

## SCIENCE

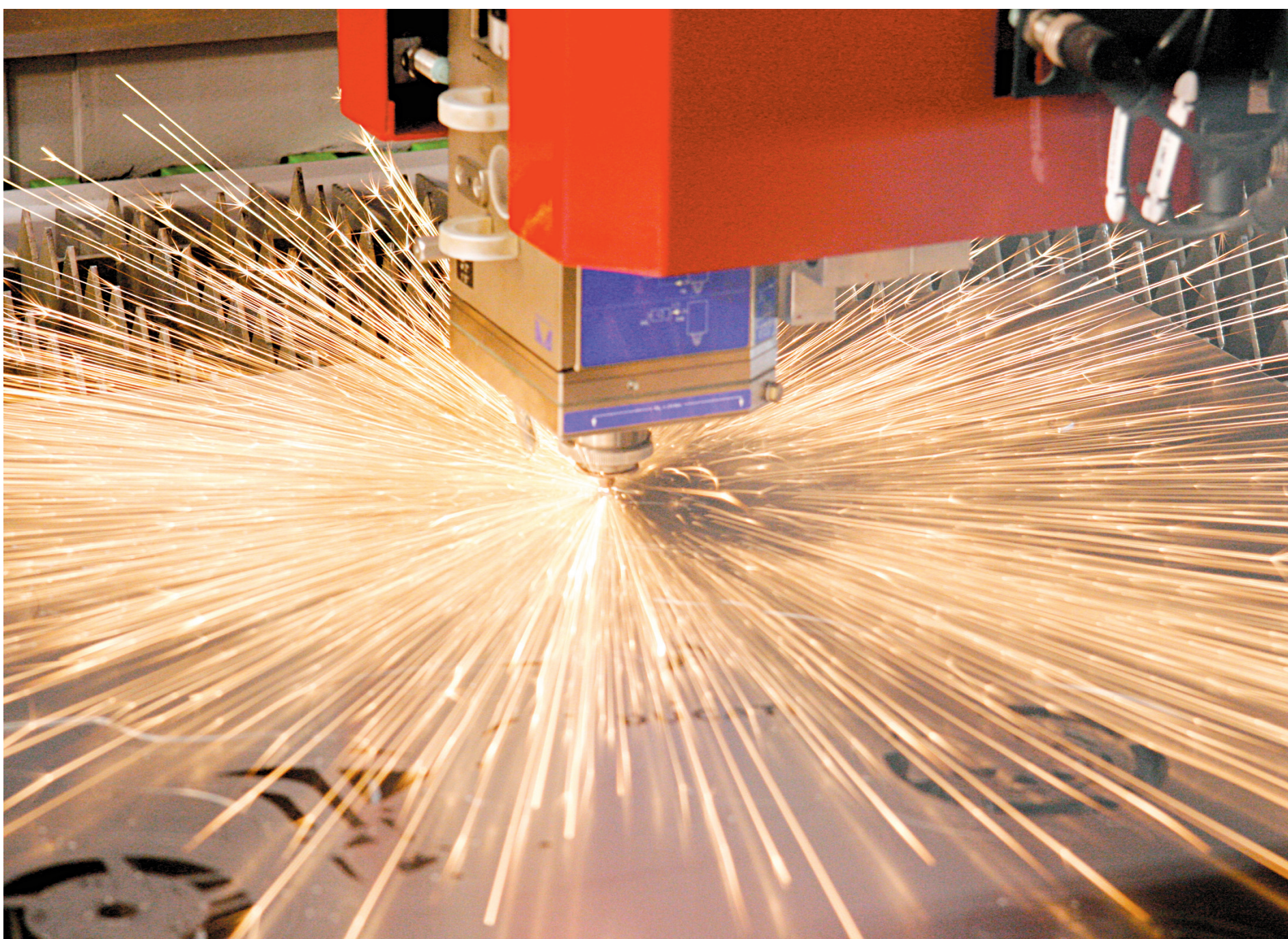
CAHIER J

PHOTONIQUE

LE DEVOIR

## À propos de lasers, de fibres et d'une industrie où le Québec s'illustre

Une seule fibre optique peut acheminer simultanément 300 millions d'appels



De la coupe au laser à la photographie d'électrons, la photonique transforme la recherche.

PIERRE BOLDUC

Le XXI<sup>e</sup> siècle sera photonique, nous assurent les scientifiques. Cette représentation moderne de l'optique, la science de la lumière, est en train de s'immiscer partout, des télécommunications à la santé, en passant par la défense et l'environnement. Le Québec et le Canada sont à la fine pointe du domaine. De l'Université McGill à l'Université Laval, d'Ottawa à Sherbrooke, la recherche repousse les frontières.

MATTHIEU BURGARD

La photonique est l'étude de composants permettant la génération, la transmission et la conversion en signal d'un photon, la particule élémentaire qui compose la lumière. «Ce nom vient d'une analogie avec l'électronique, explique Réal Vallée, directeur du Centre d'optique-photonique (COPL) de l'Université Laval, à Québec. Au lieu d'utiliser des électrons comme moyen de transport du signal, on utilise des photons. Alors, plutôt que d'avoir des fils électriques, on a des fibres optiques.»

Mais la photonique ne se résume pas qu'aux fibres optiques, car c'est l'art de dompter la lumière sous toutes ses formes. Par exemple, les lasers, les diodes électroluminescentes (DEL) et les capteurs optiques sont d'autres moyens technologiques qui ont recours à ce domaine de la physique appliquée. C'est le cas de l'écran tactile de votre iPad. «Au lieu que la lumière soit confinée dans une fibre, elle l'est dans un plan à deux dimensions», décrit M. Vallée. Lorsque votre doigt glisse sur la surface, il modifie le parcours de la lumière.»

Quels sont ses avantages?

Et, en matière de quantité d'information transportée, la photonique est beaucoup plus performante que l'électronique. Une masse de 108 grammes de fibre optique peut remplacer 29 tonnes de fil de cuivre! Et une seule fibre peut acheminer simultanément 300 millions d'appels.

«La révolution Internet n'aurait pas pu voir le jour sans le réseau de fibre optique», commente M. Vallée. La consommation grandissante de contenus en ligne pousse à toujours plus d'innovation en photonique. Car rien ne sert d'augmenter la vitesse de transmission si le traitement informatique ne suit pas! «La fibre optique est comme une autoroute entre deux villes, dit le chercheur. Mais, une fois qu'on arrive ou qu'on part de la ville en question, il faut être capable de gérer le trafic pour éviter la congestion et savoir où acheminer l'information!»

La prochaine génération de systèmes de communications va remplacer au moins en partie les composants électroniques par des puces et des circuits photoniques. Mieux encore, on pourrait faire Internet sans fil avec des DEL laser. «On

peut moduler la fréquence de la lumière pour faire passer des signaux que l'œil ne verrait pas», simplifie le chercheur.

Le marché mondial de la photonique a été évalué à 710 milliards de dollars en 2008 et, d'ici 10 ans, on estime les retombées à 1280 milliards. Le Canada fait figure de chef de file dans le domaine. Parmi les contributions canadiennes les plus récentes, on peut citer le premier système de radar optique (LIDAR) sur la surface de Mars, les opérations à cœur ouvert utilisant un laser à excimères ou encore la transmission optique commerciale à 10 gigabits.

«Couloir photonique»

Le pays compte près de 370 entreprises, dont plus d'une centaine au Québec. Il s'agit surtout de jeunes entreprises et de PME regroupées en plusieurs grappes le long du «couloir photonique» Québec-Montreal-Ottawa. Elles génèrent près de 4,5 milliards par an, essentiellement par l'exportation (85 %) de solutions photoniques intégrées, dans pratiquement tous les secteurs de l'industrie.

Selon Réal Vallée, ce dynamisme au Québec s'explique par le rôle important qu'ont joué entre autres des centres de recherche comme le COPL, l'Institut national d'optique et l'Institut canadien pour les innovations en photonique. «Dans la seule région de la Capitale-Nationale, une vingtaine d'entreprises ont vu le jour à la suite de travaux de recherche», constate-t-il. Ainsi, beaucoup de professeurs et d'anciens étu-

dants d'université ont lancé leur entreprise. C'est le cas de Germain Lalonde et de sa firme Exfo, l'un des leaders mondiaux des instruments de test et de mesure de télécoms. Cette entreprise emploie aujourd'hui 2000 personnes et est cotée en Bourse.

Mais ce qui fait notre force par rapport à l'Ontario, d'après l'analyse du directeur du COPL, «c'est qu'on n'a pas mis tous nos œufs dans le même panier, celui des télécoms». Là-bas, de grandes entreprises, comme Nortel et JDS Uniphase, se sont mises à périlcliter après le crash des télécoms en 2001. D'ailleurs, Nortel a vendu ses brevets à Google il y a quelques semaines... «Le signe de la fin», selon M. Vallée.

De multiples domaines d'application

Le Québec a compris que, hormis les télécommunications, bien d'autres secteurs peuvent avoir recours à la photonique. Dans le domaine biomédical, la biophotonique sert à éliminer les calculs rénaux, à combattre le cancer, à effectuer des endoscopies ou à faire de la microchirurgie au laser. Le professeur Vallée développe présentement une technologie où le laser et la fibre sont combinés pour faire de la chirurgie sur des tissus mous ou durs (comme les dents). Grâce à lui, l'horrible brisures de dentiste pourrait bien un jour être remplacée par un laser à fibre!

D'autres lasers, plus puissants, sont utilisés dans le secteur manufacturier pour découper, souder ou percer très préci-

sément le métal. Dans le secteur de la défense, les fibres optiques équipent par exemple les missiles et les avions. On a recours à des systèmes optiques portatifs pour détecter des agents chimiques dangereux.

Cette capacité de détection est aussi exploitée par des entreprises comme Opsens, de Québec, pour mesurer à distance les paramètres physiques dans des zones dangereuses comme les puits de pétrole.

Du côté de l'environnement, on peut citer également la production d'énergie photovoltaïque ou encore les DEL, qui sont très efficaces pour convertir le courant électrique en faisceau de lumière. «Contrairement à une lampe à incandescence, qui perd près de 90 % de son énergie sous forme de chaleur, la DEL convertit de 30 à 40 % de son énergie en lumière», souligne M. Vallée.

Mais le chercheur, qui est aussi le chef de l'axe de recherche «frontières photoniques» à l'ICIP, sait que les innovations les plus spectaculaires restent à venir. «On peut voir les frontières photoniques, du côté temporel, avec des impulsions au laser toujours plus courtes et, du côté spatial, avec la nanophotonique, qui vise à obtenir des résolutions toujours plus fines. Enfin, d'un point de vue plus fondamental, nos chercheurs s'affairent à étudier la photonique quantique pour comprendre la lumière dans ses plus intimes re-tranchements.» Dieu sait ce qu'il en découlera!

Collaborateur du Devoir



JEAN-CLAUDE KIEFFER

Un laser femtoseconde pour percevoir la dynamique moléculaire

Page 3



LE SEIGNEUR DES ATTOS

André Dieter Bamdrank aura accès à un ordinateur aux 30 000 processeurs

Page 5

POLY-PHOTONIQUE

L'École polytechnique crée un pôle de recherche majeur de portée internationale

Page 2

MONTRÉAL

Michel Côté se veut un inventeur de matériaux

Page 4

INSTITUT CANADIEN POUR LES INNOVATIONS EN PHOTONIQUE

L'ICIP accueille les chercheurs du Québec, du Canada et du monde

Page 4

PAUL CORKUM

Il a réalisé en 2001 la première photographie d'un électron

Page 6

## PHOTONIQUE

PolyPhotonique

## L'École polytechnique, dompteuse de photons

Le Réseau photonique du Québec compte neuf importants centres de recherche et plus d'une centaine de PME

Le Québec se classe parmi les leaders mondiaux dans le domaine de la photonique, notamment grâce à une cinquantaine de chercheurs basés à l'École polytechnique et à l'Université Laval, ainsi qu'à une centaine de PME. Voilà le bilan que dresse Nicolas Godbout, codirecteur du Laboratoire de fibres optiques et membre du Groupe PolyPhotonique de l'École polytechnique.

CLAUDE LAFLEUR

«Il y a des entreprises québécoises qui fabriquent des produits exportés à travers le monde et même jusque sur Mars!», dit-il. Ce sont des réalisations peu connues mais fort importantes. La photonique a de multiples applications, poursuit-il en citant comme exemples les systèmes de communications par fibre optique, l'imagerie médicale, les lasers industriels et les systèmes de monitoring ou ceux qui travaillent dans des milieux hostiles.

Ce champ de recherche est à la fois si vaste et si stratégique que l'École polytechnique a regroupé une foule de chercheurs, œuvrant dans différents départements, sous le vocable du Groupe PolyPhotonique. Ce rassemblement a pour objectif de créer un pôle majeur dans ce domaine de portée internationale. Ce pôle englobe des recherches portant notamment sur les télécommunications optiques (haut débit, cryptographie quantique), la biophotonique (biocapteurs, tomographie optique, chirurgie laser), l'optique quantique (cristaux photoniques, cryptographie, ordinateur quantique), les fibres optiques et la nano-optique.

«La photonique, explique le chercheur, c'est l'utilisation des photons à des fins technologiques. C'est un peu comme l'électronique; de même que celle-ci repose sur l'utilisation des électrons, la photonique, c'est tout ce qu'on peut faire avec des photons — ces particules de lumière. Ça couvre aussi bien les lecteurs de codes à barres dans les supermarchés que les DVD Blu-ray, en passant par toutes les utilisations des lasers.»

## Acheminer toujours plus d'information

«La photonique est un domaine qui se retrouve partout, partout», poursuit M. Godbout. Notamment, la fibre optique est une technologie indispensable pour Internet — Internet ne pourrait pas fonctionner sans fibre optique! Et nous, à l'École polytechnique, nous couvrons assez bien l'ensemble de ces domaines.»

Comme école d'ingénierie, les chercheurs de l'École polytechnique tendent à mener des recherches de nature appliquée — proches des applications industrielles — qui mènent à des brevets et à des transferts technologiques. «Par exemple, dans notre Laboratoire de fibres optiques, nous mettons au point des

composants qui facilitent l'acheminement des communications par Internet», rapporte Nicolas Godbout. Vous savez que le volume total des communications via Internet double tous les deux ans environ. Cela veut dire que tout opérateur de système doit constamment augmenter ses capacités de transmission, ce qui représente des défis à relever.»

Une partie des travaux réalisés au Laboratoire de fibres optiques consiste donc à développer des composants qui permettent d'acheminer toujours plus d'information. «C'est comme si on cherchait des moyens d'augmenter les capacités d'une autoroute pour y faire circuler toujours plus de voitures», illustre le codirecteur. Les composants que nous concevons pourraient s'apparenter aux roulements à billes qui, installés dans les roues des voitures, permettraient de rouler plus rapidement. Ce sont des éléments qui, parmi tant d'autres, permettent d'acheminer davantage d'information.»

## Manipuler la lumière

«Dans notre Laboratoire de fibres optiques, on ne fabrique cependant pas de la fibre optique!», lance, amusé, M. Godbout. Son équipe travaille plutôt sur des équipements qui manipulent la lumière transportée par de la fibre. «Par exemple, on prend deux, trois ou quatre fibres pour les combiner afin de faire des sortes de routeurs de lumière, qui permettent par exemple de distribuer la lumière à plusieurs sorties, ce qui a des applica-



Nicolas Godbout, codirecteur du Laboratoire de fibres optiques et membre du Groupe PolyPhotonique de l'École polytechnique

tions en télécommunication et en imagerie.»

Les chercheurs font également des expériences fondamentales sur la fibre, puisqu'il y a encore des phénomènes inusités à comprendre ou à exploiter. Ainsi, ils «injectent» un rayon laser extrêmement intense dans une fibre optique pour générer une luminosité extraordinaire — des milliers voire des millions de fois plus intense

que le Soleil! Ce type de lumière pourrait avoir beaucoup d'applications en imagerie.

«Nous faisons aussi des travaux en optique quantique qui permettent de fabriquer des systèmes de communications sécurisés», poursuit Nicolas Godbout. Il y a là encore beaucoup de recherches à faire, recherches qui, sur un horizon de dix ou quinze ans, sont susceptibles d'avoir un très très grand déploiement, no-

tamment quant au développement de réseaux sécurisés parallèles à Internet.»

## Grappe industrielle

Incidentement, ce genre de recherches a donné naissance à une «belle grappe industrielle», relate M. Godbout, composée d'une centaine de PME. «Le Québec a développé une expertise en photonique mondiale reconnue — un peu comme en aéronautique et en multimédia», poursuit-il.

Toutefois, ce domaine diffère de l'aéronautique par le fait qu'il est constitué de PME et non de grandes sociétés comme Bombardier ou Pratt & Whitney. Voilà qui explique qu'il s'agit d'un domaine moins connu. «Il y a aussi le fait que davantage de villes à travers le monde œuvrent en photonique», ajoute le chercheur, ce qui fait qu'il est plus difficile de s'y distinguer qu'en aéronautique.

Notons que, selon le Réseau photonique du Québec, on compte neuf importants centres de recherche et plus d'une centaine de PME sur notre territoire. En 2006, le secteur industriel comptait de 4500 à 5000 emplois et générait des revenus d'environ 600 millions de dollars par année. Et nul doute que, depuis cette époque, le secteur s'est grandement développé. «Il ne fait aucun doute que nous sommes un joueur de classe mondiale», affirme, sans hésiter et avec satisfaction, Nicolas Godbout.

Collaborateur du Devoir

Université d'Ottawa

Recherche

## La photonique

À l'Université d'Ottawa, des chercheurs visent à

- Mobiliser le plein potentiel de l'énergie solaire pour alimenter les maisons.
- Développer les nanotechnologies émergentes pour le dépistage précoce des maladies.
- Maîtriser la vitesse de la lumière pour révolutionner les technologies des communications.

Biocapteurs Lasers Énergie verte Photolithographie  
Nanophotonique Imagerie Optique quantique  
Plasmons Science de l'attoseconde Diagnostic médical Cellules solaires  
Optique intégrée DéTECTEURS

Située au cœur d'une communauté de recherche en photonique de calibre mondial, l'Université d'Ottawa, grâce à ses chercheurs reconnus et ses installations de pointe en photonique, vous aide à découvrir les nouvelles frontières de la science.



uOttawa.ca

## PHOTONIQUE

Centre Énergie Matériaux Télécommunications de l'INRS

## « À cette vitesse, on commence à voir la dynamique moléculaire »

Le laser femtoseconde peut accélérer des protons qui vont venir frapper les cellules cancéreuses

Les lasers sont de plus en plus courants dans le domaine biomédical, par exemple pour la microchirurgie ou l'ophtalmologie. Mais le plus puissant d'entre eux, le laser femtoseconde, est encore en développement. Sa future mission: détecter les tumeurs à leur stade précoce... et les vaincre!

MATTHIEU BURGARD

C'est au Laboratoire de sources femtosecondes, du Centre Énergie Matériaux Télécommunications de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), qu'un superlaser a été mis au point. Chacune de ses impulsions ne dure que 30 femtosecondes (10<sup>-15</sup> secondes) pour une puissance de 200 térawatts, soit 50 fois la puissance en continu de la Terre.

«Depuis l'été 2009, le laser à impulsion ultrarapide est totalement opérationnel», affirme Jean-Claude Kieffer, directeur du centre. À l'aide de l'engin, le scientifique s'affaire à produire l'imagerie médicale la plus précise jamais obtenue. «L'idée est de développer de la radiographie X mais en utilisant la phase, c'est-à-dire les oscillations du rayonnement X», explique-t-il.

La physique employée derrière ce dispositif serait assez nouvelle, selon le chercheur. Le laser se propage à l'intérieur d'un jet de gaz et crée une onde de sillage en arrière du front, comme un bateau sur la mer. Les électrons vont littéralement surfer sur cette onde de sillage et vont être accélérés. Ils se mettent alors à osciller et émettent un rayonnement secondaire, qui correspond à une source de rayons X de très petite longueur d'onde, de l'ordre du micromètre.

Ainsi, on peut observer des tumeurs à leur stade précoce, lorsqu'elles ne mesurent encore que quelques centaines de microns. Alors, pourquoi aller si loin, jusqu'au micron? «Car, à ce niveau de détail, on peut voir comment la tumeur interagit avec les tissus sains», répond le scientifique. Cette frontière entre les cellules malades et les cellules saines est encore méconnue et intéresse de très près les oncologues.

Et ce n'est pas tout! «Comme on a des résolutions fabuleuses, on pourrait aussi faire de la résolution de matériaux composites pour voir la fatigue et les comportements de fracture à très petite échelle», se réjouit M. Kieffer. On pose un regard au début d'un phénomène qui pourrait s'avérer critique pour la vie ou un matériau.

M. Kieffer a fait d'énormes progrès au cours de ces quatre derniers mois, car il parvient désormais à faire de la radiographie en une seule impulsion laser, alors qu'il lui fallait jusque-là accumuler les tirs pour obtenir une image.

## Voir les réactions chimiques

L'autre avantage des sources de rayons X du laser femtoseconde, c'est qu'elles sont de très courte durée, équivalant à l'impulsion du laser. «À cette vitesse, on commence à voir la dynamique moléculaire. On peut donc utiliser aujourd'hui cette technologie pour regarder des changements de conformation de molécules complexes, comme les protéines.» Par exemple, la myoglobine, dont la fonction moléculaire dépend intimement de sa structure tridimensionnelle.

«On sait comprendre la structure d'une molécule, mais, pour comprendre sa fonction, il faut

aussi comprendre la dynamique à l'échelle de temps des électrons, de quelques centaines d'attosecondes à quelques dizaines de femtosecondes», commente le chercheur. En effet, les électrons gèrent les liaisons moléculaires «comme une colle moléculaire», explique M. Kieffer. Si on change les électrons de place, les liens vont changer, donc la molécule va changer de forme et de fonction.

En somme, le laser pourrait un jour rendre possible la visualisation des réactions chimiques, et notamment celles présentes dans les problématiques moléculaires derrière le cancer!

## Bombarder les tumeurs

Hormis ses capacités de détection, le laser à impulsion ultrarapide est aussi une redoutable arme de destruction des cellules cancéreuses. Il ouvre la voie à une démocratisation de la protonthérapie, un traitement utilisé contre les tumeurs qui résistent à la radiothérapie et contre certains cancers chez les jeunes adultes et les enfants.

On estime le besoin en unités de protonthérapie à une unité pour 10 millions d'habitants. Or il n'y en a pas au Canada, car cela requiert l'installation d'un cyclotron, un accélérateur de particules gigantesque, qui coûte environ 200 millions de dollars et nécessite la construction d'un bâtiment au complet. D'après le directeur du centre, «le laser pourrait s'intégrer dans les infrastructures existantes et ramener les coûts autour de 30 millions de dollars».

En effet, le laser femtoseconde peut lui aussi accélérer des protons, qui vont venir frapper les cellules cancéreuses avec une grande énergie cinétique. «Comme un coup de marteau hyperbref et ultrapuissant», illustre M. Kieffer. L'avantage du laser est que sa chaleur n'a pas le temps de se propager dans les tissus voisins, contrairement à la radiothérapie. Il peut donc envoyer les protons dans la tumeur de manière très localisée, en traversant d'autres tissus sans les endommager. Son utilisation pourrait être particulièrement indiquée pour des zones sensibles comme le cerveau et l'œil.

Le défi des scientifiques de l'INRS est de parvenir à produire une énergie par unité de surface et de temps qui soit assez grande pour accélérer suffisamment les particules. Pour l'instant, l'équipe de M. Kieffer est capable d'atteindre de 15 à 20 MeV. Or, pour traiter le cancer de l'œil, il faut 60 MeV, pour le cancer du cerveau, 150 MeV. Bref, l'objectif est de doubler, voire tripler, l'intensité.

Les avantages du laser seront certains. «Contrairement à la protonthérapie classique, où on ne peut pas voir ce qui se passe au moment où on dépose la dose de protons, avec le laser c'est possible, car la source de particules et le rayonnement X sont simultanés», souligne le chercheur.

Par ailleurs, il reste à comprendre les effets des bombardements sur les cellules cancéreuses. M. Kieffer collabore avec l'Hôpital universitaire de Syracuse et l'Institut Bergonié de Bordeaux en ce qui concer-



Jean-Claude Kieffer, dans son laboratoire du Centre Énergie Matériaux Télécommunications de l'Institut national de la recherche scientifique

ne les modèles de tumeurs pouvant être irradiés et les méthodes de calcul pour comprendre leur réaction et les protocoles de dosimétrie.

«C'est une physique extrêmement complexe», avoue M. Kieffer. Nous sommes parmi les premières et les rares équipes de recherche à travailler sur ces

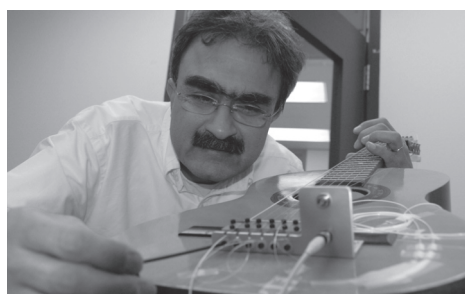
sujets avec ce type d'équipement. Il faudra encore une bonne dizaine d'années pour que le laser femtoseconde fasse son entrée dans les unités

de protonthérapie, un peu moins pour être utilisé comme outil de détection.

Collaborateur du Devoir

## LEURS TRAVAUX SONT LUMINEUX

COMME NOS CHERCHEURS EN PHOTONIQUE, VISEZ LE SOMMET À POLYTECHNIQUE



## LE CHANT DE LA LUMIÈRE

**Raman Kashyap**, Chaire de recherche du Canada sur les systèmes photoniques futurs

«Le concert vous a plu?»

«Beaucoup! Le guitariste a une telle maîtrise de la lumière...»

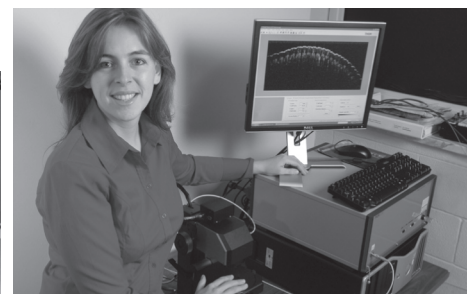
Surréaliste cet échange? Pas sûr. La guitare photonique mise au point par le P<sup>r</sup> **Raman Kashyap** pourrait bientôt bouleverser le monde de la musique. Ce mélomane a eu l'idée de fixer un laser à une guitare acoustique et de remplacer les cordes de nylon par une seule fibre optique.



## TEXTILES LUMINESCENTS

**Maksim Skorobogaty**, Chaire de recherche en micro et nanophotonique

Des tissus diffuseurs de lumière colorée, utopie de designer? Plus maintenant, grâce aux travaux menés par le P<sup>r</sup> **Maksim Skorobogaty**. Le P<sup>r</sup> Skorobogaty développe des fibres optiques de nouvelle génération, tissables et résistantes. Ce projet, mené en collaboration avec la P<sup>re</sup> Joanna Berzowska, de l'Université Concordia, vise à produire des textiles filtrant la lumière blanche pour laisser émaner une lumière colorée, sans recours aux teintures ou colorants. Des travaux aux retombées prometteuses, notamment dans l'industrie de la mode, et qui démontrent que le génie peut avoir la fibre... artistique.



## VERS LA BIOPSIE VIRTUELLE

**Caroline Boudoux**, Laboratoire d'Optique Diagnostique et d'Imagerie

Une nouvelle technologie biomédicale fait franchir un grand pas au domaine du diagnostic non invasif en permettant d'analyser un organe *in vivo* à l'échelle microscopique sans avoir recours au prélèvement de tissus. Cette technologie, c'est la microscopie confocale endoscopique, à laquelle la P<sup>re</sup> **Caroline Boudoux** consacre ses travaux. Ceux-ci visent le développement d'appareils diagnostiques de pointe tels qu'un instrument miniature réunissant un laser à balayage spectral ultra-rapide, une console d'acquisition pour la détection, l'analyse et la visualisation en temps réel des tissus observés, ainsi qu'un microscope sous forme de sonde de la taille d'un crayon.



ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL

Chaque jour, à Polytechnique, nos chercheurs conçoivent la vie autrement.

www.facebook.com/polymtl • www.twitter.com/polymtl • Tél. : 514 340-4720

www.polymtl.ca/recherche

Le génie en première classe.

SCIENCES  
PHOTONIQUE

CE CAHIER SPÉCIAL

EST PUBLIÉ PAR LE DEVOIR

Responsable NORMAND THÉRIAULT

ntheriault@ledevoir.ca

2050, rue de Bleury, 9<sup>e</sup> étage, Montréal (Québec) H3A 3M9.

Tél.: (514) 985-3333 redaction@ledevoir.com

FAISCEQUEDOIS

## PHOTONIQUE

Université de Montréal

## Michel Côté se veut un inventeur de matériaux

L'électron ne tourne pas autour d'un noyau!

Créer des matériaux grâce à la mécanique quantique: c'est rien de moins que le rêve ambitieux d'un chercheur du Département de physique de l'Université de Montréal. Et Michel Côté impose un détour vers la physique quantique pour laisser entrevoir ce qui peut arriver...

CLAUDE LAFLEUR

«*Ce qui m'intéresse dans la vie, c'est d'utiliser le calcul quantique pour concevoir des matériaux qui n'existent pas encore. Je me considère comme un inventeur, un terme qui n'est plus vraiment d'usage aujourd'hui mais qui décrit bien ce que je fais comme physicien des matériaux. Mon but, depuis l'époque où j'ai réalisé mes études de doctorat, c'est d'inventer des matériaux.*»

Voilà la démarche inusitée de Michel Côté, professeur au Département de physique de l'Université de Montréal, où il enseigne et applique la mécanique quantique. «*Je cherche à comprendre les principes fondamentaux qui guident la nature et qui, lorsqu'on les maîtrise bien, nous permettent d'inventer des matériaux grâce à la puissance des ordinateurs et des équations.*»

Dans le fond, ce chercheur applique la mécanique quantique à notre quotidien!

## Mécanique quantique pour les nuls

Michel Côté invente ce qu'on appelle des matériaux quantiques, c'est-à-dire des matériaux dont les propriétés sont gouvernées par la mécanique quantique. Il ne s'agit pourtant pas de matériaux exotiques — des matériaux imaginaires qui posséderaient des propriétés vraiment bizarres. Il s'agit plutôt du genre de matériau qui est à la base des nanotechnologies et des cellules photovol-

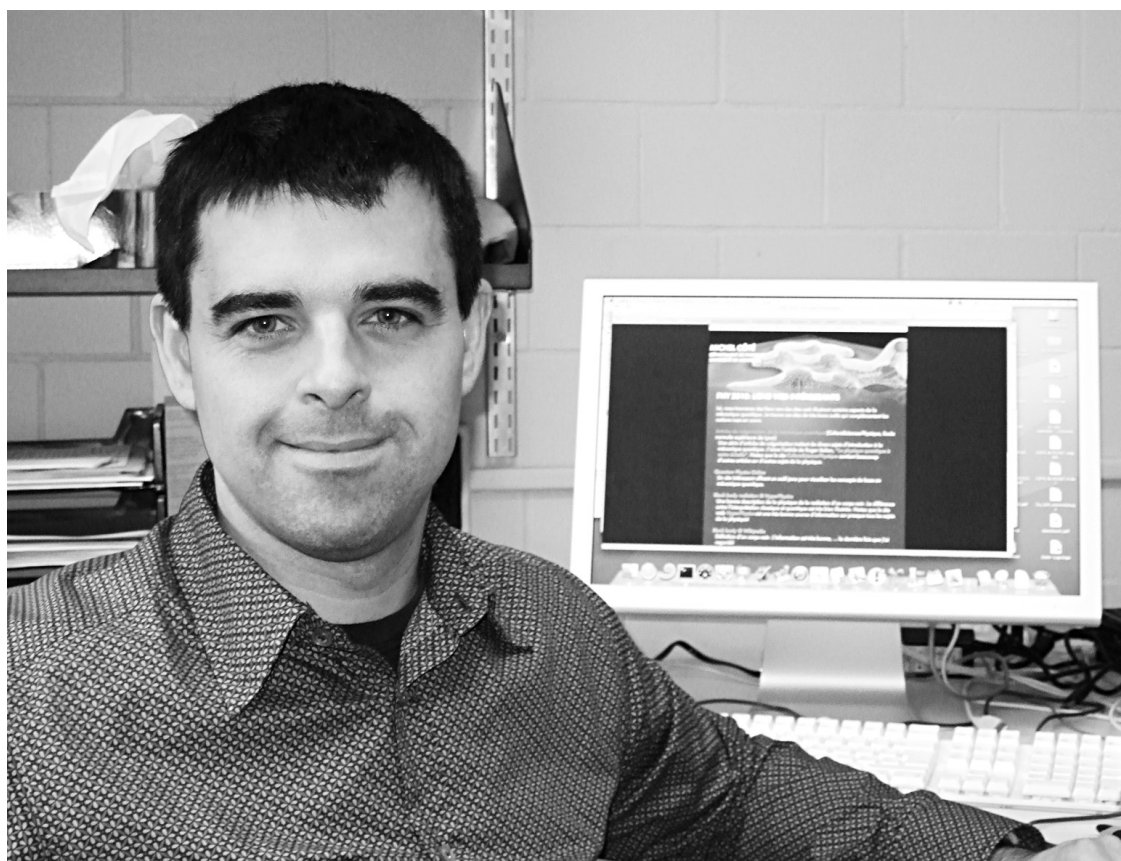
taïques des panneaux solaires qu'on retrouve un peu partout. «*Dans le cas de la photovoltaïque, dit-il, nous essayons d'utiliser les recettes que nous connaissons déjà pour fabriquer de nouveaux matériaux, ce qui est fort différent d'imaginer des matériaux exotiques.*»

Ce physicien, vraiment sympathique, rigole doucement lorsqu'il voit poindre dans les yeux de son interlocuteur l'inquiétude de plonger dans la mécanique quantique.

«*Dans le fond, c'est simple, lance-t-il, puisque les propriétés de bien des matériaux sont de nature quantique. Prenez par exemple le fait que le verre laisse passer la lumière: c'est une propriété quantique de la matière. Autrement dit, pour comprendre pourquoi la lumière passe à travers le verre et non à travers le métal, il faut utiliser la méthode quantique.*»

Il explique que notre difficulté à saisir ce qu'est le monde quantique vient de l'image erronée qu'on se fait du monde des atomes. Nous avons tous à l'esprit l'image d'un atome constitué d'un noyau central autour duquel orbitent des électrons, telles les planètes gravitant autour du Soleil. Or ce n'est pas ce qui se passe.

«*Les électrons ne tournent pas autour d'un noyau, mais ils se promènent plutôt comme une vague, explique le professeur. Ça ressemble, dans la plupart des cas, à des vagues sur un étang, la vague allant se frapper contre des cailloux. On observe alors des pa-*



Michel Côté, professeur au Département de physique de l'Université de Montréal

SOURCE UDM

*trons de vagues. Il faut donc comprendre le mouvement des électrons pour parvenir à prédire comment la vague se propagera. Voilà la physique quantique: il faut décrire le déplacement des électrons comme une vague et non pas comme une orbite.*»

Pour ceux et celles qui imaginent difficilement comment ça se passe au niveau des atomes, M. Côté a ces mots rassurants: «*La plupart des physiciens vous diront qu'on ne parvient jamais à comprendre la mécanique quantique, mais plutôt à s'y habituer! Ça devient une sorte de réflexe; ce n'est pas une compréhension,*

*mais une acceptation de ce qui se passe au niveau de l'atome. À la longue, ça devient une deuxième logique, une autre vision du monde, la vision du réel.*»

«*Les gens sont toujours mystifiés par la mécanique quantique, mais ils ne le devraient pas, poursuit-il. Nous sommes si habitués à vivre dans notre monde "classique" qu'on projette notre compréhension sur tout ce qui se passe. Or les électrons ne se comportent pas comme on imagine le monde! C'est à nous d'apprendre leur comportement... et non à eux de se conformer à notre vision de l'Univers, dit-il en*

*riant. La mécanique quantique n'est pas mystérieuse, il faut simplement apprendre à se défaire de nos habitudes de penser.*»

Voilà qui n'est pas facile, même pour les physiciens.

## Applications pratiques du quantique

La démarche préconisée par Michel Côté — calculer les propriétés quantiques de matériaux inexistantes — a des applications réellement concrètes. Ainsi, il assiste des expérimentateurs et des chimistes de synthèse dans leur quête de nouvelles molécules, par exemple

pour la fabrication de médicaments. «*Souvent, dit-il, ceux-ci se trouvent devant la possibilité de développer différentes molécules, mais ils doivent choisir la plus prometteuse. Les calculs que nous effectuons nous permettent de déterminer laquelle des molécules possibles devrait avoir les propriétés désirées.*»

M. Côté s'intéresse plus particulièrement aux propriétés des cellules photovoltaïques qui convertissent la lumière en électricité. Comme inventeur de matériaux, il cherche entre autres à transformer des plastiques en cellules photovoltaïques bon marché, ce qui pourrait déclencher une véritable petite révolution dans notre quotidien.

On peut en effet imaginer que, le jour où existeront des plastiques bon marché et capables de générer de l'électricité, nos mille et un petits bidules électroniques — des télécommandes aux portables, en passant par les baladeurs et les tablettes électroniques — pourraient être munis de telles cellules. Fini, donc, les piles rechargeables et les appareils qui tombent en panne parce qu'on a oublié de les recharger. Il suffira de les laisser reposer à la lumière!

Ce jour n'est peut-être pas si loin, puisque déjà certaines entreprises fabriquent de tels plastiques. «*Nous ne sommes donc plus dans le domaine théorique, indique Michel Côté, mais il reste encore beaucoup de recherche de base à faire pour améliorer le produit... On peut déjà penser à quantité d'applications possibles, dont des vêtements qui rechargeraient de petits appareils électroniques.*»

Collaborateur du Devoir

Institut canadien pour les innovations en photonique

## Le vingt et unième siècle sera photonique

LICIP accueille les chercheurs du Québec, du Canada et du monde

L'Institut canadien pour les innovations en photonique développe depuis plus de dix ans un réseau entre le monde industriel et les universités. À ce jour, 23 universités canadiennes en sont membres et 400 chercheurs participent à ses activités. Un réseau mondial gravite donc autour de l'Université Laval.

GWENAËLLE REYT

«*On peut tout faire avec la photonique. Elle est à l'optique ce que l'électronique est à l'électricité. Le XX<sup>e</sup> siècle a été celui de l'électronique. Le XXI<sup>e</sup> sera celui de la photonique.*», lance d'entrée de jeu Robert Corriveau, président de l'Institut canadien pour les innovations en photonique (ICIP).

Cet institut, qui a vu le jour en 1999, est entièrement dédié aux techniques utilisant les photons pour transmettre l'information. Destinée à la mise au point de nouvelles technologies, de leur valorisation et de la formation de personnes hautement qualifiées dans ce domaine de pointe, l'ICIP a été mis sur pied grâce au programme Réseaux de centres d'excellence (RCE). «*Notre but est de rassembler un réseau de chercheurs universitaires et de partenaires des secteurs public et industriel afin de stimuler les innovations en photonique et de les promouvoir en vue d'améliorer la qualité de vie des Canadiens,* explique Robert Corriveau, qui est à la tête de l'institut depuis 2005.

Basé à l'Université de Laval, l'ICIP a réussi avec le temps à se construire un large réseau à travers le Canada et même à l'échelle internationale. En tout, 23 universités canadiennes sont membres, en plus de la participation de près de 400 chercheurs. De plus, chaque année, 120 chercheurs et près de 250 étudiants gradués bénéficient de son financement. À l'échelle internationale, l'ICIP collabore avec plusieurs pays, dont les États-Unis, l'Allemagne, la France, l'Angleterre, et aussi avec le Japon et la Chine. En 2002, l'institut a d'ailleurs lancé un programme de valorisation technologique et de réseautage afin d'améliorer les collaborations entre les membres du réseau et d'accélérer les applications industrielles des résultats de la recherche universitaire.

## Liens avec l'industrie

Ayant également un rôle de transfert des technologies par la participation des étudiants sur le terrain, les interactions avec l'industrie sont nombreuses. «*Chaque année, nous collaborons avec près de 70 entreprises, qui sont principalement des PME,* précise Robert Corriveau. *Au Canada, on estime qu'il y en a près de 450 spécialisées en photonique. Cela nous laisse envisager encore beaucoup de débouchés.*»

En 2006, l'ICIP a monté un programme, Innovations en photonique appliquée (IPA), qui vise à multiplier les collaborations entre universités et in-



PIERRE BOLDUC

Martín Bernier, du Centre d'optique-photonique de l'Université Laval, une des universités membres de l'ICIP

industries. «*Nous offrons des solutions aux entreprises qui n'avaient pas forcément imaginé d'utiliser la photonique. Cette technologie s'applique à différents domaines, comme la pharmaceutique, les aciéries, l'aérospatiale ou les pétrolières. En fonction des besoins, nous cherchons la meilleure équipe pour réaliser le projet,* explique M. Corriveau, qui précise que l'Ontario, le Québec, l'Alberta et la Colombie-Britannique sont les provinces les plus performantes dans le domaine.

## Nouvelle étape

Subventionné pour une période de 13 ans, l'institut arrive à une étape importante de son développement. «*Notre financement des RCE arrive à terme en mars 2012. Nous sommes en train de transformer notre structure pour devenir un consortium industriel,* précise le président. *Pour la recherche universitaire, nous allons mettre en place un partenariat avec le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Le reste sera soutenu par le milieu de*

*l'industrie, avec lequel nous avons construit un réseau très fort.*»

Malgré ce réseau bien établi, l'ICIP devra encore convaincre les entreprises d'avoir recours à la photonique plutôt qu'à une autre technologie. «*C'est une excellente solution, mais elle engage un coût qui peut être beaucoup plus élevé,* convient Robert Corriveau. *On peut utiliser un laser pour couper, mais, dans certains cas, une scie mécanique peut aussi faire l'affaire. Le défi est de montrer toutes les possibilités qu'offre le laser et qui sont impossibles avec la scie.*»

Un autre défi pour l'ICIP sera de réduire les dimensions des appareils utilisés afin d'ouvrir de nouvelles perspectives industrielles, comme dans le milieu médical. «*Il y a beaucoup d'applications potentielles dans les cabinets médicaux, que ce soit pour les diagnostics ou le thérapeutique,* note le chercheur, qui verrait de nombreuses possibilités pour les microscopes. *Différentes technologies sont adaptables, à nous de démarcher dans ce sens.*»



SOURCE ICIP

Robert Corriveau, président de l'Institut canadien pour les innovations en photonique

Le Devoir

## PHOTONIQUE

Université de Sherbrooke

## Le seigneur des attos

André Dieter Bandrauk aura accès à un ordinateur aux 30 000 processeurs

En 1987, Eadweard Muybridge a photographié un cheval au galop en captant des images à la vitesse de 6 millisecondes. Aujourd'hui, grâce à des impulsions au laser de l'ordre du milliardième de seconde, les scientifiques peuvent visualiser les électrons et rêvent de contrôler les réactions chimiques. André Dieter Bandrauk, de l'Université de Sherbrooke, est l'un des théoriciens fondateurs de cette nouvelle «science de l'attoseconde».

MATTHIEU BURGARD

L'attoseconde est à la seconde ce que la seconde est à l'âge de l'univers. C'est à cette échelle de temps, en 152 attosecondes, que les électrons gravitent autour des atomes. Pour espérer les visualiser, il faut un tir laser tout aussi rapide. Le hic, c'est qu'il n'existe aucune machine assez puissante pour cela.

Pourtant, des scientifiques autrichiens y sont parvenus pour la première fois en 2001. Comment? En utilisant un laser femtoseconde ( $10^{-15}$  seconde). C'est ce type de laser qui pour l'instant atteint les plus hautes intensités.

«Dans les années 1980, les travaux d'Anne L'Huillier, au Centre d'énergie atomique à Paris, ont démontré que, lorsqu'on soumet un atome à un laser de très haute intensité, ses électrons sont accélérés et l'atome émet alors de la lumière blanche, exactement comme une étoile», explique André Dieter Bandrauk, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en chimie computationnelle et photonique à l'Université de Sherbrooke.

Pas plus tard que cette année, son collègue Paul Corkum, de l'Université d'Ottawa, a trouvé pourquoi: quand le champ de l'onde laser est maximal, l'électron est repoussé au plus loin de l'atome. Quand il est négatif, l'électron revient à l'atome, et le surplus d'énergie emmagasiné par son accélération est évacué par l'émission de toute une gamme d'ondes électromagnétiques, qu'on appelle les harmoniques.

C'est en prenant les fréquences harmoniques les plus courtes qu'on peut récupérer assez d'énergie pour générer une impulsion attoseconde. Dans le monde, les laboratoires qui y parviennent se comptent sur les doigts d'une main. «Au Québec, les travaux de François Légaré, à l'Institut national de la recherche scientifique, nous donnent de bonnes chances d'être les suivants», prédit M. Bandrauk. Peut-être battons-nous le record de l'impulsion la plus courte, détenu depuis cette année par le Coréen Dong Hyuk Ko: 63 at-

tosecondes! Une vitesse suffisamment rapide pour visualiser le mouvement des électrons.

## Contrôler les électrons

Au-delà de la possibilité de voir le ballet des électrons autour des atomes et des molécules, les attoboy (comme les surnomme le journal *The Economist*) rêvent de les diriger... et surtout de contrôler les réactions chimiques!

En Allemagne, par exemple, Eleftherios Goulielmakis aimerait optimiser la photosynthèse. «Ce qui est surprenant, constate M. Bandrauk, c'est que, dans une cellule végétale, il y a un endroit où l'énergie solaire est absorbée par des électrons et, après une picoseconde, ces électrons sautent à un autre endroit, qu'on appelle le centre photo-réactif. C'est là que l'eau se combine au dioxyde de carbone pour former du sucre.»

Un mystère qui intrigue notre théoricien de la chimie au plus haut point. Car, dans les années 1980, c'est André Dieter Bandrauk qui a effectué les premiers calculs sur le comportement des molécules soumises à de très hautes intensités au laser. Ces travaux font de lui l'un des pères fondateurs de la science attoseconde et lui ont valu le prix Marie-Victorin en 2010. «Je me suis tout de suite penché sur les molécules, qui sont plus intéressantes que les atomes, car elles sont la source de la vie! Les physiciens n'aiment pas trop les étudier, car il arrive toutes sortes de réactions quand on les place dans un instrument», dit-il.

## Saisir l'onde

Pas si facile, en effet! «La difficulté, c'est que l'électron est partout au même moment», souligne M. Bandrauk. Car l'électron ne se comporte pas comme une particule, mais comme une onde régie par les lois de la mécanique quantique! «C'est comme quand on jette un caillou dans l'eau: l'onde est partout, illustre le chercheur. Si les chimistes n'obtiennent jamais un produit pur mais un mélange de toutes sortes de produits, c'est parce que l'élec-

tron est délocalisé dans la molécule et se trouve sur plusieurs atomes à la fois en même temps!»

Une équipe néerlandaise est arrivée à relocaliser sur un seul atome un électron partagé entre deux atomes. Pour cela, elle a excité l'électron pour que son orbite devienne de plus en plus grande et, par là même, que sa liaison chimique devienne de plus en plus faible. À un certain point, la distance entre les deux atomes est devenue trop grande et l'électron est resté sur un seul des deux.

Selon M. Bandrauk, on peut aller plus loin: «Nous, ce qu'on propose maintenant, c'est qu'avec des impulsions au laser on peut mettre l'électron n'importe où dans une molécule.»

L'idée est de sculpter la forme de l'impulsion au laser pour optimiser le rendement. «On va jouer sur les fréquences harmoniques utilisées, la forme de l'onde laser, les intensités...»

## Pas de laser, mais des ordinateurs

Comme il existe très peu de lasers capables de créer des pulsions en attosecondes pour vérifier les hypothèses, M. Bandrauk modélise les paramètres à l'aide de puissants algorithmes mathématiques. Le chimiste fait d'ailleurs partie du groupe de mathématiques avancées de l'Université de Montréal.

À l'été, il disposera d'un nouveau joujou: l'un des ordinateurs les plus puissants du Canada, avec 30 000 processeurs répartis sur autant de PC. Et, grâce à l'octroi d'une importante subvention de la Fondation canadienne pour l'innovation et du ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, M. Bandrauk aura aussi son centre de modélisation et visualisation d'imagerie moléculaire (MOVIE). «C'est une véritable salle de cinéma moléculaire, s'enthousiasme-t-il. Ça va révolutionner l'enseignement universitaire, car rien ne bougeait auparavant! Maintenant, on va pouvoir enfin montrer aux étudiants la dynamique à l'intérieur des molécules à l'échelle femto et atto!»

Grâce à ces infrastructures et à sa persévérance, M. Bandrauk espère un jour réaliser son plus grand rêve: «Je veux développer un laser qui va permettre à un médecin de réparer une molécule.»

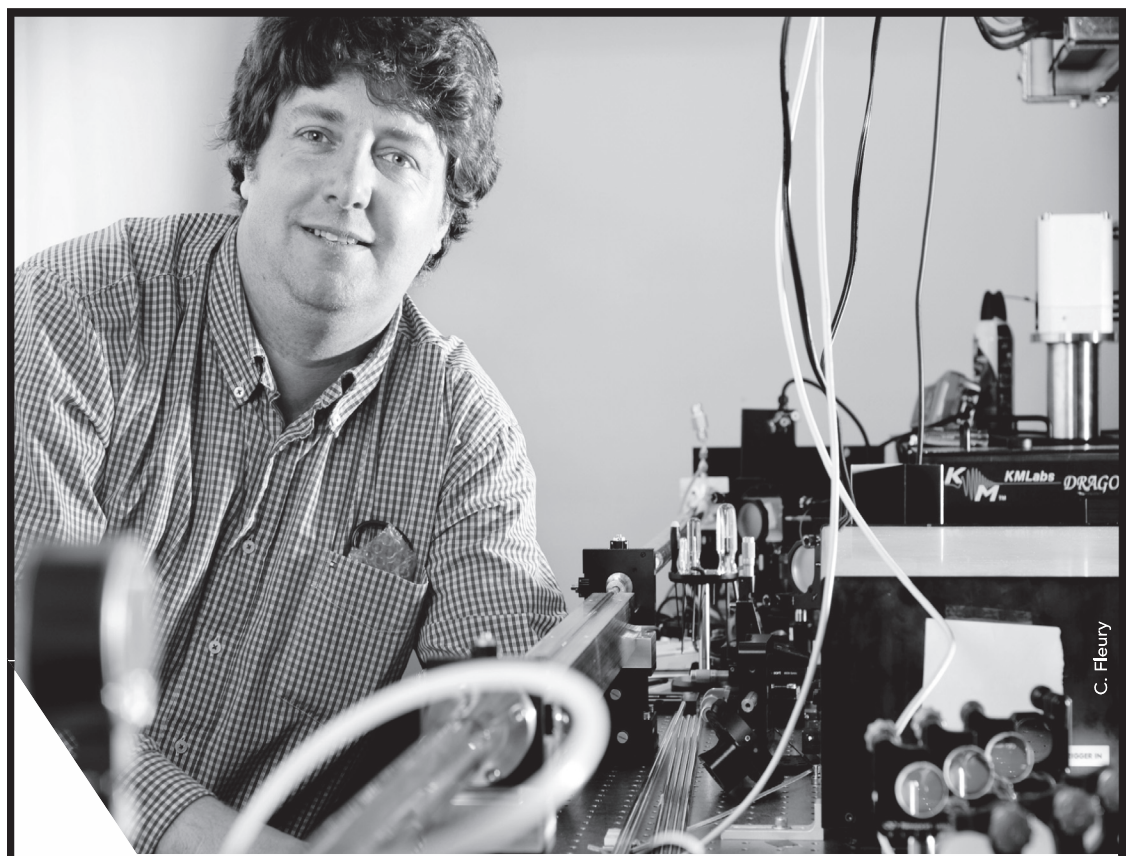
L'ADN? On a le droit de rêver, car la nature, elle, le fait déjà...

Collaborateur du Devoir



MICHEL CARON / UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

André Dieter Bandrauk, de l'Université de Sherbrooke, a reçu le prix Marie-Victorin en 2010.



C. Fleury

## Filmer l'infiniment petit

Le professeur François Légaré du Centre Énergie Matériaux Télécommunications de l'INRS a développé un laser qui nous a permis

ons. Une percée majeure publiée récemment dans la prestigieuse revue *Nature Physics*.

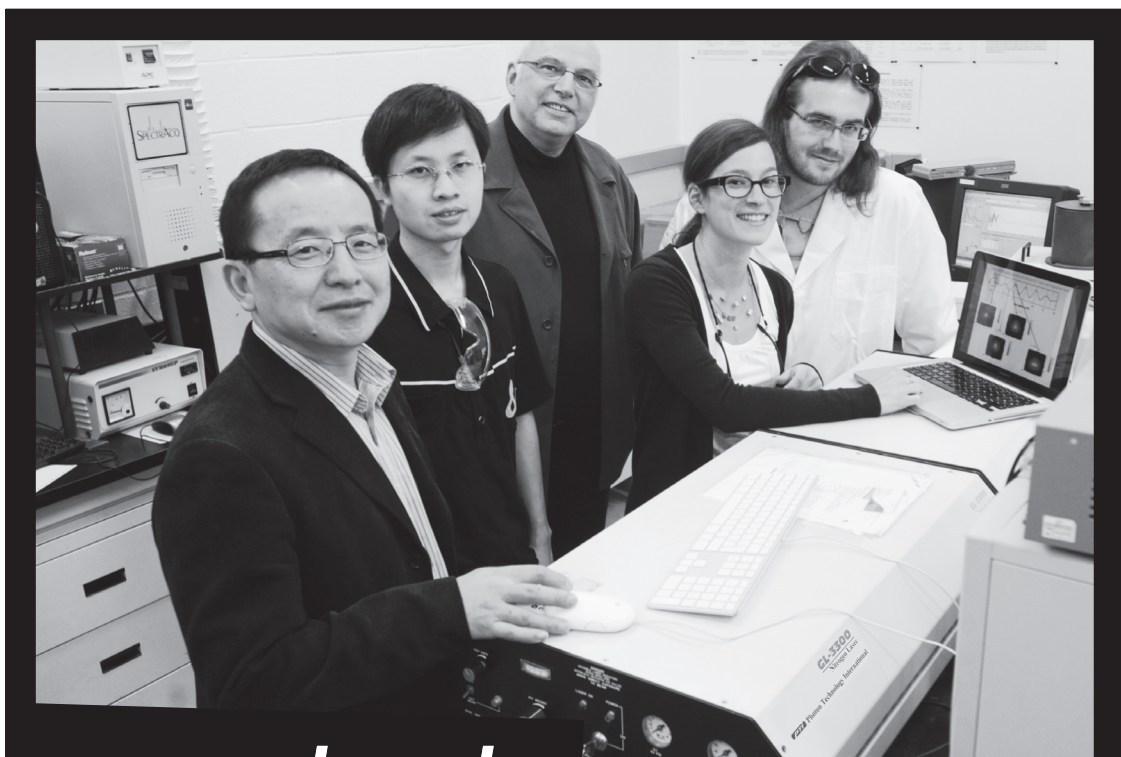
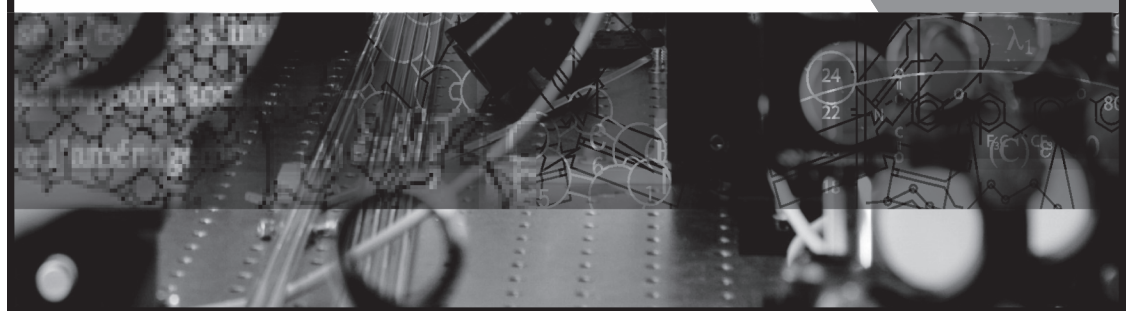
Avec son équipe, il pousse encore plus loin l'aventure scientifique: produire des flashes de lumière de très courtes durées pour filmer l'infiniment petit. Son objectif: battre le record actuel de 80 attosecondes. Sa cible: atteindre les 20 attosecondes.

À lire ce mois-ci dans le webzine [planeteinrs.ca](http://planeteinrs.ca).

INRS

Université d'avant-garde

INRS.CA



## La recherche fait partie du programme

Les Prs Yue Zhao, Pierre D. Harvey et des étudiants discutent de la dynamique électronique d'une molécule sondée par spectroscopie de fluorescence laser.

Concevoir des nanovéhicules photosensibles et des cellules solaires et électroluminescentes.

Encadrer la formation d'étudiantes et d'étudiants de grande qualité.

## Réussir

des percées majeures en photonique moléculaire.

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Centre d'études des matériaux optiques et photoniques de l'Université de Sherbrooke

- 8 chercheurs de renommée internationale
- 1 récipiendaire du prix Marie-Victorin 2010
- des formations en chimie, en nanomatériaux et caractérisations de pointe

USherbrooke.ca/chimie

## PHOTONIQUE

Laboratoire de recherche conjoint en science de l'attoseconde

## Un jour, on verra comment se déroule une réaction chimique

L'équipe de Paul Corkum a réalisé en 2001 la première photographie d'un électron

Nous vivons à une époque hallucinante. Pendant que des astrophysiciens photographient les confins de l'Univers grâce au télescope spatial Hubble, des attophysiciens réalisent ce que d'aucuns considéraient comme impossible il n'y a pas si longtemps: photographier des atomes en action. Cette prouesse technologique est due à un brillant chercheur canadien, Paul Corkum, qui dirige le Laboratoire de recherche conjoint en science de l'attoseconde (JASLab) du Conseil national de recherches du Canada, à Ottawa.

CLAUDE LAFLEUR

Comment Paul Corkum a-t-il fait pour réaliser l'impossible photo? En mettant tout bonnement au point une «caméra» suffisamment rapide pour prendre des clichés à la vitesse où évoluent les électrons.

On parle alors d'une vitesse de l'ordre de l'attoseconde — et non pas de la milliseconde, comme dans notre monde. Une attoseconde est un intervalle de temps si court qu'un photon de lumière — qui se déplace à l'incroyable vitesse de 300 000 kilomètres à la seconde — n'a le temps que de franchir une distance équivalant à la taille de quelques atomes!

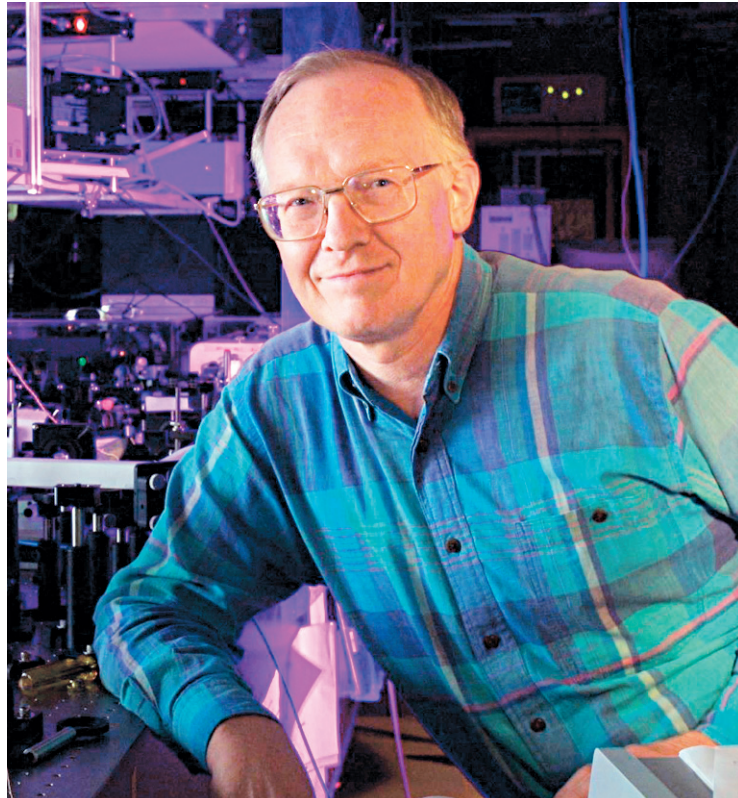
Ne bougeons plus

«L'idée est simple, relate joyeusement l'attophysicien. Il s'agit d'utiliser un flash lumineux suffisamment court pour fixer les électrons dans leur course.» Lorsqu'on photographie un objet à l'aide d'un appareil, rappelle-t-il, on se sert d'un flash de lumière très bref: l'obturateur de l'appareil photo qui laisse passer la lumière pendant

une fraction de seconde. Ce flash est suffisamment court pour fixer le mouvement de quelque chose qui marche, par exemple. On observe le même phénomène sur une piste de danse illuminée par un stroboscope; les danseurs semblent figés durant la fraction de seconde que dure chaque flash.

«C'est dire qu'un flash illuminant un objet semble l'immobiliser le temps de le prendre en photo, observe M. Corkum. C'est la même chose que fait une caméra de cinéma. Dans le cas de nos appareils photo, le flash dure une milliseconde, soit un millième de seconde, ce qui suffit amplement, compte tenu des vitesses auxquelles nous évoluons.»

Toutefois, pour photographier des atomes en mouvement, il faut recourir à des flashes qui durent une attoseconde, soit un millionième de millionième de seconde — ou, si vous préférez: 1/1 000 000 000 000 000<sup>e</sup> de seconde (10<sup>-18</sup> seconde). Cet intervalle de temps est si petit qu'on calcule qu'il y a davantage d'attosecondes dans une seconde que de secondes



ARCHIVES LE DEVOIR  
Paul Corkum dirige le Laboratoire de recherche conjoint en science de l'attoseconde (JASLab) du Conseil national de recherches du Canada, à Ottawa.

s'étant écoulées depuis la naissance de l'Univers!

La barrière des 6000 attosecondes

Pour parvenir à produire des flashes aussi brefs, les physiciens utilisent l'impulsion générée par des lasers. À partir des années 1950, ils sont parvenus à concevoir des lasers toujours plus rapides, jusqu'à ce qu'ils

frappent une barrière théorique au milieu des années 1980. En effet, on a alors déterminé que jamais on ne pourrait produire des flashes de laser plus brefs que 6000 attosecondes. Jamais on ne parviendrait donc à voir clairement ce qui se passe chez les atomes: ce serait comme tenter de photographier une course automobile avec un appareil ordinaire.

Toutefois, dans les années 1990, Paul Corkum a eu une idée «toute simple»: pourquoi ne pas utiliser des flashes provoqués par les électrons eux-mêmes? Ainsi, en excitant des atomes — c'est-à-dire en leur fournissant de l'énergie — on fait se détacher d'eux des électrons. Toutefois, certains de ces électrons retombent vers leur atome, ce qui provoque un flash au moment de la collision. «Ainsi, si vous excitez des milliers et des milliers d'atomes, vous obtiendrez des milliers de flashes... Des flashes dont la durée est de l'ordre de l'attoseconde.»

«L'idée est tellement simple, insiste-t-il, que je suis même étonné qu'elle ait si bien marché!» Toutefois, entre l'énoncé théorique qu'a fait M. Corkum et son application pratique, il s'est écoulé une demi-douzaine d'années. Ce n'est qu'en 2001 que son équipe a réussi l'exploit de photographier un électron. «En fait, l'électron n'est pas, comme on l'imagine généralement, une particule qui gravite autour de son noyau, dit-il. C'est plutôt une onde. Nous avons donc observé cette onde, de la même manière qu'à l'hôpital on reconstitue l'intérieur du corps à l'aide d'un tomographe.»

À quoi bon?

Étonnamment, lorsqu'on lui demande à quoi servira sa caméra attoseconde, le chercheur ne sait trop que répondre, hormis le fait qu'elle permettra d'assouvir la curiosité des physiciens et des chimistes. Toutefois, poursuit-il, nous ne som-

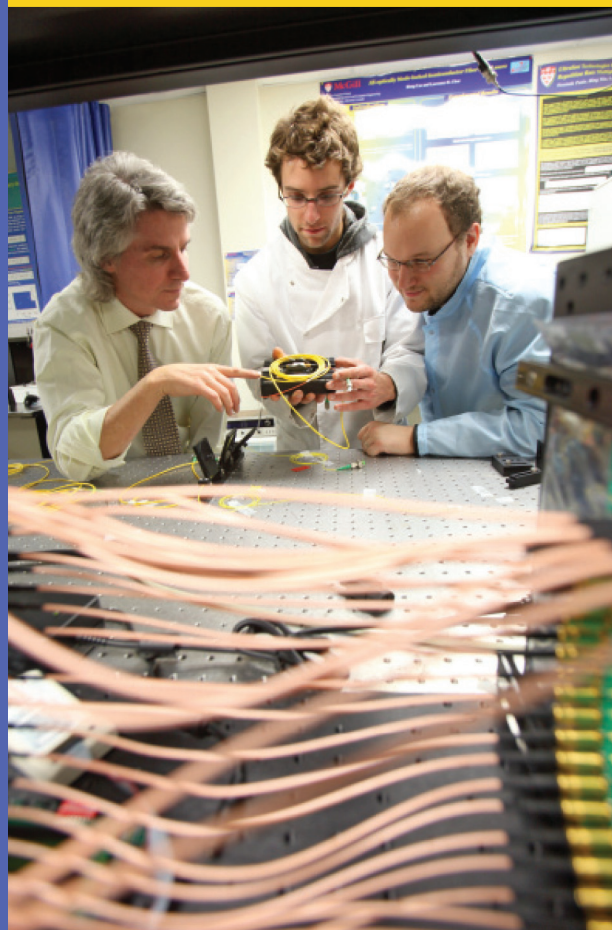
mes qu'au début de l'application de cette technique, un peu comme nous l'étions avec les premiers appareils photo, dans les années 1800. «Qui sait ce que nous ferons dans cinquante ans?», commence-t-il par dire, avant d'enchaîner avec une foule d'idées. En tout premier lieu, l'attophysicien espère bientôt parvenir à filmer les atomes en mouvement, à observer, par exemple, comment se produit une réaction chimique.

«Rappelez-vous les premiers films, dit-il. Ils étaient un peu «insipides», montrant quelque chose comme un homme traversant la rue.» Évidemment, on a ensuite filmé des choses beaucoup plus intéressantes, comme le trot d'un cheval afin de déterminer s'il arrive que les quatre pattes du cheval soient toutes en l'air en même temps. On a par la suite filmé les mouvements des athlètes, le vol des oiseaux, etc.

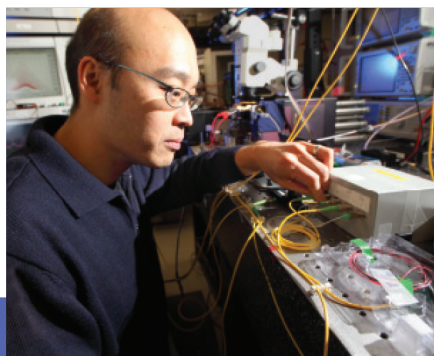
Il est en fait étonnant de penser qu'on observe les composantes de l'Univers — les galaxies, les amas galactiques et même les origines de l'Univers — depuis un siècle, alors qu'on n'a encore rien vu de ce qui se passe au niveau atomique. Pour l'heure, tout se passe comme si nos chimistes et physiciens déduisaient ce qui s'y passe à la manière d'un enfant qui, en examinant la montre de son grand-père, essayait de déduire le fonctionnement des engrenages...

Collaborateur du Devoir

## L'Université McGill et l'importance croissante de la recherche en PHOTONIQUE



Tout comme l'électronique a révolutionné notre monde au cours des cinquante dernières années, la photonique génère une influence transformatrice similaire auprès de plusieurs secteurs, dont les communications, les soins de la santé, les divertissements et l'énergie durable. L'Université McGill héberge le Groupe de systèmes photoniques, l'un des plus importants groupes de recherche au Canada, pavant la voie dans ce domaine novateur du génie dont l'importance croît continuellement. Le Groupe est formé des professeurs David Plant, titulaire d'une chaire James McGill et de la Chaire de recherche industrielle CRSNG/Bell Canada, Andrew Kirk, titulaire d'une chaire James McGill, Lawrence Chen, Martin Rochette et Odile Liboiron-Ladouceur, titulaire d'une chaire de recherche du Canada, ainsi que d'étudiants de premier, deuxième et troisième cycles et de boursiers de recherche postdoctorale.


[www.photonics.ece.mcgill.ca](http://www.photonics.ece.mcgill.ca)


### ATTIRER L'EXCELLENCE

Dirigée par le professeur Younès Messaddeq, la **Chaire d'excellence en recherche du Canada sur l'innovation en photonique dans le domaine de l'information et des communications** consolide la position de l'Université Laval, et du Canada, parmi les leaders mondiaux de la technologie optique et photonique. Les progrès de ces recherches de pointe sur les matériaux vitreux et les fibres optiques spéciales se feront ressentir dans toutes les sphères de notre quotidien.



Pr Younès Messaddeq, chercheur de renommée internationale et titulaire de la Chaire d'excellence en recherche du Canada sur l'innovation en photonique dans le domaine de l'information et des communications

[ulaval.ca](http://ulaval.ca)

Ville de Québec, Canada