie des twisteurs et la théorie des cordes. Ses travaux récents portent sur les riches structures géométriques présentes dans les amplitudes de diffusion en théorie de jauge quadridimensionnelle.

Neal Weiner est adjoint invité à l'Institut Péricimètre depuis janvier 2012. Il est professeur agrégé de physique au Centre de cosmologie et de physique des particules (CCPP) de l'Université de New York. Après avoir obtenu son doctorat à l'Université de la Californie à Berkeley en 2000, il a été postdoctorant à l'Université de Washington de 2000 à 2004, avant de se joindre au CCPP à l'automne 2004. M. Weiner a des intérêts étendus en physique des particules et en cosmologie. Il se concentre généralement sur la

physique au-delà du modèle standard. Dans ce vaste domaine, il a travaillé entre autres sur des théories des dimensions supplémentaires (grandes, petites, gauchies et plates), la supersymétrie, la grande unification, la physique de la saveur, la masse du neutrino, la matière sombre, l'inflation cosmique, l'énergie sombre, ainsi que les relations entre ces différents sujets.

Programme de chercheurs invités

- En 2011-2012, l'Institut Périmètre a accueilli 401 chercheurs invités, dont 357 invités à court terme, 18 titulaires de chaire de chercheur invité distingué et 5 adjoints invités¹⁴, pour un total de 468 séjours scientifiques.
- Pas moins de 21 chercheurs invités ont accepté de faire de longs séjours à l'Institut Périmètre pendant le congé sabbatique accordé par leur établissement d'origine.

Le dynamique programme de chercheurs invités de l'Institut Périmètre permet à ses scientifiques résidents de se tenir au courant des derniers développements dans leur domaine, d'échanger des idées et de susciter de nouvelles collaborations. D'autre part, pendant leur séjour à l'Institut, les chercheurs invités ont le temps et l'espace voulus pour accomplir avec des collaborateurs le travail intense et soutenu souvent nécessaire pour résoudre des problèmes difficiles. Le programme contribue en outre au recrutement de chercheurs, en faisant connaître aux candidats potentiels un milieu de recherche dynamique et un excellent soutien administratif, qui permettent aux chercheurs d'atteindre une productivité maximale. L'année dernière, les séjours de Dmitry Abanin et de Kendrick Smith ont joué un rôle crucial dans leur décision de se joindre au corps professoral de l'Institut Périmètre.

¹⁴ Les 18 titulaires de chaire de chercheur invité distingué ont effectué en tout 35 séjours à l'Institut, dont 3 pour enseigner dans le cadre du programme PSI. Les 5 adjoints invités ont fait au total 9 séjours à l'Institut.

Objectif n° 6 : Constituer une plaque tournante d'un réseau mondial de centres de physique théorique et de mathématiques

Résumé des réalisations

- Organisation en partenariat de 7 conférences et ateliers conjoints tenus à l'Institut Périmètre et dans d'autres établissements, et parrainage de 11 autres conférences, ateliers et colloques tenus à l'extérieur de l'Institut (voir l'objectif n° 8)
- Conclusion de 2 nouveaux partenariats, l'un avec l'Institut sud-américain de recherche fondamentale de São Paulo, au Brésil, qui fait partie du Centre international de physique théorique, l'autre avec l'Institut de mathématiques de Chennai, en Inde
- Assistance soutenue à l'initiative *Next Einstein* (le prochain Einstein) de l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS-NEI)

Points saillants

Collaborations et partenariats

En 2011-2012, l'Institut Périmètre a continué de renforcer ses partenariats au Canada et à l'étranger, ouvrant à ses chercheurs de nouvelles possibilités scientifiques. Il poursuit de fructueuses collaborations avec des institutions telles que le Centre de cosmologie théorique (CTC) de Cambridge, le Centre international Abdus-Salam de physique théorique (ICTP), le laboratoire TRIUMF, le réseau scientifique LIGO, ainsi que le réseau HoloGrav en Europe.

Voici quelques points saillants de la dernière année :

- ***Integrability in Gauge and String Theory*** (Intégrabilité en théorie de jauge et théorie des cordes), du 31 juillet au 19 août 2011 – Ce programme innovateur de 3 semaines a été organisé dans le cadre du partenariat UNIFY et a réuni à l'Institut Périmètre plus de 170 étudiants diplômés, postdoctorants et scientifiques établis¹⁵. Mis sur pied en 2010, le partenariat entre l'Institut Périmètre et le Centre de physique de Porto (CFP), au Portugal, a facilité l'organisation de l'École d'été sur le logiciel *Mathematica*, qui a donné lieu au lancement de ce programme.
- ***Cape Town International Cosmology School*** (École internationale de cosmologie du Cap), du 15 au 28 janvier 2012 – L'institut Périmètre, en partenariat avec l'ICTP et l'AIMS, a contribué à l'organisation de ce cours d'introduction de 2 semaines à la cosmologie moderne, qui s'est tenu

¹⁵ Le partenariat UNIFY (*Unification of Fundamental Forces and Applications*) réunit 7 institutions : l'Université Humboldt de Berlin (Allemagne); le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives de Saclay (France); l'Université de Porto (Portugal); l'Institut de physique et de mathématique de l'univers (IPMU) de l'Université de Tokyo; l'Institut de technologie de la Californie (Caltech); l'Institut Yang de physique théorique de l'Université de l'État de New York (SUNY); l'Institut Périmètre.

à l'Institut Stellenbosch d'études avancées d'Afrique du Sud. Niayesh Afshordi, professeur associé à l'Institut Péricimètre, a été l'un des conférenciers de ce cours destiné à des doctorants et postdoctorants.

- ***Cosmological Frontiers in Fundamental Physics 2012*** (Frontières cosmologiques en physique fondamentale 2012), du 29 mai au 1^{er} juin 2012 – Cet atelier a été le sixième d'une série organisée conjointement par l'Institut Péricimètre, le Laboratoire Astroparticule et Cosmologie (APC) de Paris, en France, et l'Institut Solvay de Bruxelles, en Belgique. L'édition 2012 a eu lieu à Bruxelles et a porté sur la cosmologie holographique, la cosmologie des cordes et autres sujets connexes.
- ***Back to the Bootstrap II*** (De retour au bootstrap II), du 11 au 15 juin 2012 – Cet atelier consacré aux théories conformes des champs a mis en vedette un certain nombre de chercheurs liés au partenariat UNIFY, dont les organisateurs scientifiques Joao Penedones (Porto), Leonardo Rastelli (SUNY) et Pedro Vieira (Institut Péricimètre).

Conformément aux objectifs fixés, l'Institut Péricimètre a en outre conclu 2 nouveaux accords de partenariat en 2011-2012, tissant de nouveaux liens scientifiques avec le Brésil et l'Inde.

Institut sud-américain de recherche fondamentale, du Centre international de physique théorique (ICTP-SAIFR), au Brésil

En avril 2012, l'Institut Péricimètre a conclu un accord visant à promouvoir les liens académiques et la collaboration avec un institut du Centre international de physique théorique (ICTP) : l'Institut sud-américain de recherche fondamentale (ICTP-SAIFR). L'ICTP-SAIFR est un centre sud-américain de physique théorique récemment mis sur pied à l'Université de l'État de São Paulo, au Brésil. Cet accord d'une durée d'un an facilitera les séjours scientifiques et encouragera l'organisation d'ateliers en collaboration. Il sera ensuite réexaminé en vue d'un renouvellement d'un commun accord.

Institut de mathématiques (IMSc) de Chennai, en Inde

En juillet 2012, l'Institut a signé un protocole d'entente avec l'Institut de mathématiques (IMSc) de Chennai, en Inde, afin de promouvoir les progrès dans des domaines de recherche d'un intérêt commun et de favoriser les liens académiques entre les deux instituts. L'IMSc encourage la recherche fondamentale en physique théorique, en mathématiques et en informatique théorique, de même que dans de nombreux domaines interdisciplinaires. Cette entente d'une durée d'un an, que l'on s'attend à renouveler d'un commun accord, vise à encourager les échanges scientifiques et les collaborations entre chercheurs de l'Institut Péricimètre et de l'IMSc.

Rayonnement international

Par son programme de rayonnement international, l'Institut Périmètre partage ses compétences (mais non son financement), afin de stimuler la croissance de centres d'excellence en physique théorique et en mathématiques dans le monde. En 2011-2012, ce programme a continué de mettre l'accent sur l'initiative *Next Einstein* (le prochain Einstein) de l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS-NEI), projet panafricain mis sur pied en 2003 par Neil Turok, directeur de l'Institut Périmètre, pour établir un réseau de centres capable de dispenser une formation mathématique et scientifique avancée aux diplômés africains les plus exceptionnels.

Le programme de rayonnement international facilite les échanges de chercheurs et d'étudiants entre l'Institut Périmètre et l'Afrique. Un certain nombre de chercheurs, dont 4 diplômés de la promotion 2011-2012 du programme PSI (*Perimeter Scholars International*), ont séjourné dans des centres de l'AIMS comme tuteurs ou chargés de cours. À ce jour, 4 diplômés de l'AIMS ont suivi le programme PSI, et l'on s'attend à ce que ce nombre augmente avec l'ouverture d'autres centres de l'AIMS.

Au cours de la dernière année, l'Institut Périmètre a fourni à l'initiative AIMS-NEI du personnel de soutien et de l'expertise sous diverses formes, entre autres :

- Recrutement de l'Université de la Colombie-Britannique, qui s'est engagée à verser 100 000 \$ sur 5 ans pour la campagne de bourses *One for Many*, qui vise à financer des bourses pour des étudiants de l'AIMS
- Participation en février 2012 à l'organisation d'un atelier sur l'AIMS et l'encouragement aux jeunes talents des pays en développement, à la réunion annuelle de l'Association américaine pour l'avancement de la science (AAAS), rencontre annuelle la plus importante au monde de chercheurs, éducateurs, responsables politiques et journalistes dans le domaine des sciences
- Accueil à l'Institut de personnel de l'initiative AIMS-NEI et formation de ce personnel à divers aspects de la planification et de la gestion organisationnelles
- Envoi de personnel expérimenté de l'Institut à l'AIMS, afin de fournir des conseils sur les pratiques de diffusion des connaissances et de gestion, ainsi qu'une expertise en matière de bâtiments en vue de l'ouverture de l'AIMS-Sénégal en septembre 2011 et de l'AIMS-Ghana en août 2012

Objectif n° 7 : Renforcer le rôle de l'Institut Péricimètre comme centre de convergence pour la recherche en physique fondamentale au Canada

Résumé des réalisations

- Engagement accru avec des centres d'expérimentation et d'observation au Canada
- Nomination de 17 nouveaux membres affiliés, portant leur nombre à 119 à la fin de 2011-2012
- Prospection conjointe avec l'Université de Waterloo et l'Université York, qui a conduit au recrutement de 2 nouveaux professeurs associés (voir l'objectif n° 2)
- Lancement de 2 nouvelles ressources scientifiques qui favoriseront les efforts de recherche en collaboration dans le milieu élargi de la physique (voir l'objectif n° 3)
- Partenariat avec l'Université de Waterloo pour le programme de maîtrise PSI, avec la participation de conférenciers d'institutions canadiennes¹⁶ (voir l'objectif n° 4)
- Organisation en partenariat de 7 conférences et ateliers conjoints tenus à l'Institut Péricimètre et dans d'autres établissements, et parrainage de 11 autres conférences, ateliers et colloques (voir l'objectif n° 8)
- Organisation de 5 cours ouverts aux étudiants des universités environnantes (voir l'objectif n° 8)

Points saillants

L'Institut Péricimètre est une plaque tournante de la recherche en physique théorique au Canada. En 2011-2012, l'Institut a continué de fournir des ressources uniques à la communauté scientifique nationale grâce à ses cours, séminaires, ateliers et conférences (voir l'objectif n° 8). Il a amené au Canada des talents à tous les niveaux : étudiants venant à l'Institut dans le cadre du programme de maîtrise PSI (voir l'objectif n° 4), recrutement conjoint de postdoctorants (voir l'objectif n° 4)¹⁷ et de professeurs associés (voir l'objectif n° 2)¹⁸. L'Institut Péricimètre a continué d'entretenir des partenariats stratégiques à tous les niveaux : parrainage et organisation conjointe de conférences (voir l'objectif n° 6), engagement avec des centres d'expérimentation et d'observation, recrutement de nouveaux membres affiliés (voir plus loin).

Engagement avec des centres d'expérimentation

En 2011-2012, l'Institut Péricimètre a atteint sa principale cible, poursuivant des projets conjoints avec des centres d'expérimentation et d'observation au Canada. Reconnaissant que l'expérimentation constitue le test ultime de toute théorie, l'Institut a continué de renforcer ses liens avec le partenaire

¹⁶ David Morrissey, du laboratoire TRIUMF; Veronica Sanz, de l'Université York.

¹⁷ Tim Johannsen partagera son temps entre l'Institut Péricimètre, l'Institut canadien d'astrophysique théorique et l'Université de Waterloo.

¹⁸ Roger Melko a fait l'objet d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, et Matthew Johnson est devenu le premier professeur associé de l'Institut dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université York.

d'expérimentation qu'il a contribué à mettre sur pied, l'Institut d'informatique quantique (IQC) de l'Université de Waterloo. Roger Melko, nouveau professeur associé à l'Institut Péricimètre, est affilié à l'IQC, et le nouveau professeur adjoint Dmitry Abanin prévoit passer une journée par semaine à l'IQC à son arrivée en 2012-2013. Les professeurs associés David Cory, Raymond Laflamme et Michele Mosca continuent d'être des membres importants du corps professoral de l'IQC, qui comprend en outre 3 nouveaux membres affiliés de l'Institut Péricimètre : Adrian Lupascu, Hamed Majedi et Ashwin Nayak. Un tel tissu de liens entraîne forcément des collaborations de recherche continues entre les 2 instituts.

L'Institut Péricimètre a également renforcé ses liens avec d'autres partenaires en matière d'expérimentation au Canada, dont les laboratoires TRIUMF et SNOLAB dans les domaines de la physique corpusculaire et nucléaire. En juillet 2012, l'Institut Péricimètre, TRIUMF et SNOLAB ont fait parvenir au gouvernement du Canada une lettre conjointe encourageant le ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie à envisager des liens plus officiels avec l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), par exemple le statut de membre associé. Dans cet esprit, l'Institut Péricimètre collabore avec les principaux centres canadiens d'expérimentation en physique des particules, afin que le pays joue un rôle plus important dans la plus grande expérience au monde, le grand collisionneur hadronique (LHC) du CERN.

L'Institut Péricimètre travaille déjà avec succès en collaboration avec des expérimentateurs du LHC. En avril 2012, l'Institut a accueilli près de 40 théoriciens et expérimentateurs de premier plan du monde entier pour la conférence *Higgs, Now and in the Future* (Le boson de Higgs, maintenant et dans l'avenir)¹⁹. Les professeurs Philip Schuster et Natalia Toro ont établi des liens très productifs avec des expérimentateurs du LHC et, en 2011-2012, l'Institut Péricimètre a officiellement lancé son programme GO (pour *Get Out* – Sortez) qui permet à des postdoctorants en physique des particules de travailler avec des collègues expérimentateurs dans des centres tels que le CERN, TRIUMF et SNOLAB.

Programme d'affiliation

En 2011-2012, l'Institut Péricimètre a recruté dans tout le pays 17 nouveaux membres affiliés, dépassant les objectifs fixés et portant leur nombre à 119. Les membres affiliés sont des chercheurs choisis au sein d'universités canadiennes et invités à faire régulièrement des séjours informels à l'Institut Péricimètre pour collaborer avec ses chercheurs et participer à ses activités de recherche. Ce programme continue de renforcer des liens régionaux et nationaux entre les chercheurs de l'Institut Péricimètre et la communauté scientifique canadienne, tout en alimentant la recherche effectuée à l'Institut (voir l'annexe C, *Membres affiliés de l'Institut Péricimètre*).

¹⁹ Plusieurs importantes institutions canadiennes ont participé à cette conférence : le laboratoire TRIUMF, les universités Carleton, McMaster et Simon-Fraser, de même que les universités de l'Alberta, de la Colombie-Britannique, de Montréal, de Toronto et de Victoria.

Objectif n° 8 : Organiser des conférences, ateliers, cours et séminaires ciblés et opportuns

Résumé des réalisations

- Tenue de 17 conférences et ateliers ciblés auxquels ont participé 1013 scientifiques du monde entier
- Collaboration avec des partenaires canadiens et étrangers pour l'organisation de 7 conférences et ateliers, et parrainage de 11 autres conférences, ateliers et colloques (voir l'objectif n° 7)
- Tenue de 299 rencontres scientifiques (271 séminaires et 28 colloques)
- Enseignement de 5 cours à des chercheurs et étudiants d'universités environnantes

Points saillants

Conférences et ateliers

- En 2011-2012, l'Institut Périmètre a tenu 17 conférences et ateliers ciblés, dont 2 comptant plus de 100 participants, dépassant les objectifs fixés²⁰.

L'Institut Périmètre organise des conférences ciblées et opportunes ainsi que des ateliers sur de la recherche à la fine pointe en physique théorique, donnant la priorité à des sujets qui ont un potentiel élevé de résultats significatifs et stimulants. Plus de 1000 scientifiques du monde entier sont venus à l'Institut Périmètre cette année, soulignant son rôle de centre majeur d'échanges en physique théorique à l'échelle mondiale. Ce programme de conférences contribue en outre à renforcer les liens avec les institutions partenaires, comme le montrent les 7 conférences organisées par l'Institut Périmètre en collaboration avec des partenaires canadiens et étrangers en 2011-2012²¹.

²⁰ Ces 2 conférences de plus grande envergure ont été les suivantes : *Exact Results in Gauge/Gravity Dualities* (Résultats exacts en matière de dualité entre théorie de jauge et gravitation), du 8 au 12 août 2011, avec 106 participants, dont Nima Arkani-Hamed et Leo Kadanoff, titulaires de chaire de chercheur invité distingué; *Integrability in Gauge and String Theory* (Intégrabilité dans les théories de jauge et théories des cordes), du 15 au 19 août 2011, avec 129 participants, dont William Unruh, Nima Arkani-Hamed et Leo Kadanoff, titulaires de chaire de chercheur invité distingué; ces deux conférences faisaient partie du programme IGST 2011.

²¹ Ce sont : *Emergence and Effective Field Theory* (Émergence et théorie des champs effectifs), avec l'Institut Rotman de l'Université Western; *Recent Progress in Quantum Algorithms* (Progrès récents en algorithmique quantique), avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo; *GAP 2012*, avec l'Université de Waterloo; la conférence de la Société canadienne d'histoire et de philosophie des sciences, avec l'Université de Waterloo; *Cosmological Frontiers in Fundamental Physics 2012* (Frontières cosmologiques en physique fondamentale 2012), avec l'Institut Solvay de Bruxelles, en Belgique, et le Laboratoire Astroparticule et Cosmologie (APC) de Paris, en France; *Background and Methods of Highly Frustrated Magnetism 2012* (Contexte et méthodes du magnétisme hautement frustré), avec l'Université McMaster; *Relativistic Quantum Information* (Informatique quantique relativiste), avec l'Université de Waterloo.

Par ailleurs, l'Institut Périmètre a parrainé 11 autres conférences au Canada et à l' tranger²².

Parmi les conférences innovatrices tenues à l'Institut Périmètre au cours de l'année écoulée, les suivantes sont particulièrement dignes de mention :

- ***Integrability in Gauge and String Theory*** (Intégrabilité en théorie de jauge et théorie des cordes), du 31 juillet au 19 août 2011 – Ce programme de 3 semaines a comporté 3 phases distinctes, chacune comptant de 80 à 130 participants, sur ce sujet de pointe. Il y a eu d'abord l' cole d'été sur le logiciel *Mathematica*, qui a permis à des physiciens de tous niveaux d'apprendre ce logiciel tout en travaillant sur des problèmes de recherche avancés dans le domaine des amplitudes de diffusion. La deuxième phase a consisté en un atelier de 5 jours intitulé *Exact Results in Gauge/Gravity Dualities* (Résultats exacts en matière de dualité entre théorie de jauge et gravitation). Enfin, la conférence officielle *Integrability in Gauge and String Theory* (Intégrabilité en théorie de jauge et théorie des cordes) a permis d'échanger de nouvelles idées sur ce domaine en évolution rapide.
- ***Emergence and Effective Field Theory*** ( mergence et théorie des champs effectifs), du 26 au 28 octobre 2011 – Cet atelier interdisciplinaire a mis l'accent sur l'application d'idées des théories des champs effectifs à de nombreux domaines de la physique, dont la physique de la matière condensée, la cosmologie, la physique des hautes énergies, la théorie des cordes et la gravitation quantique. Leo Kadanoff, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a été l'un des organisateurs scientifiques de cet atelier, auquel ont participé Ganapathy Baskaran et William Unruh, également titulaires de chaire de chercheur invité distingué.
- ***Higgs: Now and in the Future*** (Le boson de Higgs, maintenant et dans l'avenir), les 23 et 24 avril 2012 – Cette conférence illustre le genre d'enrichissement mutuel des idées entre la théorie et l'expérimentation que l'Institut Périmètre cherche à favoriser. Avant l'annonce officielle survenue en juillet de la découverte du boson de Higgs, l'Institut a réuni un groupe d'expérimentateurs de premier plan (la plupart travaillant à l'expérience ATLAS au grand collisionneur hadronique du CERN) et des théoriciens, pour un atelier de 2 jours visant à comprendre les récents développements liés au boson de Higgs et à paver la voie pour l'avenir.

²² 1. *QIP 2012*; 2.  cole de cosmologie IP-ICTP-AIMS; 3. Institut d'hiver du lac Louise 2012; 4. *Theory Canada 7*; 5.  cole d'été 2012 sur l'information quantique; 6. 9^e conférence étudiante canadienne sur l'information quantique; 7. 14^e conférence canadienne sur la relativité générale et l'astrophysique relativiste; 8. Conférence en l'honneur du 60^e anniversaire de naissance de John Preskill; 9. Les femmes et la physique au Canada; 10. Réseau de physique théorique des Prairies canadiennes; 11. Atelier de physique des lasers 2012.

Séminaires et colloques

- En 2011-2012, l'Institut Périmètre a tenu 271 séminaires et 28 colloques, dépassant les objectifs fixés.

Les séminaires et colloques favorisent la collaboration et le partage de connaissances de la part de chercheurs de premier plan au monde, stimulant les chercheurs de l'Institut. Au cours de la dernière année, les exposés présentés par Yakir Aharonov, James Bardeen, Ganapathy Baskaran, Ramesh Narayan, Frans Pretorius, Subir Sachdev, Senthil Todadri, William Unruh, Ashvin Vishwanath et Mark Wise, tous titulaires de chaire de chercheur invité distingué, sont particulièrement dignes de mention. Le nombre plus grand que prévu de séminaires et colloques est dû en grande partie à une forte augmentation du nombre d'exposés scientifiques prononcés par des recrues potentielles lors de leur visite de l'Institut Périmètre.

PIRSA, le système d'archivage en ligne de l'Institut Périmètre

- En 2011-2012, 75 369 visiteurs distincts de 166 pays ont accédé à PIRSA, soit 47 % de plus que l'année précédente.

Presque tous les exposés présentés à l'Institut Périmètre sont accessibles en ligne dans PIRSA, le système d'archivage en ligne de l'Institut, à l'adresse www.pirsa.org. Ce système permanent d'archives vidéo de conférences, ateliers, colloques et cours, que l'on peut consulter et citer sans frais, a été mis au point par l'Institut afin de faciliter la diffusion des connaissances à la communauté scientifique internationale. C'est une ressource scientifique importante dans le domaine, comme en témoigne la hausse continue du nombre d'accès année après année. Les utilisateurs, nouveaux ou anciens, accèdent plus souvent à PIRSA, comme en fait foi l'augmentation de 37 % du nombre de visites par rapport à l'année précédente, pour un total de 674 618 pages consultées.

Cours

- En 2011-2012, l'Institut Périmètre a offert 5 cours (dont 4 donnant droit à des crédits), conformément aux objectifs fixés.

En plus des cours de 3 semaines donnés dans le cadre du programme PSI, des scientifiques résidents et invités de l'Institut Périmètre donnent des cours spécifiques sur des sujets à la fine pointe de la recherche. Ces cours sont ouverts aux étudiants des universités environnantes. Les cours avancés sur la relativité générale, par Éric Poisson (Université de Guelph), et sur la théorie quantique des champs, par Cliff Burgess (professeur associé à l'Institut Périmètre), sont notamment dignes de mention.

Objectif n° 9 : Mener une action de diffusion des connaissances à fort impact

Résumé des réalisations

- Tenue de la 10^e école d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP), de 6 ateliers *Go Physics!* (Vive la physique!) d'une journée, ainsi que de 14 exposés *Physica Phantastica* pour plus de 2100 élèves d'un bout à l'autre du pays
- Organisation de 85 ateliers pour plus de 3300 enseignants dans toutes les régions du Canada et à l'étranger, touchant plus de 180 000 élèves
- Accueil de plus de 200 participants à la conférence annuelle de l'Association des enseignants en physique de l'Ontario
- Réalisation de 2 nouveaux outils pédagogiques utilisables en classe et par le Web
- Rédaction de l'unité de physique moderne du manuel de physique de 12^e année pour le programme de sciences de l'Ontario
- Organisation de 3 jours de festivités d'ouverture du Centre Stephen-Hawking, avec la participation de plus de 10 000 visiteurs sur place et de milliers d'autres en ligne et par le truchement de la télévision
- Tenue de la conférence collaborative *BrainSTEM* visant à favoriser l'innovation en communication scientifique
- Présentation de 11 conférences publiques
- Publication du document *Equinox Blueprint: Energy 2030* (Plan Équinoxe : Énergie 2030) et distribution de ce document à plus de 1200 intervenants partout dans le monde
- Participation active à *Équipe Canada* lors de la réunion annuelle de l'Association américaine pour l'avancement de la science (AAAS)

Points saillants

Programmes et produits destinés aux élèves

École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP)

- L'Institut Périmètre a tenu avec succès sa 10^e école d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP), réunissant 39 élèves canadiens et étrangers triés sur le volet²³.

L'école d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP) donne à des élèves canadiens et étrangers doués l'occasion de venir à l'Institut pour 2 semaines d'étude intensive de la physique moderne, y compris des séances de mentorat et des visites de laboratoires. En exposant directement

²³ Le groupe comprenait 20 Canadiens de 9 provinces et 19 élèves étrangers provenant de 11 pays.

ces élèves à la recherche de pointe, à un âge où ils songent sérieusement à leur orientation professionnelle, l'Institut s'efforce de susciter l'éclosion de nouveaux talents pour la physique et pour le Canada²⁴. Des enquêtes de suivi montrent que ce programme est couronné de succès, puisque plus de 70 % des participants disent que l'ISSYP les a incités à poursuivre une carrière en mathématiques ou en physique.

Une volonté d'amélioration constante est au cœur du succès de l'ISSYP. Ainsi, en 2011, grâce à un soutien sur plusieurs années de la Fondation RBC, l'Institut Périmètre a retenu les services d'un conseiller en éducation pour améliorer le programme de l'ISSYP et en rassembler le riche contenu dans un manuel de physique moderne, afin de le rendre accessible à un plus grand nombre. Par voie de conséquence, l'édition de 2012 a commencé à remplacer des cours traditionnels par des expériences qui se rapprochent de la véritable nature de la recherche scientifique, et les participants ont fait part de leurs réactions à propos des premiers chapitres du nouveau manuel.

Go Physics! (Vive la physique!)

- En 2011-2012, l'Institut Périmètre a organisé 6 ateliers *GoPhysics! (Vive la physique!)* d'un bout à l'autre du pays²⁵.

GoPhysics! (Vive la physique!) est un programme d'une journée qui donne à environ 25 élèves à la fois un aperçu de ce qu'est l'ISSYP. Animé par des membres du réseau d'enseignants et des scientifiques du programme de diffusion des connaissances de l'Institut Périmètre, il est conçu pour communiquer la passion de la physique moderne à des élèves doués du second cycle du secondaire.

Exposés Physica Phantastica

- En 2011-2012, le personnel de l'Institut Périmètre a présenté 14 exposés à grande échelle à plus de 2100 élèves de toutes les régions du pays, dépassant les objectifs fixés.

Les exposés *Physica Phantastica* constituent une introduction divertissante et accessible à la physique moderne, conçue pour captiver et inspirer les participants par l'exploration des mystères du cosmos. Même si *Physica Phantastica* demeure principalement destiné à des élèves de la 7^e à la 12^e année, l'Institut Périmètre l'a aussi présenté à 2 reprises à des auditoires d'adultes qui en avaient fait la demande : l'Association ontarienne pour l'enseignement des mathématiques (OAME) et les enseignants de mathématiques du Conseil scolaire de la région de Waterloo (WRDSB).

²⁴ Des enquêtes de suivi montrent que des anciens de l'ISSYP ont poursuivi leurs études dans des institutions de calibre mondial – dont les universités de Cambridge et de Princeton, le MIT, les universités Stanford et Harvard, de même que le CERN – et dans un grand nombre d'universités canadiennes : les universités de l'Alberta, de Brandon, de la Colombie-Britannique, de Calgary, de Guelph, du Manitoba, de l'Île-du-Prince-Édouard, de la Saskatchewan, de Toronto, de Victoria, de Waterloo et de Windsor, ainsi que les universités Acadia, Carleton, Dalhousie, McGill, McMaster, Memorial, Mount-Allison, Queen's, Saint Mary's, Western et Wilfrid-Laurier (en plus du programme PSI).

²⁵ Dans les villes de Victoria, Regina, Brampton, Uxbridge, Charlottetown et St. John's.

Participation des autochtones

- En juillet 2012, des partenaires d'Actua ont présenté du contenu élaboré par l'Institut Périmètre à 955 jeunes autochtones dans 61 collectivités rurales et isolées.

Après avoir cherché les manières les plus efficaces de susciter la participation des enseignants et élèves autochtones dans tout le Canada, l'Institut Périmètre a élaboré un plan d'action comprenant un partenariat avec Actua, le principal organisme canadien de diffusion des connaissances en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM) auprès des jeunes. De fait, l'Institut a déjà commencé à mettre en œuvre cette stratégie : en 2012, le personnel de diffusion des connaissances de l'Institut Périmètre a formé des membres d'Actua de toutes les régions du pays aux ressources de l'Institut et a mené un projet pilote visant des écoles primaires du Nord de l'Ontario, du Nord de la Colombie-Britannique, des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut.

Programmes et ressources destinés aux enseignants

***EinsteinPlus*, atelier national pour enseignants**

- En 2012, 52 enseignants du secondaire (43 du Canada et 9 de l'étranger) ont participé à l'atelier national *EinsteinPlus* (E+) pour enseignants.

Cet atelier intensif d'une semaine est l'élément central de l'engagement profond de l'Institut Périmètre envers les enseignants de physique. Il permet de mettre en commun des stratégies efficaces d'enseignement des principaux concepts de la physique moderne, facilite les échanges entre collègues de méthodes d'enseignement éprouvées et donne l'occasion de tester des ressources pédagogiques en cours de développement à l'Institut Périmètre, afin d'assurer qu'elles sont valables sur le plan pédagogique et qu'elles auront l'effet voulu en classe. Des enquêtes menées auprès des participants à E+ montrent que cet atelier constitue une excellente occasion de perfectionnement professionnel et un moyen efficace de diffusion des ressources pédagogiques de l'Institut.

Réseau des enseignants

- Les membres du réseau des enseignants de l'Institut Périmètre ont animé 65 ateliers suivis par 1500 enseignants. En 2011-2012, conformément aux objectifs fixés, ces ateliers ont touché 112 500 élèves du secondaire au Canada.

Les anciens participants à *EinsteinPlus* forment le noyau du réseau des enseignants de l'Institut Périmètre, qui joue un rôle crucial pour étendre la portée des ressources pédagogiques de l'Institut. Ce réseau compte plus de 60 enseignants dans toutes les régions de l'Ontario et d'ailleurs au Canada. Ses membres forment dans leur région des collègues enseignants à l'utilisation des modules éducatifs de l'Institut Périmètre.

Ateliers sur place pour enseignants

- L'Institut Péricimètre a donné 18 ateliers sur place au cours de rencontres d'enseignants au Canada, dépassant les objectifs fixés et touchant plus de 1800 enseignants²⁶.

Les exposés à des conférences et rencontres éducatives ont fait la preuve qu'ils constituent un moyen efficace d'augmenter la visibilité et la portée des produits et programmes de diffusion des connaissances de l'Institut Péricimètre, aussi bien au Canada qu'à l'étranger. En avril 2012, l'Institut a accueilli plus de 200 participants à la conférence annuelle de l'Association des enseignants en physique de l'Ontario (OAPT), soit la plus forte participation de l'histoire de l'OAPT.

Le personnel de diffusion des connaissances de l'Institut Péricimètre a présenté encore une fois des ateliers à l'étranger, à la réunion nationale annuelle d'été des conseillers en enseignement de la physique (*Physics Teaching Resource Agents – PTR*A), aux États-Unis, ainsi qu'au programme du CERN pour les enseignants du secondaire (programme HST), en Suisse, devant plus de 50 enseignants en physique de plus de 20 pays européens. Il a également fait plusieurs exposés pour des enseignants du primaire et du premier cycle du secondaire, dans le cadre d'un plan stratégique pour accroître les efforts de diffusion des connaissances auprès des jeunes élèves²⁷.

Ressources pédagogiques

Modules *Inspirations* et *Explorations* de l'Institut Péricimètre

- En 2011-2012, l'Institut a terminé la réalisation de 2 nouveaux modules destinés aux écoles : *Process of Science* (Le processus de la science) et *Au-delà de l'atome : la physique des particules remodelée*.

Les modules éducatifs de l'Institut Péricimètre destinés aux écoles ont atteint à ce jour plus d'un million d'élèves au Canada. Conçus en tenant compte de l'opinion d'enseignants en physique et de scientifiques, ils constituent le principal moyen mis en œuvre par l'Institut pour initier les élèves canadiens du secondaire à la physique moderne. Les réactions montrent qu'ils sont utilisés et réutilisés dans les écoles.

²⁶ Parmi ces rencontres, mentionnons la Conférence *Catalyst* d'enseignement des sciences en Colombie-Britannique, de même que les conférences annuelles des associations des professeurs de sciences de l'Ontario (APSO) et du Manitoba (STAM).

²⁷ L'Institut Péricimètre a mis au point le module *Process of Science* (Le processus de la science) spécifiquement pour les élèves du primaire et du premier cycle du secondaire, en plus de leur proposer les dessins animés *Alice and Bob in Wonderland* (Alice et Bob au pays des merveilles). Le personnel de diffusion des connaissances de l'Institut a animé pour l'APSO deux séances spécifiquement destinées aux enseignants de ces niveaux et a participé en septembre 2011 à une journée de perfectionnement professionnel offerte aux enseignants du primaire de la région. Il a aussi formé des membres d'Actua, important organisme canadien de diffusion des connaissances auprès des jeunes, qui ont à leur tour formé des élèves partout au pays dans le cadre de la programmation d'été d'Actua.

L'Institut Périmètre adopte une approche équilibrée de la création de produits éducatifs. Les modules *Inspirations* visent à motiver les élèves du primaire et du premier cycle du secondaire à continuer de suivre des cours de mathématiques et de sciences au second cycle, alors que les modules *Explorations* présentent des idées et du contenu technique plus complexes aux élèves du second cycle du secondaire, ce qui constitue une excellente préparation pour les cours de niveau postsecondaire en mathématiques, en sciences et en génie.

Intitulé ***Process of Science*** (Le processus de la science), le plus récent module de la série *Inspirations* montre la démarche intellectuelle des scientifiques dans leurs recherches. Le module de la série *Explorations Au-delà de l'atome : la physique des particules remodelée* aborde l'un des sujets de l'heure en physique en présentant en détail les progrès de notre compréhension des éléments qui forment le cosmos. Ce module a été réalisé en français et en anglais cette année.

De plus, au cours de l'année, des parties d'outils pédagogiques existants de l'Institut Périmètre – dont *Revolutions in Science* (Révolutions en sciences), *The Challenge of Quantum Reality* (Le défi de la réalité quantique) et *Measuring Planck's Constant* (Mesure de la constante de Planck) – ont été incorporées à *Physics 12*, le seul manuel de physique de 12^e année conforme au programme de l'Ontario. On s'attend à ce que ce contenu soit présenté à tous les élèves de physique de la province pendant des années.

L'Institut Périmètre continue d'élaborer de nouveaux contenus et de rechercher des manières d'étendre leur portée. Il vient de commencer à travailler à un nouveau module *Explorations* sur les carrières en sciences, qui devrait être prêt en 2013-2014. Entre-temps, dans le but de rehausser son image de marque à l'étranger, l'Institut explore la possibilité d'étendre au monde entier la distribution de ses outils pédagogiques.

Ressources en ligne

L'Institut Périmètre accorde depuis longtemps la priorité à l'offre de versions numériques de ses principaux programmes et produits, afin d'en accroître la portée et l'impact. Les ressources de grande qualité accessibles dans le site Web de l'Institut comprennent les modules *Inspirations* et *Explorations*, *Virtual ISSYP* (École d'été virtuelle), plus de 30 entrevues filmées de la série *Meet a Scientist* (Rencontre avec un scientifique), ainsi que des archives de conférences publiques (également accessibles dans le site *iTunes University*).

En 2011-2012, l'équipe de diffusion des connaissances a continué de mettre à jour et d'accroître les ressources en ligne de l'Institut Périmètre, permettant ainsi à l'Institut d'atteindre davantage d'élèves avec efficacité et à un coût raisonnable. Au cours de l'année, l'Institut a tenu 12 webinaires avec des élèves et des enseignants de toutes les régions du pays²⁸.

²⁸ Il y a eu 7 webinaires pour les enseignants de partout au pays, de même que 5 webinaires pour les élèves d'Edmonton, Calgary, Toronto, Uxbridge et Halifax.

Au cours de l'année écoulée, l'Institut Périmètre a étendu son réseau dans les médias sociaux, en diffusant des contenus ciblés et attrayants, surtout par le truchement de Facebook, de Twitter et de YouTube. À cet égard, un concours en ligne publicisé par les médias sociaux qui était prévu pour l'exercice 2011-2012 se tiendra plutôt au début de 2012-2013, dans la foulée de la magnifique occasion que représentent les conférences Massey données par Neil Turok, directeur de l'Institut.

L'équipe de diffusion des connaissances a en outre mis au point de nouveaux contenus pour des émissions Web sur des sujets particuliers, conformément aux objectifs fixés. Fait à remarquer, l'atelier en ligne sur le sujet du jour mis sur pied pour expliquer les nouveaux résultats obtenus au grand collisionneur hadronique du CERN s'est avéré très populaire, attirant plus de 1100 visionnements en direct, et plus de 10 000 visites de douzaines de pays dans les jours qui ont suivi. Il a également été cité dans la page d'accueil de la revue *Scientific American*. Cet atelier demeure accessible à ceux qui souhaitent le visionner.

Conférence collaborative *BrainSTEM*

En juin 2012, en collaboration avec le consortium Communitech de Waterloo, l'Institut Périmètre a été l'hôte de la **conférence collaborative *BrainSTEM***. Ce sommet sur invitation a réuni des créateurs de vidéos scientifiques, des éducateurs et des experts de la diffusion des connaissances pour 2 jours d'intenses discussions sur l'état de l'éducation scientifique. Cette activité a placé l'Institut Périmètre à l'avant-garde du domaine en ébullition de la science en ligne, avec la participation de créateurs de contenu qui totalisent plus de 300 millions de visionnement dans YouTube et plus de 2,5 millions d'abonnés. Les leçons tirées de cette conférence contribueront à éclairer les efforts de diffusion en ligne de l'Institut Périmètre, mais les partenaires de l'Institut dans le milieu de l'enseignement en ont déjà tiré des bénéfices en découvrant un très bon moyen d'engager les élèves dans un forum en ligne qu'ils ont rapidement adopté.

Événements spéciaux et programmes destinés au grand public

Ouverture officielle du Centre Stephen-Hawking de l'Institut Périmètre

- Plus de 10 000 visiteurs, dont des dignitaires locaux, provinciaux et fédéraux, ont participé sur place aux 3 jours d'activités de l'ouverture officielle du Centre Stephen-Hawking.

En septembre 2011, l'Institut Périmètre a célébré l'ouverture du Centre Stephen-Hawking pendant 3 jours de festivités conçues pour remercier le public et les partenaires privés de l'Institut, et pour faire connaître à tous la passion de la science. Le programme des festivités comprenait 4 conférences publiques, des visites guidées des installations et des expositions interactives. Il y a eu aussi une activité spéciale en l'honneur de la vie et des travaux de Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Périmètre, qui a participé à l'événement par vidéoconférence. En plus des

visiteurs sur place, des milliers de personnes ont pu suivre les principales activités en ligne et à la télévision.

L'ouverture officielle du Centre Stephen-Hawking a fait l'objet d'une grande couverture médiatique, dont un reportage de 2 pages dans *The Globe and Mail* et un article-vedette dans le *National Post* (éditions du samedi 17 septembre 2011). On estime que plus de 2 millions de personnes en tout ont pris connaissance en ligne ou sur papier de ces activités. L'émission de télévision *Stephen Hawking: The Power of Ideas* (Stephen Hawking – Le pouvoir des idées) continue d'être regardée en ligne, avec plus de 40 000 visionnements dans YouTube seulement²⁹.

Conférences publiques

- En 2011-2012, l'Institut Périmètre a présenté 11 conférences publiques accessibles et captivantes sur des sujets scientifiques fascinants.

Les conférences publiques de l'Institut Périmètre, présentation de la Financière Sun Life, demeurent extrêmement populaires. Chaque fois, les 600 billets disponibles s'envolent en quelques minutes (les conférences sont gratuites, mais il faut se procurer des billets à l'avance par le truchement du site Web de l'Institut). Voici quelques points saillants de la saison 2011-2012 : l'astronaute canadienne Julie Payette a parlé de la recherche et de la collaboration dans l'espace; l'historien des sciences George Dyson a raconté les origines de l'univers numérique; Fay Dowker, du Collège impérial de Londres, a abordé la thermodynamique des trous noirs; l'auteur Graham Farmelo a parlé d'un célèbre excentrique, Paul Dirac; le physicien indépendant Julian Barbour a posé cette question : « Le temps existe-t-il? »

L'Institut Périmètre a poursuivi en 2011-2012 son partenariat avec TVO, qui a enregistré de manière professionnelle toutes les conférences pour ensuite les diffuser dans le cadre de l'émission *Big Ideas* (De grandes idées) et en ligne dans les sites Web de TVO et de l'Institut, de même que dans le site *iTunes University*. Dans le cadre de ce partenariat, TVO a également diffusé l'émission *Stephen Hawking: The Power of Ideas* (Stephen Hawking – Le pouvoir des idées). TVO rapporte que les productions de l'Institut Périmètre font partie de ses émissions scientifiques les plus populaires.

Le partenariat WGSi (Waterloo Global Science Initiative)

WGSi est un partenariat sans but lucratif, financé de manière indépendante, mis sur pied par l'Institut Périmètre et l'Université de Waterloo. Il a pour mandat de favoriser la résolution de problèmes importants à l'aide de la science et de la technologie. La première conférence de WGSi, intitulée *Equinox Summit: Energy 2030* (Sommet Équinoxe : Énergie 2030), a réuni en juin 2011 des scientifiques, des experts en politiques, des entrepreneurs et de futurs dirigeants de partout dans le monde, afin d'explorer de nouvelles technologies de production, de stockage et de distribution d'électricité.

²⁹ L'annexe F, *Présence dans les médias*, résume la couverture médiatique de l'Institut Périmètre en 2011-2012, dont l'ouverture officielle du Centre Stephen-Hawking.

En février 2012, conformément aux objectifs fixés, est paru le document *Equinox Blueprint: Energy 2030* (Plan Équinoxe : Énergie 2030), qui résume les recommandations des participants à la conférence WGSJ sur les technologies susceptibles d'avoir un pouvoir transformateur et sur leurs stratégies de mise en œuvre. Ce rapport a fait l'objet d'une importante couverture médiatique à l'échelle internationale, dont un reportage de 2 pages dans *The Globe and Mail*. Il a également été présenté à la réunion annuelle de L'Association américaine pour l'avancement de la science (AAAS). Le rapport a été distribué à plus de 1200 intervenants partout dans le monde, dont des chefs de file mondiaux en matière de science et de technologie dans les secteurs privé et public.

L'Association américaine pour l'avancement de la science (AAAS) et les médias scientifiques

L'Association américaine pour l'avancement de la science (AAAS), la plus importante association scientifique au monde, a tenu sa réunion annuelle à Vancouver en février 2012. C'était la première fois en 30 ans que l'AAAS tenait sa réunion annuelle à l'extérieur des États-Unis. Avec plus de 6000 participants liés à la science, à la recherche, aux politiques, à l'éducation et aux médias, cette réunion a constitué pour l'Institut Péricône une excellente occasion de faire connaître les succès canadiens dans les domaines de la recherche, de la formation et de la diffusion des connaissances, tout en tissant des liens avec des communicateurs scientifiques.

À titre de membre important d'*Équipe Canada*, l'Institut Péricône a contribué à rehausser le profil de la recherche fondamentale en présentant plusieurs conférences, tables rondes et ateliers. Mentionnons notamment : les remarques d'ouverture de Neil Turok, coprésident de la réunion annuelle de l'AAAS et directeur de l'Institut Péricône; la conférence plénière de Mike Lazaridis, fondateur et président du conseil d'administration de l'Institut, sur l'importance de la science et de l'éducation; deux tables rondes présentées en collaboration avec l'Institut africain des sciences mathématiques et l'Institut d'informatique quantique; une rencontre avec les médias internationaux sur le thème de l'innovation.

En plus de participer à la réunion annuelle de l'AAAS, l'Institut Péricône a continué de soutenir le développement des médias scientifiques, à titre de commanditaire du Programme de communication scientifique du Centre Banff et comme membre fondateur du Centre canadien sciences et médias.

Objectif n° 10 : Continuer d'exploiter le modèle de financement public-privé qui a fait ses preuves à l'Institut PÉRIMÈTRE

Résumé des réalisations

- Conclusion d'une entente de financement de 50 millions de dollars avec le gouvernement fédéral, à compter de 2012
- Conclusion d'une entente de financement de 50 millions de dollars avec le gouvernement provincial, à compter de 2011
- Obtention d'une subvention de 2 millions de dollars de la Fondation John-Templeton
- Obtention de près de 1,2 million de dollars en argent, plus 600 000 \$ de dons en nature
- Obtention d'un engagement de 4 millions de dollars d'une fondation privée

Points saillants

Financement public

L'Institut PÉRIMÈTRE est financé dans le cadre d'un partenariat public-privé innovateur. À ce jour, les contributions des secteurs public et privé ont été à peu près égales, et l'Institut PÉRIMÈTRE a acquis une reconnaissance mondiale pour son modèle de financement, qui partage les possibilités et les bénéfices d'un investissement à long terme dans la recherche fondamentale.

Des investissements de tous les paliers de gouvernement ont contribué à la mise sur pied de l'Institut PÉRIMÈTRE, et le soutien du secteur public a été un élément crucial des succès de l'Institut jusqu'à ce jour. En 2011-2012, avec la conclusion d'ententes de financement, l'Institut a accueilli avec joie le soutien financier renouvelé des gouvernements du Canada et de l'Ontario. La subvention du gouvernement fédéral est de 50 millions de dollars à compter de 2012, alors que celle du gouvernement provincial est de 50 millions de dollars à compter de 2011.

Financement privé

En 2011-2012, les nouveaux dons privés d'individus et de sociétés ont augmenté de façon substantielle, passant de 231 000 \$ à 727 000 \$, sans compter un engagement de 4 millions de dollars d'une fondation privée. Dans le but d'encourager les dons du secteur privé, l'Institut PÉRIMÈTRE a créé un certain nombre de nouveaux cercles de financement. Par exemple, le **Cercle du directeur**, qui soutient le fonctionnement de l'Institut au moyen de dons de 1000 \$ à 250 000 \$, a permis de recueillir 172 000 \$ en 2011-2012. Le **Cercle Emmy-Noether**, qui destine les dons au soutien des femmes en sciences, a permis de recueillir plus de 50 000 \$.

L'Institut Périmètre recherche également des fonds auprès de fondations et a reçu 45 000 \$ à ce chapitre en 2011-2012. De plus, l'Institut a obtenu une subvention de 2 millions de dollars sur 3 ans de la Fondation John-Templeton pour mettre sur pied le **programme Frontières Templeton de l'Institut Périmètre**. Ce programme financera des bourses postdoctorales, des séjours de chercheurs invités et des conférences dans 3 domaines clés pour la réalisation de percées importantes dans notre compréhension de l'univers : les fondements et l'information quantiques, la cosmologie fondamentale et l'émergence de l'espace-temps.

Les nouveaux dons d'entreprise, dont Burgundy Asset Management, la Société Canadian Tire, la Banque Scotia et CIBC Mellon, ont augmenté en 2011-2012, passant à 503 000 \$. De plus, l'Institut a reçu des dons en nature d'une valeur de 589 000 \$, dont un système de visualisation mural à la fine pointe, d'une valeur de 410 000 \$, de Christie Digital.

Enfin, plusieurs sociétés et fondations donatrices ont renouvelé leur investissement en 2011-2012. En voici quelques exemples :

- La Financiere Sun Life a renouvelé son soutien financier annuel de 100 000 \$ à la série des conférences publiques de l'Institut pour la saison 2012-2013.
- La Fondation RBC vient de compléter la deuxième année d'un engagement de 400 000 \$ sur 4 ans envers l' cole d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes.
- La Fondation Cowan a de nouveau remis 25 000 \$ pour la réalisation de modules *Inspirations* pour les élèves.
- Le Fonds Musagetes de la Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo a donné 20 000 \$ supplémentaires pour soutenir la programmation culturelle de l'Institut en 2011-2012.

Chaires de recherche de l'Institut Périmètre

Les chaires de recherche de l'Institut Périmètre constituent un élément important de son plan stratégique d'expansion. L'Institut compte mettre sur pied 5 chaires de ce type, d'une valeur de 4 millions de dollars chacune, portant les noms de Neils Bohr, Albert Einstein, Leonhard Euler, James Clerk Maxwell, Isaac Newton. La chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique à l'Institut Périmètre est déjà financée, et l'Institut a accueilli en mai 2012 Xiao-Gang Wen (anciennement du MIT), théoricien de renommée mondiale dans le domaine de la matière condensée, comme titulaire de cette chaire (voir l'objectif n  2). En 2011-2012, l'Institut Périmètre a également obtenu une promesse de financement de la chaire Euler, qui sera annoncée lorsqu'un candidat approprié aura été officiellement recruté.

Conseil d'orientation

Le conseil d'orientation de l'Institut Péricimètre se compose de 22 personnes influentes, principalement du secteur privé, qui offrent à titre bénévole leur temps et leurs conseils, et agissent comme ambassadeurs de l'Institut Péricimètre auprès des entreprises et des organismes philanthropiques. Le conseil d'orientation renforce le cercle de contacts de l'Institut au-delà des secteurs de la haute technologie et de la recherche, pour inclure des domaines comme la finance, les médias et les grandes entreprises de vente au détail. À sa 2^e année d'existence, le conseil d'orientation a approché de nouveaux membres potentiels qui pourraient étendre la portée géographique du groupe au Canada et aux États-Unis. Quelque 70 % des membres du conseil d'orientation sont également donateurs de l'Institut.

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

États financiers résumés de

L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

pour l'exercice terminé le 31 juillet 2012



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

Les états financiers résumés ci-joints, qui comprennent l'état résumé de la situation financière au 31 juillet 2012, ainsi que l'état résumé des résultats et de l'évolution du solde des fonds pour l'exercice terminé à cette même date, ont été établis à partir des états financiers vérifiés de l'Institut Périmètre (« l'Institut ») pour l'exercice terminé le 31 juillet 2012. Nous avons exprimé une opinion sans réserve sur ces états financiers dans notre rapport daté du 7 décembre 2012. Ces états financiers, de même que les états financiers résumés ci-joints, ne tiennent pas compte d'événements survenus après la date de notre rapport sur les états financiers vérifiés.

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

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

La direction est responsable de la préparation d'un résumé des états financiers vérifiés selon les principes comptables généralement reconnus au Canada.

Responsabilité des vérificateurs

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

Opinion

À notre avis, les états financiers résumés établis à partir des états financiers vérifiés de l'Institut pour l'exercice terminé le 31 juillet 2012 constituent un résumé fidèle de ces états financiers, établi selon les principes comptables généralement reconnus au Canada.

Zeifmans LLP

Toronto (Ontario)
Le 7 décembre 2012

Comptables agréés
Experts-comptables autorisés

INSTITUT PÉRIMÈTRE

État résumé de la situation financière
au 31 juillet 2012

(en milliers de dollars)

	2012	2011
ACTIF		
Actif à court terme :		
Trésorerie et équivalents	1 697 \$	1 082 \$
Investissements	211 417	218 970
Subventions gouvernementales à recevoir	4 294	2 145
Autre actif à court terme	1 151	2 168
Éléments d'actif destinés à la vente	<u>1 235</u>	<u>---</u>
	219 794	224 365
Immobilisations	<u>55 281</u>	<u>55 489</u>
TOTAL DE L'ACTIF	<u>275 075 \$</u>	<u>279 854 \$</u>
PASSIF ET SOLDE DES FONDS		
Passif à court terme :		
Découvert bancaire	732 \$	577 \$
Dette bancaire	2 245	1 330
Comptes créditeurs et autre passif à court terme	<u>2 331</u>	<u>6 168</u>
TOTAL DU PASSIF	<u>5 308</u>	<u>8 075</u>
Solde des fonds :		
Investis dans les immobilisations	56 495	53 536
Grevés d'affectations d'origine externe	105 589	100 128
Grevés d'affectations d'origine interne	78 840	78 840
Non grevés	<u>28 843</u>	<u>39 275</u>
SOLDE TOTAL DES FONDS	<u>269 767</u>	<u>271 779</u>
	<u>275 075 \$</u>	<u>279 854 \$</u>

INSTITUT PÉRIMÈTRE

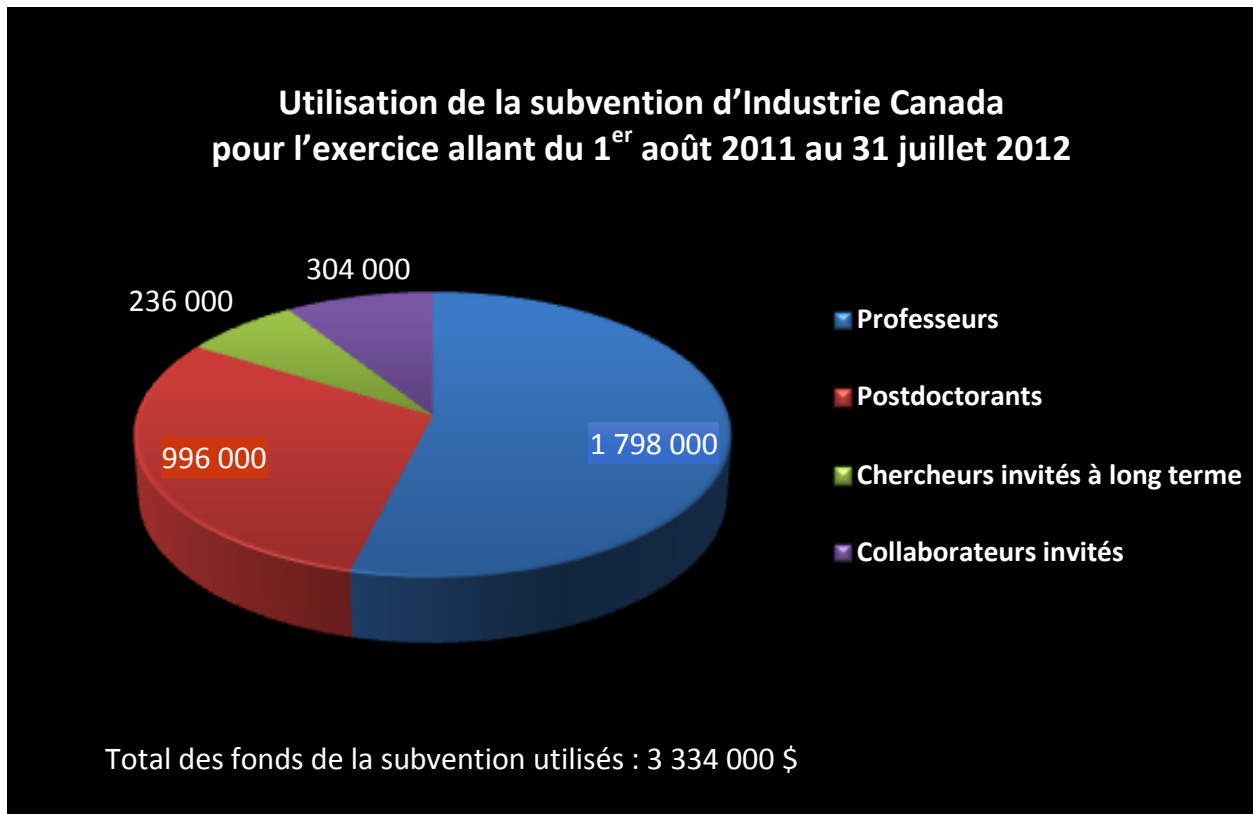
État résumé des résultats et du solde des fonds
pour l'exercice terminé le 31 juillet 2012

(en milliers de dollars)

	2012	2011
Produits :		
Subventions gouvernementales	14 412 \$	18 190 \$
Autres produits	741	425
Dons	<u>1 142</u>	<u>212</u>
	<u>16 295</u>	<u>18 827</u>
Charges :		
Recherche	11 025	9 748
Formation à la recherche	1 838	1 688
Diffusion des connaissances et communications scientifiques	3 350	2 601
Charges indirectes de recherche et de fonctionnement	<u>5 641</u>	<u>4 535</u>
	<u>21 854</u>	<u>18 572</u>
Excédent des produits par rapport aux charges avant produits de placement et amortissement	(5 559)	255
Amortissement	(4 098)	(1 573)
Produits de placement	<u>7 645</u>	<u>20 940</u>
Excédent des produits par rapport aux charges	(2 012)	19 622
Solde des fonds au début de l'exercice	<u>271 779</u>	<u>252 157</u>
Solde des fonds à la fin de l'exercice	<u>269 767 \$</u>	<u>271 779 \$</u>



Utilisation de la subvention d'industrie Canada



Stratégie de mesure des performances

L'Institut Périmètre possède un large éventail de politiques, systèmes et processus (internes et externes) de suivi et d'évaluation des performances, qui ont été mis au point au fil des ans et sont régulièrement réévalués et mis à jour. Ces moyens de mesure des résultats et de l'impact sont présentés ci-dessous.

Suivi interne des performances

- Rapports d'activité de recherche annuels remis pour évaluation au directeur général par tous les professeurs et professeurs associés
- Rapports d'activité de recherche annuels remis pour évaluation au directeur général par tous les groupes de recherche
- Suivi continu des publications et citations
- Comptes rendus et suivis mensuels des progrès de tous les programmes scientifiques
- Rapports et évaluations après les conférences
- Évaluation annuelle de tous les programmes scientifiques

- Évaluation du rendement des chercheurs à mi-mandat
- Programme de mentorat des boursiers postdoctoraux
- Rapports d'activité de recherche des chercheurs invités et suivi continu de toute leur production
- Suivi des postdoctorants qui ont obtenu un poste dans un autre établissement après leur départ de l'Institut
- Suivi de la présence et de l'impact des chercheurs dans le monde, par les collaborations et les invitations à donner des conférences
- Examen et évaluation internes de tous les programmes et produits de diffusion des connaissances

Suivi externe des performances

- Rapports périodiques au comité consultatif scientifique international, suivi d'une évaluation des performances et de recommandations (voir la liste des membres du comité à l'annexe E)
- Examen par le comité consultatif scientifique de tous les recrutements et promotions des membres du corps professoral
- Évaluation des publications par des pairs
- Audits opérationnels selon les accords de subvention
- Examen et évaluation externes de tous les programmes et produits de diffusion des connaissances

Stratégie d'investissement

Partenariat public-privé

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

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

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

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

Gouvernance

L'Institut Périmètre est une société sans but lucratif indépendante, régie par un conseil d'administration bénévole composé de membres issus du secteur privé et du milieu universitaire. Ce conseil est l'autorité de dernière instance pour toutes les questions liées à la structure générale et au développement de l'Institut (voir l'annexe D, *Membres du conseil d'administration de l'Institut Périmètre*).

Le conseil d'administration est soutenu par 2 comités dans l'exécution de ses obligations fiduciaires relatives à la gestion financière. Le comité de gestion des investissements est chargé de superviser l'investissement et la gestion des fonds reçus, conformément à une politique d'investissement approuvée par le conseil d'administration, qui définit les règles, normes et procédures prudentes à appliquer en la matière. Le comité des finances et de l'audit est chargé de superviser les politiques, processus et activités de l'Institut en matière de comptabilité, de contrôles internes, de gestion des risques, d'audit et d'information financière. Le conseil d'administration forme également d'autres comités en fonction des besoins pour l'aider à exercer ses fonctions.

Relevant du conseil d'administration, le directeur général de l'Institut est un scientifique éminent chargé d'établir et de mettre en œuvre l'orientation stratégique globale de l'Institut. Le directeur 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 résidents de l'Institut relèvent du directeur général et jouent un rôle actif dans la gestion opérationnelle des activités, en participant à différents comités chargés des programmes scientifiques.

Le comité consultatif scientifique, composé d'éminents scientifiques de renommée mondiale (voir l'annexe E, *Membres du comité consultatif scientifique de l'Institut Périmètre*), offre un contrôle et des conseils indépendants pour aider à faire en sorte que les activités de l'Institut répondent à des critères élevés d'excellence scientifique. Ses membres sont nommés pour 3 ans et participent à une réunion annuelle tenue à l'Institut pour examiner attentivement ses programmes de recherche scientifique et de diffusion des connaissances, après quoi son président rédige un rapport adressé au conseil d'administration et au directeur général.

Finances – Investissement et gestion des fonds

Le conseil d'administration est soutenu par 2 comités dans l'exécution de ses obligations fiduciaires relatives à la gestion financière. Le comité de gestion des investissements est chargé de superviser l'investissement et la gestion des fonds reçus, conformément à une politique d'investissement approuvée par le conseil d'administration, qui définit les règles, normes et procédures prudentes à appliquer en la matière. Le comité des finances et de l'audit est chargé de superviser les politiques, processus et activités de l'Institut en matière de comptabilité, de contrôles internes, de gestion des risques, d'audit et d'information financière.

Objectifs pour 2012-2013

Les succès résumés dans les pages précédentes indiquent très clairement que la planification stratégique de l'Institut Périmètre est à la fois judicieuse et efficace, et que son principal objectif est en bonne voie d'être atteint : créer et pérenniser un centre d'envergure mondiale pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique, afin de promouvoir l'excellence scientifique et de favoriser les percées scientifiques majeures.

Dans l'exercice à venir, l'Institut poursuivra sa trajectoire actuelle, fondée sur les objectifs stratégiques ci-dessous, pour progresser dans la réalisation de sa mission et de ses buts essentiels.

Énoncé des objectifs pour 2012-2013

- Objectif n° 1 : Réaliser des découvertes de classe mondiale.
- Objectif n° 2 : Devenir la résidence de recherche d'une masse critique des plus grands physiciens théoriciens au monde.
- Objectif n° 3 : Devenir un incubateur des talents les plus prometteurs.
- Objectif n° 4 : Devenir la seconde résidence de recherche de plusieurs grands théoriciens du monde.
- Objectif n° 5 : Constituer une plaque tournante d'un réseau mondial de centres de physique théorique et de mathématiques.
- Objectif n° 6 : Renforcer le rôle de l'Institut Périmètre comme centre de convergence pour la recherche en physique fondamentale au Canada.
- Objectif n° 7 : Organiser des conférences, ateliers, cours et séminaires ciblés et opportuns.
- Objectif n° 8 : Mener une action de diffusion des connaissances à fort impact.
- Objectif n° 9 : Créer l'environnement et l'infrastructure les meilleurs au monde pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique.
- Objectif n° 10 : Continuer d'exploiter le modèle de financement public-privé qui a fait ses preuves à l'Institut Périmètre.

Annexes

Remarque : Le contenu des annexes correspond à la situation de l'Institut Périmètre au 31 juillet 2012.

Annexe A : Corps professoral de l'Institut Périmètre

Professeurs

Neil Turok est le directeur de l'Institut Périmètre de physique théorique, situé à Waterloo (Ontario), au Canada. Il a obtenu son doctorat au Collège impérial de Londres en 1983, puis il a été postdoctorant à Santa Barbara. Il a ensuite été 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 au Département de mathématiques appliquées et de physique théorique de l'Université de Cambridge. En octobre 2008, il est devenu directeur de l'Institut Périmètre. Entre autres distinctions, M. Turok a reçu des 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. Entre autres réalisations, il a : démontré la corrélation possible entre les anisotropies en température et en polarisation du fonds 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 expansionnistes; 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, Neil Turok a fondé l'Institut africain des sciences 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, M. 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). Il a également été choisi pour prononcer les conférences Massey 2012.

Latham Boyle est devenu professeur adjoint à l'Institut Périmètre en 2010. Il a obtenu son doctorat en physique à l'Université de Princeton en 2006, sous la direction de Paul Steinhardt. 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 commencement de l'univers; avec Paul Steinhardt, il a déduit un ensemble de « relations d'amorçage de l'inflation » qui, si elles étaient confirmées par l'observation, soutiendraient de manière irréfutable la théorie de l'inflation primordiale. Il est l'un des inventeurs d'une technique algébrique simple permettant de comprendre la fusion de trous noirs. Il a récemment formulé la théorie des « porcs-épics », nom qu'il a donné aux réseaux de détecteurs d'ondes

gravitationnelles à basse fréquence, qui fonctionnent ensemble comme des télescopes pour la détection d'ondes gravitationnelles.

Freddy Cachazo est professeur à l'Institut Péricentre depuis 2005. Il a obtenu son doctorat en 2002 à l'Université Harvard. De 2002 à 2005, il a été membre de l'École de sciences naturelles de l'Institut d'études avancées de Princeton (New Jersey), aux États-Unis. M. Cachazo est l'un des plus grands experts mondiaux de l'étude et du calcul des amplitudes de diffusion en chromodynamique quantique (QCD) et en théorie de Yang et Mills supersymétriques en dimension 4. Il a reçu en 2007 une bourse de nouveau chercheur pour son projet intitulé *Taming the Strong Interactions: Perturbative and Non-Perturbative Methods* (Dompter les interactions fortes : méthodes perturbatrices et non perturbatrices). En 2009, il a reçu la Médaille Gribov de la Société européenne de physique « pour ses travaux qui ont permis de simplifier considérablement le calcul des amplitudes de diffusion tant dans les théories de jauge que dans celles de la gravitation ».

Bianca Dittrich est professeure à l'Institut Péricentre depuis janvier 2012. Elle a obtenu son doctorat en 2005 à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle en 2005. Avant de se joindre à l'Institut Péricentre, elle a dirigé le groupe de recherche Max-Planck sur la dynamique canonique et covariante de la gravitation quantique à l'Institut Albert-Einstein de Potsdam, en Allemagne. Ses recherches mettent l'accent sur l'élaboration et l'examen de modèles de gravitation quantique. Entre autres importantes découvertes, elle a mis au point un cadre de calcul de grandeurs observables invariantes de jauge en relativité générale (canonique). Bianca Dittrich a reçu en 2007 la médaille Otto-Hahn, remise par la Société Max-Planck à de jeunes scientifiques d'exception.

Laurent Freidel a obtenu son doctorat à l'École Normale Supérieure de Lyon en 1994. Il a apporté plusieurs contributions importantes dans le domaine de la gravitation quantique et s'est joint à l'Institut Péricentre en septembre 2006. M. Freidel est un physicien mathématicien qui 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 est auteur ou co-auteur de plus de 40 publications, dont un grand nombre sont reconnues par ses pairs pour contenir des arguments particulièrement complets et détaillés. Laurent Freidel est également auteur ou co-auteur de plusieurs articles importants sur les modèles de mousse de spin – des diagrammes à dimensions supplémentaires fonctionnant à titre de modèles de la géométrie quantique de l'espace-temps dans la gravitation quantique à boucles. Il participe également à d'autres recherches sur la limite de faible énergie des modèles de mousse de spin, dont des formulations nouvellement proposées et l'appariement à la matière. M. Friedel a occupé des postes à l'Université de l'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. Il a reçu de nombreuses distinctions, dont deux bourses ACI-Blanche en France.

Davide Gaiotto a obtenu son doctorat à l'Université de Princeton en 2004 sous la direction de Leonardo Rastelli. Il a été postdoctorant à l'Université Harvard de 2004 à 2007, puis membre à long terme de l'Institut d'études avancées de Princeton de 2007 à 2011. M. Gaiotto travaille dans le domaine des

champs quantiques à couplage fort et a réalisé plusieurs percées conceptuelles importantes qui pourraient avoir des conséquences révolutionnaires. Il a obtenu la médaille Gribov 2011 de la Société européenne de physique.

Jaume Gomis a obtenu son doctorat à l'Université Rutgers en 1999, puis a travaillé à Caltech à titre de postdoctorant et de boursier principal Sherman-Fairchild. En 2004, la Fondation européenne de la science l'a désigné comme récipiendaire d'un prix EURYI (jeune chercheur européen), prix auquel il a renoncé pour se joindre à l'Institut Péricètre la même année. Ses domaines privilégiés de recherche sont la théorie des cordes et la théorie quantique des champs. En 2009, M. Gomis a obtenu du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario une bourse de nouveau chercheur pour son projet intitulé *New Phases of Matter and String Theory* (Nouvelles phases de la matière et théorie des cordes), qui vise à mettre au point de nouvelles techniques de description des phénomènes quantiques en physique nucléaire et corpusculaire.

Daniel Gottesman a obtenu son doctorat en 1997 à Caltech, où il a étudié sous la direction de John Preskill. Il a ensuite 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'erreurs quantiques et la cryptographie quantique. Il a publié plus de 40 articles qui ont fait l'objet de plus de 3500 citations à ce jour. Daniel Gottesman est également membre du programme *Information quantique* de l'ICRA.

Lucien Hardy a obtenu son doctorat à l'Université de Durham en 1992 sous la direction d'Euan Squires. Avant de se joindre à l'Institut Péricètre, il a occupé des postes de chercheur et d'enseignant dans diverses universités européennes : l'Université d'Oxford, au Royaume-Uni (1997-2002); l'Université La Sapienza de Rome, en Italie (1996-1997); l'Université de Durham, au Royaume-Uni (1994-1996); l'Université d'Innsbruck, en Autriche (1993-1994); l'Université nationale d'Irlande (1992-1993). Au cours de son séjour à Rome, il a collaboré à une expérience de démonstration de la téléportation quantique. En 1992, il a trouvé une preuve très simple de la non-localité en physique quantique, aujourd'hui appelée « théorème de Hardy ». Son travail actuel vise à caractériser la physique quantique sous forme de postulats opérationnels et à appliquer les résultats obtenus au problème de la gravitation quantique.

Fotini Markopoulou a obtenu son doctorat au Collège impérial de Londres en 1998 sous la direction de Christopher Isham. Elle a fait partie des premiers professeurs recrutés par l'Institut Péricètre 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 de l'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 a été professeure invitée au MIT en 2008 et est actuellement titulaire d'une bourse pour chercheurs expérimentés de la fondation Alexander-von-Humboldt à l'Institut Albert-Einstein, en Allemagne.

Robert Myers est l'un des principaux physiciens théoriciens travaillant sur la théorie des cordes au Canada. Après avoir obtenu son doctorat à l'Université de Princeton en 1986, il a été postdoctorant à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara. En 1989, il est devenu professeur de physique à l'Université McGill, puis s'est joint à l'Institut Péricimètre à l'été 2001. À l'heure actuelle, il est également professeur associé au Département de physique et d'astronomie de l'Université de Waterloo. 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. Il a remporté en 2005 le prix de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques, prix le plus prestigieux au Canada en physique théorique et mathématique. En 2006, Robert Myers a été élu membre de la Société royale du Canada. Il est également membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA). De 2001 à 2005, il a été membre fondateur du conseil consultatif scientifique de la Station internationale de recherche de Banff. M. Myers est en outre membre du comité de rédaction des revues de recherche *Annals of Physics* et *Journal of High Energy Physics*.

Philip Schuster est devenu en 2010 professeur adjoint en physique des particules à l'Institut Péricimètre. M. Schuster a obtenu son doctorat en 2007 à l'Université Harvard sous la direction de Nima Arkani-Hamed, puis a été associé de recherche au Laboratoire national de l'accélérateur SLAC de 2007 à 2010. Son domaine de spécialité est la théorie des particules, notamment la physique au-delà du modèle standard. Il a des liens étroits avec le milieu expérimental et a travaillé sur diverses théories qui pourraient être vérifiées par de nouvelles expériences au grand collisionneur hadronique (LHC) du CERN. En collaboration avec des membres de l'expérience de solénoïde compact pour muons (CMS) du LHC, il a mis au point un ensemble de méthodes afin de caractériser des signaux potentiels de nouvelle physique et des résultats nuls à l'aide de « modèles simplifiés », facilitant une interprétation théorique plus solide des données. Philip Schuster est en outre co-porte-parole du groupe APEX, qui travaille à la mise au point d'une expérience de diffusion d'électrons sur cible fixe conçue pour rechercher avec une sensibilité inégalée de nouvelles forces à l'échelle du GeV. Le groupe a récemment effectué un test couronné de succès au Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson en Virginie.

Lee Smolin est l'un des membres fondateurs du corps professoral de l'Institut Péricimètre. Après avoir obtenu un diplôme de premier cycle en philosophie naturelle au Collège Hampshire, il a obtenu son doctorat à l'Université Harvard en 1979, puis 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. M. Smolin a été professeur à l'Université Yale, à l'Université de Syracuse et à l'Université de l'État de la Pennsylvanie, et professeur invité au Collège impérial de Londres et aux universités d'Oxford et de Cambridge au Royaume-Uni, ainsi qu'aux universités de Rome et de Trente et à l'École internationale supérieure d'études avancées (SISSA) de Trieste, en Italie. Les recherches de Lee Smolin portent surtout sur le problème de la gravitation quantique. Il a été l'un des initiateurs de deux programmes de recherche, l'un sur la gravitation quantique à boucles et l'autre sur la relativité restreinte déformée (ou relativité doublement restreinte). Il a également travaillé dans les domaines de la cosmologie, des fondements de la mécanique quantique, de l'astrophysique, de la philosophie des sciences et, plus récemment, de l'économie. Ses articles ont fait l'objet de près de 6400 citations à ce

jour. Ses trois ouvrages non techniques, *The Life of the Cosmos* (La vie du cosmos), *Three Roads to Quantum Gravity*, (Trois approches de la gravitation quantique) et *The Trouble With Physics* (Le problème de la physique) explorent des questions philosophiques soulevées par les progrès de la physique moderne et de la cosmologie. Ils ont été largement adoptés par le public et ont été traduits en plus de 20 langues. En 2007, M. Smolin a reçu le prix Majorana. En 2009, il a reçu le prix commémoratif Klopsteg de l'Association américaine des professeurs de physique pour ses « réussites extraordinaires à communiquer la passion de la physique au grand public ». Il a en outre été élu membre de la Société américaine de physique en 2007 et de la Société royale du Canada en 2010.

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

Natalia Toro est devenue en 2010 professeure adjointe en physique des particules à l'Institut Périclète. Elle a obtenu son doctorat en 2007 à l'Université Harvard sous la direction de Nima Arkani-Hamed, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Périclète, puis a été boursière postdoctorale à l'Institut de physique théorique de l'Université Stanford (SITP). Mme Toro a élaboré un cadre de modèles comportant peu de paramètres pour des signaux potentiels de nouvelle physique. Elle a aussi joué un rôle important dans l'intégration de nouvelles techniques, dites de description effective de particules intermédiaires réelles, au sein du programme des recherches à venir dans le cadre de l'expérience de solénoïde compact pour muons (CMS) au grand collisionneur hadronique (LHC) du CERN. Natalia Toro est une experte de l'étude des forces sombres d'interaction très faible avec la matière ordinaire et est co-porte-parole du groupe APEX, qui recherche de telles forces au Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson en Virginie.

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

Pedro Vieira a été chercheur associé à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) à Potsdam, en Allemagne, en 2008 et 2009 avant de devenir professeur à l'Institut Péricètre en 2009. Il a obtenu son doctorat à l'École Normale Supérieure de Paris et au Centre de physique de l'Université de Porto, sous la direction de Vladimir Kazakov et de Miguel Sousa Costa. 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. À l'aide de techniques d'intégration, M. Vieira et ses collaborateurs ont récemment réalisé des progrès significatifs en calculant pour la première fois le spectre exact (planaire) d'une dualité holographique remarquable entre théorie de la gravité et théorie conforme des champs, appelée correspondance entre espace-temps anti-de Sitter et théorie conforme des champs, en abrégé correspondance AdS/CFT. Ces travaux pourraient ouvrir de nouvelles avenues dans les théories de jauge et la gravitation quantique, ainsi que pour les calculs d'amplitudes de diffusion en physique des particules.

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

Professeurs associés

Niyesh Afshordi (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo) a obtenu son doctorat en 2004 à l'Université de Princeton sous la direction de David Spergel. Il a été de 2004 à 2007 le boursier de l'Institut de théorie et de calcul du Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique, puis chercheur distingué à l'Institut Péricètre en 2008 et 2009. Il est professeur associé à l'Institut depuis 2010, dans le cadre d'une nomination conjointe avec le Département de physique et d'astronomie de l'Université de Waterloo. M. Afshordi se spécialise dans les problèmes interdisciplinaires de la physique fondamentale, de l'astrophysique et de la cosmologie, en particulier les résultats d'observations qui aident 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 par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Ses 28 publications revues par des pairs ont fait l'objet de plus de 900 citations à ce jour.

Avery Broderick (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo) est devenu professeur associé à l'Institut Péricètre en septembre 2011. Il a obtenu son doctorat en 2004 à

Caltech, puis a été postdoctorant à l'Institut de théorie et de calcul du Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique (2004-2007) ainsi qu'à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (2007-2011). M. Broderick est un astrophysicien aux intérêts de recherche variés, depuis la formation des étoiles jusqu'à la physique des extrêmes au voisinage des naines blanches, des étoiles à neutrons et des trous noirs. Il a récemment participé à un projet international visant à produire et à interpréter des images témoignant de l'horizon de quelques trous noirs supermassifs. À l'aide de ces images, Avery Broderick et ses collaborateurs étudient comment les trous noirs accumulent de la matière et projettent les rayonnements ultrarelativistes observés, et ils sondent la nature de la gravité au voisinage de ces trous noirs.

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

Cliff Burgess (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster) a obtenu son doctorat à l'Université du Texas à Austin en 1985 sous la direction de Steven Weinberg. De 1985 à 1987, il a été membre de l'École de sciences naturelles de l'Institut d'études avancées de Princeton, au New Jersey. De 1987 à 2005, il a été professeur à l'Université McGill, où il a reçu le titre de professeur James-McGill en 2003. En 2004, il est devenu professeur associé de l'Institut Périphère, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster devenue effective en 2005. Pendant deux décennies, M. Burgess a appliqué les techniques de la théorie effective des champs à la physique des hautes énergies, à la physique nucléaire, à la théorie des cordes, à la cosmologie de l'univers primitif et à la physique de la matière condensée. Avec ses collaborateurs, il a mis au point les modèles d'expansion de l'univers qui constituent le cadre le plus prometteur pour la vérification expérimentale de la théorie des cordes. Il est l'auteur de plusieurs recensions qui font autorité sur les théories effectives des champs, ainsi que de nombreux ouvrages et chapitres d'encyclopédie. Il est également co-auteur d'un manuel de cours de cycle supérieur sur le modèle standard. Cliff Burgess a été titulaire d'une bourse Killam de 2005 à 2007 et il a été élu membre de la Société royale du Canada. Il a aussi remporté le prix de physique théorique et mathématique 2010 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques, prix le plus prestigieux au Canada en physique théorique.

David Cory (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique et le Département de chimie de l'Université de Waterloo) a obtenu un doctorat en chimie physique à l'Université Case Western Reserve de Cleveland, en Ohio. Il a été postdoctorant à l'Université de Nimègue, aux Pays-Bas, et au Laboratoire de recherches navales du Conseil national de recherches des

États-Unis, à Washington (District de Columbia). Il a également été scientifique principal et a dirigé les activités de recherche-développement en résonance magnétique nucléaire chez Bruker Instruments. En 1992, il s'est joint au Département de sciences et de génie nucléaires du MIT. Depuis 1996, M. Cory explore les défis expérimentaux de la construction de petits processeurs quantiques fondés sur les spins nucléaires, les spins électroniques, les neutrons, les dispositifs supraconducteurs à courant persistant et l'optique. En 2009 et 2010, il a été chercheur invité à l'Institut Périmètre, puis s'est vu attribuer en 2010 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 (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Cambridge) a obtenu son doctorat à l'Université de Cambridge en 1996. Avant de se joindre au corps professoral de l'Institut Périmètre, il a été boursier postdoctoral Enrico-Fermi à l'Université de Chicago, membre de l'Institut des études avancées de Princeton, au New Jersey, et chercheur boursier de la Société royale de Londres à l'Université de Cambridge. Ses recherches portent sur les fondements de la physique, la cryptographie quantique et la théorie de l'information quantique, plus particulièrement sur la physique de la décohérence et ses conséquences pour la physique fondamentale, les tests novateurs de la physique quantique et d'autres théories possibles, les nouvelles applications cryptographiques de l'information quantique, de même que sur les nouvelles applications scientifiques de l'information quantique. Il est corédacteur de *Many Worlds? Everett, Quantum Theory and Reality*, publié en 2010 par les Presses de l'Université d'Oxford.

Raymond Laflamme (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo) est professeur à l'Institut Périmètre depuis sa fondation. Il a obtenu son doctorat à l'Université de Cambridge sous la direction de Stephen Hawking. De 1988 à 1990, il a été titulaire d'une bourse postdoctorale Killam à l'Université de la Colombie-Britannique, puis titulaire d'une bourse de recherche au Collège Peterhouse de l'Université de Cambridge. De 1992 à 2001, M. Laflamme a été chercheur au Laboratoire national de Los Alamos, où il a réorienté sa recherche de la cosmologie à l'informatique quantique. Depuis le milieu des années 1990, Raymond Laflamme travaille sur des approches théoriques de la correction d'erreurs quantiques. En collaboration avec Emmanuel Knill, il a énoncé des conditions liées aux codes de correction d'erreurs quantiques et a établi le seuil de tolérance aux erreurs, montrant par la même occasion que les systèmes d'informatique quantique peuvent être utiles même en présence de bruit. Il a poursuivi en franchissant les premières étapes expérimentales vers une démonstration de la correction d'erreurs quantiques. Avec des collègues, il a élaboré un plan d'un processeur d'information quantique faisant appel à l'optique linéaire, ainsi que conçu et mis en œuvre de nouvelles méthodes afin que l'information quantique résiste à l'altération tant dans le contexte de la cryptographie que dans celui de calculs. En 2001, il est revenu au Canada à titre de membre fondateur de l'Institut Périmètre et de directeur fondateur de l'Institut d'informatique quantique. Raymond Laflamme est le directeur de QuantumWorks, le réseau national canadien de recherche en science de l'information quantique. Il est membre de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) depuis 2001 et directeur du programme *Information quantique* de l'ICRA depuis 2003. Il

est également titulaire de la chaire de recherche du Canada sur l'information quantique et professeur au Département de physique et d'astronomie de l'Université de Waterloo.

Sung-Sik Lee est devenu en 2011 professeur associé à l'Institut Périmètre en physique théorique de la matière condensée, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster. Il a obtenu son doctorat en 2000 à l'Université Pohang de sciences et technologie (POSTECH), en Corée du Sud, sous la direction du professeur Sung-Ho Suck Salk. Il a été postdoctorant à POSTECH, au MIT, ainsi qu'à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara, avant de devenir professeur adjoint à l'Université McMaster en 2007. Les recherches de M. Lee portent principalement sur l'étude des systèmes quantiques à N corps et à interaction forte à l'aide de la théorie quantique des champs, de même que sur les points de rencontre entre la matière condensée et la physique des hautes énergies. Dans de récents travaux, il a utilisé la théorie de jauge comme lentille d'observation du phénomène de fractionnalisation, entreprenant d'appliquer de la théorie des cordes à la chromodynamique quantique et à la matière condensée la correspondance entre espace-temps anti-de Sitter et théorie conforme des champs, et élaborant une approche non perturbatrice de la compréhension des états métalliques non conventionnels de la matière.

Luis Lehner (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph) a obtenu son doctorat à l'Université de Pittsburgh en 1998 sous la direction de Jeffrey Winicour. Il a été postdoctorant à l'Université du Texas à Austin (1998-2000) et à l'Université de la Colombie-Britannique (2000-2002). Il a été professeur adjoint (2002-2006), puis professeur agrégé (2006-2009) de physique à l'Université de l'État de la Louisiane. Il est actuellement professeur associé à cette même université. M. Lehner a reçu en 1993 le Prix d'honneur de l'Université nationale de Cordoba, en Argentine, une bourse de doctorat de la Fondation Mellon en 1997, le prix CGS/UMI pour une thèse exceptionnelle de même que le prix Nicholas-Metropolis en 1999. Il a été boursier de l'Institut du Pacifique pour les sciences mathématiques (PIMS) de 2000 à 2002, boursier national de l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT) en 2001-2002, ainsi que récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan de 2003 à 2005. Luis Lehner est actuellement membre élu de l'ICRA, de l'Institut de physique du Royaume-Uni et de la Société américaine de physique. Il est également membre du comité de rédaction des revues *Classical and Quantum Gravity* et *Papers in Physics*.

Michele Mosca (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo) a obtenu son doctorat en 1999 à l'Université d'Oxford. Il est membre fondateur de l'Institut Périmètre, ainsi que cofondateur et sous-directeur de l'Institut d'informatique quantique. M. 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. Avec ses collaborateurs à Oxford, il a réalisé plusieurs des premières mises en œuvre d'algorithmes quantiques en utilisant la résonance magnétique nucléaire. Il a apporté d'importantes contributions à la méthode d'estimation de phase en algorithmique quantique, y compris les problèmes de sous-groupes cachés, ainsi qu'à la recherche et au comptage quantiques. Dans le domaine de la sécurité quantique, il a contribué à définir la notion de canal quantique privé et à mettre au point des méthodes optimales de

cryptage d'information quantique à l'aide de clés classiques. Michele Mosca a reçu de nombreux prix et distinctions, dont une bourse du Commonwealth et le prix du Premier ministre de l'Ontario pour l'excellence en recherche (2000-2005). Il est titulaire d'une chaire de recherche du Canada en informatique quantique (2002-2012) et a été élu membre de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) en 2010.

Maxim Pospelov (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Victoria) a obtenu son doctorat en 1994 à l'Institut Budker de physique nucléaire, en Russie. Il a été boursier scientifique de l'OTAN à l'Université du Québec à Montréal (1996-1998), associé de recherche à l'Université du Minnesota (1998-2001), chercheur invité à l'Université McGill (2001-2002) et boursier de recherche avancée PPARC à l'Université du Sussex, au Royaume-Uni (2002). En 2002, il s'est joint au Département de physique et d'astronomie de l'Université de Victoria, puis a fait l'objet d'une nomination conjointe à l'Institut Périmètre en 2004. M. Pospelov travaille dans le domaine de la physique des particules et a réalisé récemment des études détaillées sur la nucléosynthèse primordiale catalysée, idée novatrice qu'il a proposée afin d'atténuer la divergence persistante entre prédictions théoriques et observations expérimentales en ce qui concerne l'abondance du lithium dans l'univers.

Itay Yavin (recruté dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster) est devenu professeur associé en physique des particules à l'Institut Périmètre et professeur à l'Université McMaster en 2011. Il a obtenu son doctorat en 2006 à l'Université Harvard sous la direction de Nima Arkani-Hamed, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut. Il a ensuite été associé de recherche au Département de physique de l'Université de Princeton de 2006 à 2009. Avant de se joindre à l'Institut, M. Yavin a été titulaire d'une bourse postdoctorale James-Arthur au Département de physique de l'Université de New York. Ses travaux en physique des particules mettent l'accent sur la recherche allant au-delà du modèle standard, en particulier l'origine de la brisure de symétrie électrofaible et la nature de la matière sombre. Tout récemment, il a travaillé sur l'interprétation de données déconcertantes produites par des expériences de recherche de matière sombre en laboratoire.

Annexe B : Titulaires de chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricimètre

Dorit Aharonov est professeure au département d'informatique de l'Université hébraïque de Jérusalem. Elle a apporté des contributions majeures aux fondements théoriques de l'informatique quantique, notamment en ce qui concerne la compréhension et la neutralisation des effets des environnements bruités sur le fonctionnement délicat des ordinateurs quantiques, la détermination d'une transition du quantique au classique dans les ordinateurs quantiques tolérants aux erreurs, la mise au point de nouveaux outils et méthodes de conception des algorithmes quantiques, ainsi que l'étude des états fondamentaux des hamiltoniens de systèmes quantiques à N corps pour différentes classes d'hamiltoniens, du point de vue de la complexité algorithmique. En 2006, elle a reçu le prix Krill d'excellence en recherche scientifique.

Yakir Aharonov est professeur de physique théorique de la matière condensée à l'Université Chapman et professeur émérite à l'Université de Tel-Aviv, ainsi que conseiller du programme PSI (*Perimeter Scholars International*). Il a apporté des contributions majeures en mécanique quantique, en théories quantiques des champs relativistes et dans les interprétations de la mécanique quantique. En 1998, il a reçu le prestigieux prix Wolf pour avoir co-découvert l'effet Aharonov-Bohm en 1959. En 2010, M. Aharonov a reçu des mains du Président Barack Obama la Médaille nationale de la science, la plus haute distinction accordée à un scientifique par le gouvernement des États-Unis.

Nima Arkani-Hamed, de l'Institut d'études avancées de Princeton, est l'un des plus grands physiciens des particules au monde. Ancien chercheur invité à long terme de l'Institut Péricimètre, il fait partie du corps professoral du programme PSI. M. Arkani-Hamed a mis au point des théories sur les dimensions supplémentaires émergentes, les théories du « petit Higgs », et a récemment proposé de nouveaux modèles pouvant être testés au moyen du grand collisionneur hadronique (LHC) du CERN, en Suisse. En 2012, il a été l'un des premiers lauréats du Prix de physique fondamentale.

James Bardeen est professeur émérite de physique à l'Université de l'État de Washington à Seattle. Il est l'auteur de contributions importantes à la relativité générale et à la cosmologie. Il a notamment formulé, avec Stephen Hawking et Brandon Carter, les lois de la mécanique des trous noirs. Il a également élaboré une approche invariante de jauge des perturbations cosmologiques et de l'origine de la structure à grande échelle de l'univers actuel à partir de fluctuations quantiques au cours d'une ère primitive d'inflation. Ses recherches récentes mettent l'accent sur l'amélioration des calculs de la production de rayonnement gravitationnel par la fusion de trous noirs et par des étoiles doubles à neutrons, en formulant les équations d'Einstein sur des hypersurfaces à courbure moyenne constante asymptotiquement nulle. Cela permet de faire des calculs numériques avec une limite extérieure à l'infini nul futur, où les formes d'onde peuvent être connues directement sans extrapolation. James Bardeen a obtenu son doctorat à Caltech sous la direction de Richard Feynman.

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

Juan Ignacio Cirac, directeur de la division théorie de l'Institut Max-Planck d'optique quantique, en Allemagne, est un théoricien de l'information quantique de premier plan dont le groupe a remporté le prix Carl-Zeiss de la recherche en 2009. Ses recherches visent à caractériser les phénomènes quantiques et à établir une nouvelle théorie de l'information fondée sur la mécanique quantique, qui pourrait conduire à la mise au point d'ordinateurs quantiques.

S. James Gates a le titre de professeur John-S.-Toll et dirige le Centre de théorie des cordes et de théorie des particules élémentaires de l'Université du Maryland à College Park. Ses travaux de recherche ont contribué de manière importante aux théories de la supersymétrie, de la supergravité et des supercordes. Il a notamment introduit les géométries complexes avec torsion (une contribution originale dans la littérature des mathématiques) et proposé des modèles de théories des cordes qui sont tout simplement des constructions à quatre dimensions similaires au modèle standard de la physique des particules. Il a reçu le prix de l'Association américaine pour l'avancement de la science (AAAS) pour la compréhension de la science et de la technologie par le public, ainsi que le prix Klopsteg de l'Association américaine des professeurs de physique. M. Gates est membre élu de l'AAAS et de la Société américaine de physique, et ancien président de la Société nationale des physiciens noirs. En 2011, il a été élu membre de l'Académie des arts et des sciences des États-Unis. Il est actuellement membre du Conseil consultatif du Président des États-Unis en matière de science et de technologie, du Conseil de l'éducation de l'État du Maryland, ainsi que des conseils d'administration du Fermilab et de la Société pour la science et le public (États-Unis).

Stephen Hawking est professeur lucasien émérite de mathématiques au Département de mathématiques appliquées et de physique théorique de l'Université de Cambridge. Ses travaux visent à mieux comprendre les lois fondamentales qui régissent l'univers. Avec Roger Penrose, il a montré que la théorie de la relativité générale d'Einstein impliquait que l'espace et le temps commençaient avec le Big Bang et prenaient fin dans les trous noirs. Il a publié trois ouvrages pour le grand public, notamment *A Brief History of Time* (traduit en français sous le titre *Une brève histoire du temps*), le livre scientifique le

plus populaire de tous les temps, vendu à plus de 30 millions d'exemplaires dans le monde. Titulaire de 12 doctorats honorifiques, il a été fait Compagnon de l'Empire britannique en 1982, puis Compagnon d'honneur en 1989. Il a reçu de nombreux autres prix, médailles et distinctions, et il est membre de la Société royale de Londres ainsi que de l'Académie nationale des sciences des États-Unis.

Patrick Hayden est titulaire de la Chaire de recherche du Canada en physique de l'information à l'Université McGill. Ses recherches portent principalement sur la détermination de méthodes efficaces pour l'exécution des tâches de communication qui seront nécessaires au traitement à grande échelle de l'information quantique. Cela consiste notamment à mettre au point des méthodes permettant de transmettre de manière fiable les états quantiques dans des milieux bruités et de protéger l'information quantique contre les manipulations non autorisées. Il a également appliqué ces techniques à la question de la perte d'information dans les trous noirs. Entre autres distinctions, M. Hayden a été récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan et d'une bourse Rhodes.

Christopher Isham est chercheur principal et professeur émérite de physique théorique au Collège impérial de Londres, établissement dont il a été doyen principal. Il a apporté de nombreuses contributions importantes aux domaines de la gravitation quantique et des fondements de la mécanique quantique. Motivé par le « problème du temps » en gravitation quantique, il a mis au point une nouvelle approche de la physique quantique appelée « formalisme HPO » (*History Projection Operator* ou formalisme des projecteurs d'histoire), qui permet d'étendre la théorie aux cas où il n'y a pas de notion normale de temps (comme dans la théorie de la relativité générale d'Einstein). Depuis la fin des années 1990, M. Isham développe une approche tout à fait inédite de la formulation de théories de la physique fondée sur le concept mathématique de « topos ». Cette approche offre une manière radicalement nouvelle d'appréhender les problèmes traditionnels de la physique quantique, ainsi qu'un cadre mathématique pour la mise au point de nouvelles théories qui n'auraient pas pu être envisagées à l'aide des mathématiques traditionnelles. Christopher Isham a été membre du Comité consultatif scientifique de l'Institut Périclète de 2001 à 2005, et a présidé ce comité en 2005.

Leo Kadanoff est physicien théoricien et spécialiste des mathématiques appliquées à l'Institut James-Franck de l'Université de Chicago. Pionnier de la théorie de la complexité, il a apporté d'importantes contributions à la recherche sur les propriétés de la matière, le développement des zones urbaines, la modélisation statistique des systèmes physiques et l'apparition du chaos dans les systèmes de fluides et systèmes mécaniques simples. Il est surtout connu pour le développement des concepts d'invariance d'échelle et d'universalité appliqués aux transitions de phase. Plus récemment, il a contribué à la compréhension des singularités dans les mouvements de fluides. Entre autres distinctions, il a reçu la Médaille nationale des sciences des États-Unis, la Grande médaille d'or de l'Académie des sciences (Institut de France), le prix de la Fondation Wolf, la médaille Boltzmann de l'Union internationale de physique pure et appliquée, de même que la médaille du Centenaire de l'Université Harvard. Il a également été président de la Société américaine de physique. Il fait partie du corps professoral du programme PSI.

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

Malcolm Perry est professeur de physique théorique au département de mathématiques appliquées et de physique théorique de l'Université de Cambridge, et membre du Collège Trinity de Cambridge. Ses recherches portent principalement sur les théories de la relativité générale, de la supergravité et des cordes. M. Perry a apporté des contributions majeures à la théorie des cordes, à la gravitation quantique euclidienne et à la compréhension du rayonnement des trous noirs. Avec le professeur Robert Myers de l'Institut Périphère, il a élaboré la métrique de Myers-Perry, qui montre comment construire des trous noirs dans les dimensions supérieures de l'espace-temps de la théorie des cordes. Entre autres distinctions, Malcolm Perry est docteur ès sciences de l'Université de Cambridge. Il a également fait partie du corps professoral du programme PSI.

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

Frans Pretorius est professeur de physique à l'Université de Princeton. Son principal domaine de recherche est la relativité générale, en particulier la résolution numérique des équations de champ. Il a notamment étudié l'effondrement gravitationnel, les fusions de trous noirs, les singularités cosmiques, la gravité dans les dimensions supérieures, les modèles d'évaporation des trous noirs, ainsi que l'utilisation d'observations des ondes gravitationnelles pour tester la relativité générale dans le cas d'un régime dynamique dans un champ fort. Il travaille aussi à la conception d'algorithmes permettant de résoudre de manière efficace et en parallèle des équations à l'aide de grappes de grands ordinateurs, et de logiciels de traitement et de visualisation des résultats de simulations. Entre autres distinctions, M. Pretorius a reçu une bourse de recherche Sloan ainsi que le prix Aneesur-Rahman 2010 de physique informatique de la Société américaine de physique. Il a également été nommé membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA).

Subir Sachdev, de l'Université Harvard, a fait d'abondantes contributions à la physique quantique de la matière condensée, notamment par ses recherches sur les transitions de phase quantiques et leur application aux systèmes à électrons corrélés tels que les supraconducteurs à haute température. Son ouvrage *Quantum Phase Transitions* (Transitions de phase quantiques), publié en 1999, a été qualifié de « lecture obligatoire pour tout théoricien en herbe ».

Eva Silverstein est professeure de physique à l'Université Stanford et au Laboratoire national de l'accélérateur SLAC. Elle est l'auteure de contributions importantes dans le domaine de la physique théorique : de nouveaux mécanismes prédictifs de cosmologie expansionniste, qui ont aidé à comprendre de manière plus systématique le processus d'expansion de l'univers et le rôle des grandeurs sensibles aux UV en cosmologie d'observation; des mécanismes de résolution des singularités en théorie des cordes; une nouvelle dualité en théorie des cordes entre dimensions supplémentaires et courbure négative; des extensions de la correspondance AdS/CFT à des théories de champ plus réalistes (avec des applications à la physique des particules et à la construction de modèles de la matière condensée) et à des théories de paysage; des mécanismes simples de stabilisation des dimensions supplémentaires en théorie des cordes. Elle a été récipiendaire d'une bourse MacArthur et d'une bourse de recherche Sloan.

Paul Steinhardt a le titre de professeur Albert-Einstein de sciences et dirige le Centre de sciences théoriques à l'Université de Princeton. Il est membre élu de la Société américaine de physique (APS) et de l'Académie nationale des sciences des États-Unis. Il a été coréceptiendaire de la médaille P.A.M.-Dirac du Centre international de physique théorique, pour l'élaboration du modèle expansionniste de l'univers, ainsi que du prix Oliver-E.-Buckley de l'APS, pour ses contributions à la théorie des quasi-cristaux. Ses domaines de recherche sont la physique des particules, l'astrophysique, la cosmologie et la physique de la matière condensée. Il a récemment élaboré avec Neil Turok 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). En plus de poursuivre ses recherches sur la cosmologie expansionniste et cyclique, M. Steinhardt a participé à la mise au point d'une nouvelle classe de matériaux photoniques désordonnés « hyperuniformes » à largeur de bande interdite. Ses recherches systématiques ont mené à la découverte du premier exemple connu de quasi-cristal naturel. Il travaille actuellement à l'organisation d'une expédition dans l'Extrême-Orient russe à la recherche d'autres échantillons et pour étudier la géologie des lieux où l'on en trouve.

Leonard Susskind a le titre de professeur Felix-Bloch de physique théorique à l'Université Stanford. Considéré comme l'un des pères de la théorie des cordes, il a également apporté des contributions majeures à la physique des particules, à la théorie des trous noirs et à la cosmologie. Ses recherches se concentrent actuellement sur des questions de physique théorique des particules, de physique gravitationnelle et de cosmologie quantique.

Gerard 't Hooft est professeur à l'Institut de physique théorique de l'Université d'Utrecht. En 1999, il a obtenu le prix Nobel de physique, conjointement avec Martinus J. G. Veltman, « pour avoir élucidé la structure quantique des interactions électrofaibles ». Ses travaux de recherche portent sur les théories de jauge en physique des particules élémentaires, sur la gravitation quantique et les trous noirs, de même que sur les aspects fondamentaux de la physique quantique. En plus du prix Nobel, M. 't Hooft a

reçu entre autres distinctions le prix Wolf, la médaille Lorentz, la médaille Franklin, de même que le Prix de physique des hautes énergies de la Société européenne de physique. Il est membre de l'Académie royale des arts et des sciences des Pays-Bas (KNAW) et membre étranger de nombreuses autres académies des sciences, dont l'Académie des sciences de la France, l'Académie nationale des sciences des États-Unis et l'Institut de physique du Royaume-Uni. Gerard 't Hooft concentre actuellement ses recherches sur les degrés dynamiques de liberté de la nature aux plus petites échelles possibles. Dans son modèle le plus récent, l'invariance conforme locale est une symétrie spontanément brisée, ce qui pourrait avoir des conséquences très particulières sur les interactions entre particules élémentaires.

Senthil Todadri est professeur agrégé de physique au MIT. Son domaine de recherche est la théorie de la matière condensée. Plus précisément, il travaille à l'élaboration d'un cadre théorique pour décrire le comportement de la matière en électronique quantique dans des circonstances où les électrons individuels n'ont pas d'intégrité. Un exemple primordial est la recherche d'une théorie pouvant remplacer la théorie de Landau des liquides de Fermi, qui décrit de nombreux métaux avec beaucoup de succès, mais qui échoue dans un certain nombre de situations étudiées dans des expériences modernes en physique de la matière condensée. M. Todadri a été récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan et a reçu un prix d'innovation en recherche de la Société de recherche pour l'avancement de la science (RCSA).

William Unruh est professeur de physique à l'Université de la Colombie-Britannique. Il a apporté des contributions fondamentales à la compréhension de la gravité, des trous noirs, de la cosmologie, des champs quantiques dans des espaces courbes, ainsi que des fondements de la mécanique quantique, notamment avec la découverte de l'effet Unruh. Ses recherches sur les effets de la mécanique quantique aux premiers stades de l'univers ont apporté de nombreux éclairages, notamment en ce qui concerne ses répercussions en informatique. M. Unruh a été le premier directeur du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (1985-1996). Il a reçu entre autres distinctions la médaille Rutherford de la Société royale du Canada (1982), la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (1983), le prix Steacie du Conseil national de recherches (1984), la médaille pour contributions exceptionnelles de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (1995) et le prix Killam décerné par le Conseil des Arts du Canada. Il a été élu membre de la Société royale du Canada, de la Société américaine de physique et de la Société royale de Londres, de même que membre honoraire étranger de l'Académie américaine des arts et sciences.

Ashvin Vishwanath est professeur agrégé au Département de physique de l'Université de la Californie à Berkeley. Son principal domaine de recherche est la théorie de la matière condensée, notamment le magnétisme, la supraconductivité et autres phénomènes quantiques connexes dans les solides et les gaz atomiques froids. M. Vishwanath s'intéresse particulièrement à des phénomènes nouveaux comme les phases topologiques de la matière, les non-liquides de Fermi et les liquides de spin quantique. Plus récemment, il a commencé à s'intéresser à la production de fermions de Majorana et de fermions de Weyl dans des solides, en utilisant des concepts d'information quantique, par exemple l'entropie d'intrication, pour caractériser de nouvelles phases de la matière. Entre autres distinctions, il a reçu une bourse de recherche Sloan (2004), le prix CAREER de la Fondation nationale des sciences des États-Unis

(2007), le prix Jeune scientifique exceptionnel de la section américaine de l'Association des physiciens indiens (2010) et une bourse de congé sabbatique de la Fondation Simons (2012).

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

Annexe C : Membres affiliés de l'Institut Péricimètre

Nom	Institution	Domaine de recherche
Ian Affleck	Université de la Colombie-Britannique	Matière condensée
Arif Babul	Université de Victoria	Cosmologie
Leslie Ballentine	Université Simon-Fraser	Fondements quantiques
Richard Bond	Université de Toronto, ICAT	Cosmologie
Ivan Booth	Université Memorial	Relativité générale
Vincent Bouchard	Université de l'Alberta	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
Robert Brandenberger	Université McGill	Cosmologie
Gilles Brassard	Université de Montréal	Information quantique
Anne Broadbent	Université de Waterloo, IQC	Information quantique
Anton Burkov	Université de Waterloo	Matière condensée
Bruce Campbell	Université Carleton	Physique des particules
Benoit Charbonneau	Université St. Jerome's	Théorie de jauge
Jeffrey Chen	Université de Waterloo	Matière condensée
Andrew Childs	Université de Waterloo, IQC	Information quantique
Matthew Choptuik	Université de la Colombie-Britannique	Relativité générale numérique
Dan Christensen	Université Western	Gravitation quantique
Aashish Clerk	Université McGill	Matière condensée
James Cline	Université McGill	Cosmologie, physique des particules
Alan Coley	Université Dalhousie	Relativité générale
Andrzej Czarnecki	Université de l'Alberta	Physique des particules
Saurya Das	Université de Lethbridge	Gravitation quantique
Arundhati Dasgupta	Université de Lethbridge	Gravitation quantique
Keshav Dasgupta	Université McGill	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
Rainer Dick	Université de la Saskatchewan	Physique des particules

Nom	Institution	Domaine de recherche
Joseph Emerson	Université de Waterloo, IQC	Fondements quantiques
Valerio Faraoni	Université Bishop's	Cosmologie
James Forrest	Université de Waterloo	Physique des polymères
Marcel Franz	Université de la Colombie-Britannique	Matière condensée
Doreen Fraser	Université de Waterloo	Philosophie
Andrew Frey	Université de Winnipeg	Cosmologie
Valeri Frolov	Université de l'Alberta	Cosmologie, gravitation quantique
Andrei Frolov	Université Simon-Fraser	Cosmologie
Jack Gegenberg	Université du Nouveau-Brunswick	Gravitation quantique
Ghazal Geshnizjani	Université de l'État de New York à Buffalo	Cosmologie
Shohini Ghose	Université Wilfrid-Laurier	Information quantique, calcul quantique
Florian Girelli	Université de Waterloo	Gravitation quantique, mathématiques appliquées
Stephen Godfrey	Université Carleton	Physique des particules
Thomas Gregoire	Université Carleton	Physique des particules
John Harnad	Université Concordia	Physique mathématique
Jeremy Heyl	Université de la Colombie-Britannique	Astrophysique
Bob Holdom	Université de Toronto	Physique des particules
Michael Hudson	Université de Waterloo	Cosmologie
Viqar Husain	Université du Nouveau-Brunswick	Cosmologie, gravitation quantique
Thomas Jennewein	Université de Waterloo, IQC	Information quantique
Catherine Kallin	Université McMaster	Théorie de la supraconductivité
Joanna Karczmarek	Université de la Colombie-Britannique	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
Spiro Karigiannis	Université de Waterloo	Physique mathématique, géométrie différentielle

Nom	Institution	Domaine de recherche
Gabriel Karl	Université de Guelph	Physique des particules
Mikko Karttunen	Université de Waterloo	Matière condensée, biologie
Achim Kempf	Université de Waterloo	Information quantique
Yong Baek Kim	Université de Toronto	Matière condensée
David Kribs	Université de Guelph	Information quantique
Hari Kunduri	Université Memorial	Relativité générale
Gabor Kunstatter	Université de Winnipeg	Gravitation quantique, mécanique quantique
Kayll Lake	Université Queen's	Relativité générale
Debbie Leung	Université de Waterloo	Information quantique
Randy Lewis	Université York	Physique des particules
Hoi-Kwong Lo	Université de Toronto	Information quantique
Michael Luke	Université de Toronto	Physique des particules
Adrian Lupascu	Université de Waterloo, IQC	Information quantique
Norbert Lutkenhaus	Université de Waterloo, IQC	Information quantique
A. Hamed Majedi	Université de Waterloo, IQC	Nanotechnologie
Alexander Maloney	Université McGill	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
Robert Mann	Université de Waterloo	Théorie quantique des champs et théorie des cordes, gravitation quantique
Gerard McKeon	Université Western	Physique des particules
Brian McNamara	Université de Waterloo	Cosmologie
Roger Melko	Université de Waterloo	Matière condensée
Volodya Miransky	Université Western	Information quantique
Guy Moore	Université McGill	Physique des particules
Ruxandra Moraru	Université de Waterloo	Physique mathématique, mathématiques pures
David Morrissey	Laboratoire TRIUMF	Physique des particules
Norman Murray	Université de Toronto, ICAT	Astrophysique
Wayne Myrvold	Université Western	Philosophie

Nom	Institution	Domaine de recherche
Julio Navarro	Université de Victoria	Cosmologie
Ashwin Nayak	Université de Waterloo	Information quantique
Elisabeth Nicol	Université de Guelph	Matière condensée
Don Page	Université de l'Alberta	Cosmologie
Prakash Panangaden	Université McGill	Fondements quantiques
Arun Paramekanti	Université de Toronto	Matière condensée
Manu Paranjape	Université de Montréal	Physique des particules
Amanda Peet	Université de Toronto	Physique des hautes énergies
Ue-Li Pen	Université de Toronto, ICAT	Cosmologie
Alexander Penin	Université de l'Alberta	Matière condensée, physique des particules
Tamar Pereg-Barnea	Université McGill	Matière condensée
Harald Pfeiffer	Université de Toronto, ICAT	Relativité générale numérique
Marco Piani	Université de Waterloo, IQC	Information quantique
Levon Pogosian	Université Simon-Fraser	Cosmologie
Dmitri Pogosyan	Université de l'Alberta	Cosmologie
Éric Poisson	Université de Guelph	Gravité forte
Erich Poppitz	Université de Toronto	Physique des hautes énergies
David Poulin	Université de Sherbrooke	Fondements quantiques
Robert Raussendorf	Université de la Colombie-Britannique	Information quantique
Ben Reichardt	Université de Waterloo	Information quantique
Kevin Resch	Université de Waterloo, IQC	Information quantique
Adam Ritz	Université de Victoria	Physique des particules
Moshe Rozali	Université de la Colombie-Britannique	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
Barry Sanders	Université de Calgary	Information quantique
Veronica Sanz	Université York	Physique des particules, physique des hautes énergies
Kristin Schleich	Université de la Colombie-Britannique	Relativité générale

Nom	Institution	Domaine de recherche
Achim Schwenk	Laboratoire TRIUMF	Physique des particules
Douglas Scott	Université de la Colombie-Britannique	Cosmologie
Sanjeev Seahra	Université du Nouveau-Brunswick	Cosmologie, gravitation quantique
Peter Selinger	Université Dalhousie	Physique mathématique
Gordon Semenoff	Université de la Colombie-Britannique	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
John Sipe	Université de Toronto	Matière condensée, fondements quantiques
Philip Stamp	Université de la Colombie-Britannique	Cosmologie
Aephraim Steinberg	Université de Toronto	Optique quantique
Alain Tapp	Université de Montréal	Information quantique
James Taylor	Université de Waterloo	Cosmologie
André-Marie Tremblay	Université de Sherbrooke	Matériaux quantiques
Mark Van Raamsdonk	Université de la Colombie-Britannique	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
Johannes Walcher	Université McGill	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
Mark Walton	Université de Lethbridge	Théorie quantique des champs et théorie des cordes
John Watrous	Université de Waterloo	Information quantique
Steve Weinstein	Université de Waterloo	Fondements quantiques
Lawrence Widrow	Université Queen's	Astrophysique
Frank Wilhelm	Université de Waterloo, IQC	Matière condensée, physique quantique
Don Witt	Université de la Colombie-Britannique	Physique des particules, théorie quantique des champs et théorie des cordes
Bei Zeng	Université de Guelph	Information quantique

Annexe D : Membres du conseil d'administration de l'Institut Périmètre

Mike Lazaridis, O.C., O.Ont., président, est le fondateur, vice-président du conseil d'administration et président du comité de l'innovation de la société Research In Motion (RIM). Visionnaire, innovateur et ingénieur de grand talent, il a transformé l'industrie des communications avec le développement du BlackBerry. Il a reçu de nombreux prix et distinctions dans le monde de la technologie et de l'entreprise et a été élu membre de la Société royale du Canada. M. Lazaridis a également reçu l'Ordre de l'Ontario et l'Ordre du Canada.

Cosimo Fiorenza, vice-président, est vice-président et avocat-conseil chez 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., a été président du conseil d'administration et chef de la direction de la banque Scotia, dont il a pris sa retraite en mars 2004. Il a obtenu un B.Sc. en mathématiques et physique à l'Université de Toronto et un MBA à l'École de gestion de l'Université Harvard. Il est comptable agréé et membre de l'Institut des comptables agréés de l'Ontario. M. Godsoe demeure actif comme membre du conseil d'administration de nombreuses entreprises et organisations sans but lucratif.

Kevin Lynch, P.C., 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, ainsi que directeur du Fonds monétaire international pour le Canada, l'Irlande et les Antilles. Il est actuellement vice-président du Groupe financier BMO.

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

Art McDonald est depuis plus de 20 ans le directeur de l'Observatoire de neutrinos de Sudbury. Il est également titulaire de la chaire Gordon-et-Patricia-Gray d'astrophysique des particules à l'Université Queen's et travaille à l'expérience SNO+ du laboratoire international SNOLAB, dont l'objectif est de mesurer avec précision la masse du neutrino et d'aider à comprendre les processus qui ont donné naissance à la matière au commencement de l'univers. Ses recherches lui ont valu de nombreuses distinctions, dont la médaille Henry-Marshall-Tory 2011 de la Société royale du Canada et la médaille Benjamin-Franklin de physique 2007 avec le chercheur Yoji Totsuka. Il a en outre été fait officier de l'Ordre du Canada en 2007.

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

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

Annexe E : Membres du comité consultatif scientifique de l'Institut Péricône

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

Renate Loll, Université Radboud (membre depuis 2010), présidente du comité

Mme Loll est professeure de physique théorique à l'Institut de mathématiques, d'astrophysique et de physique des particules de l'Université Radboud à Nîmègue, aux Pays-Bas. Ses recherches portent principalement sur la gravitation quantique et sur la conception d'une théorie cohérente capable de décrire les constituants microscopiques de la géométrie de l'espace-temps et les lois de la dynamique quantique régissant leurs interactions. Elle a apporté des contributions majeures à la théorie de la gravitation quantique à boucles et proposé, avec ses collaborateurs, une nouvelle théorie de la gravitation quantique par l'approche des « triangulations dynamiques causales ». Renate Loll dirige l'un des plus grands groupes de recherche au monde sur la gravitation quantique non perturbative, et elle a reçu la prestigieuse subvention individuelle VICI de l'Organisation néerlandaise pour la recherche scientifique. Mme Loll est titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricône et fait également partie du corps professoral du programme PSI.

Matthew Fisher, Institut Kavli de physique théorique (membre depuis 2009)

M. Fisher est un théoricien de la matière condensée. Il a travaillé sur les systèmes fortement corrélés, en particulier les systèmes à dimensionnalité réduite, les isolateurs de Mott, le magnétisme quantique et l'effet Hall quantique. Aux États-Unis, il a reçu le prix Alan-T.-Waterman de la Fondation nationale des sciences en 1995, puis le prix des initiatives de recherche de l'Académie nationale des sciences en 1997. Il a été élu membre de l'Académie américaine des arts et des sciences en 2003 et à l'Académie nationale des États-Unis en 2012. Matthew Fisher est l'auteur de plus de 150 publications.

Brian Greene, Université Columbia (membre depuis 2010)

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

Erik Peter Verlinde, Université d'Amsterdam (membre depuis 2010)

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

Birgitta Whaley, Université de la Californie à Berkeley (membre depuis 2010)

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

Annexe F : Présence dans les médias

En 2011-2012, l'Institut Périmètre a fait l'objet d'une importante couverture dans des médias canadiens et étrangers, entre autres *The Globe and Mail*, le *National Post*, le *Toronto Star*, *Macleans*, CTV, CBC, NBC, *The Wall Street Journal*, l'*Australian Herald*, *Nature*, *Science*, *National Geographic News*, *Der Spiegel* et *The Economist*. Voici quelques points saillants de la présence de l'Institut Périmètre dans les médias.

Média	Titre	Date	Résumé
À propos de l'ouverture officielle du Centre Stephen-Hawking			
<i>The Globe and Mail</i>	<i>A playhouse to foster future Einsteins in Waterloo</i>	2011-09-17	Ce reportage-photo en couleurs de 2 pages montre plusieurs aspects de l'agrandissement qui facilitent la recherche fondamentale et la découverte. En pages A12 et A13 du <i>Globe</i> du samedi.
<i>The Globe and Mail</i>	<i>Perimeter lures star theoretical physicist away from MIT</i>	2011-09-17	Cet article accompagnant le reportage ci-dessus annonce la nomination de Xiao-Gang Wen.
<i>National Post</i>	<i>The buzz factory</i>	2011-09-17	Cet article présente le nouvel agrandissement et comprend une entrevue très personnelle avec Latham Boyle. En partie inférieure de la une de l'édition du samedi.
<i>Waterloo Record</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Seeking rippled in space-time</i> • <i>The next computer revolution</i> • <i>On the dark side of the universe</i> 	2011-09-17	Ce reportage de 2 pages, agrémenté de photos en couleurs, présente les travaux de 4 chercheurs de l'Institut Périmètre et les applications pratiques de leurs recherches théoriques. En pages A6 et A7 de l'édition du samedi.
CTVNews.ca	<i>Ontario physics institute grabbing top scientists</i>	2011-09-25	Accompagné d'une galerie de plus de 40 photos, cet article montre des célébrités scientifiques à l'ouverture officielle du Centre Stephen-Hawking.
<i>The Economist</i>	<i>Stretching the perimeter</i>	2011-09-29	Cet article sur l'Institut Périmètre et son nouvel agrandissement fait partie d'un reportage plus vaste sur l'avenir de la physique.
À propos de la découverte de « neutrinos plus rapides que la lumière »			
<i>Waterloo Record</i>	<i>Physicists cautious about reports of faster-than-light neutrinos</i>	2011-09-25	Cet article insiste sur les précautions avec lesquelles il faut réagir à cette possible découverte du CERN. Interviewé dans l'article, Cliff Burgess, chercheur à l'Institut Périmètre, déclare : « Pour une découverte spectaculaire, il faut des preuves spectaculaires. »

Libre opinion à propos de la réunion annuelle de l'AAAS			
The Globe and Mail	<i>Great science opens doors to the future</i>	2012-02-15	Neil Turok parle du pouvoir extraordinaire de la science et de l'éducation, en prévision de la réunion annuelle de l'AAAS.
Innovation dans la région de Waterloo			
The Walrus	<i>The Invention of Waterloo</i>	2011-12-08	Don Gillmour, du journal <i>The Walrus</i> , plonge dans l'histoire de Waterloo et relate comment la ville est devenue l'une des plaques tournantes de l'innovation au Canada. On y mentionne en particulier la fondation de l'Institut Périmètre par Mike Lazaridis.
À propos de la recherche			
Nature	<i>Physicists hunt for dark forces</i>	2012-04-03	Cet article explore les résultats d'expériences menées dans différents collisionneurs de particules. Philip Schuster, de l'Institut Périmètre, y est interviewé.
Science Daily, PhysOrg, Yahoo India, Australian Herald, Space Daily	<i>NASA's WMAP satellite finds no evidence for 'knots' in space</i>	2012-06-13	Une nouvelle étude publiée dans <i>Physical Review Letters</i> et à laquelle a participé Matt Johnson, postdoctorant à l'Institut Périmètre, reçoit beaucoup d'attention en ligne parce que l'on y affirme ne pas avoir trouvé de « texture cosmique » (imperfections dans la structure de l'espace devant théoriquement être issues du Big Bang).
À propos de la découverte du boson de Higgs			
Macleans	<i>Why the Higgs boson discovery changes everything</i>	2012-07-17	Kate Lunau, de la revue <i>Macleans</i> , et Katie Engelhart écrivent à propos de la récente découverte du boson de Higgs, racontant l'ambiance au CERN lors de l'annonce et décrivant les effets possibles de cette découverte dans l'avenir. Neil Turok est cité dans l'article.
Toronto Star	<i>Much ado about nothing</i>	2012-07-08	Cliff Burgess, professeur associé à l'Institut Périmètre, écrit une libre opinion à propos du boson de Higgs. Il fait remarquer que « des investissements à long terme dans la recherche scientifique peuvent rapporter des dividendes de manières imprévisibles. »