

Perspectives

— sur la recherche

Notre futur post-humain



uOttawa



Mona Nemer

Professeure et vice-rectrice à la recherche

Humanité 2.0

Adénine. Cytosine. Guanine. Thymine. On peine encore à y croire, mais le 26 juin 2000, le Projet du génome humain a réussi un exploit inimaginable : décoder le génome humain, qui compte plus de 3 milliards de paires de ces quatre molécules de base. Un peu plus de dix ans plus tard, les progrès scientifiques innovateurs soutenus en biotechnologie ont fait en sorte que des sujets normalement relégués aux annales de la science-fiction, comme la perfection humaine et même l'immortalité, suscitent un grand intérêt et font l'objet de débats sérieux.

Dans les pays développés, rien ne semble pouvoir freiner cette quête de l'amélioration humaine soutenue par des moyens biomédicaux. Les promesses que fait miroiter le transhumanisme – le ralentissement ou l'élimination du vieillissement et des capacités intellectuelles, physiques et psychologiques accrues – sont désormais des objectifs beaucoup plus tangibles et atteignables que jamais.

La composition même de l'argile humaine qui a jusqu'à maintenant modelé l'esprit et le corps est désormais en pleine transformation. Les avancées étonnantes en robotique, en intelligence artificielle, en télécommunications et en ingénierie génétique, pour ne nommer que ces disciplines, ont marqué l'avènement d'une ère où la technologie n'est plus que le simple prolongement de l'humain – elle en fera désormais partie intégrante.

Pourtant, cette aspiration vers le « post-humain » a lancé des signaux d'alarme et a suscité des discussions, débats et conflits animés. De plus, les recherches sur l'avenir de l'espèce humaine se sont multipliées. Faudrait-il établir des limites en ce qui a trait à l'amélioration de l'être humain? Les mises à niveau seront-elles à la portée de chacun, ou uniquement accessibles aux bien nantis? Jusqu'où sommes-nous prêts à aller pour nous transformer? Sommes-nous prêts à embrasser ces changements? Ceux-ci modifieront-ils à jamais la nature humaine?

Dans ce numéro de *Perspectives sur la recherche*, intitulé « Notre futur post-humain », nos chercheurs explorent ces questions et d'autres problématiques clés associées aux technologies émergentes, à la lumière de développements qui changent radicalement le paysage de la recherche – tant dans leurs disciplines respectives que dans la recherche qu'ils mènent ici même à l'Université d'Ottawa. De tels développements transformeront à coup sûr et radicalement les individus, les collectivités, voire même l'humanité entière.

Je souhaite que les sujets présentés dans ce numéro donnent amplement à réfléchir et alimentent une profonde réflexion sur notre avenir post-humain.



Perspectives

sur la recherche



Une fenêtre sur les découvertes et les innovations à l'Université d'Ottawa

Perspectives

sur la recherche

Automne 2011, volume 13, numéro 2

Perspectives sur la recherche est publié trois fois l'an par le Cabinet de la vice-rectrice à la recherche de l'Université d'Ottawa. Reproduction autorisée avec permission écrite.

Dans le présent document, le genre non marqué, soit le masculin, est employé pour désigner aussi bien les femmes que les hommes.

Éditrice

Mona Nemer
Vice-rectrice à la recherche

Rédactrice en chef

Nathalie Vanasse
Directrice des communications pour la recherche

Révision et traduction

Llama Communications

Conception et mise en page

Simzer Design

Photographie

Peter Thornton
Prothèse bionique fournie par Touch Bionics Inc. (p. 36)

www.recherche.uOttawa.ca/perspectives

Vous déménagez?

Informez l'Université d'Ottawa de votre nouvelle adresse.

Bureau des ressources et de l'information
Université d'Ottawa
545, avenue King Edward
Ottawa (Ontario) K1N 6N5 Canada

perspectives@uOttawa.ca
TÉL. : 613-562-5800 poste 2798
TÉL.ÉC. : 613-562-5127

Retourner toute correspondance ne pouvant être livrée au Canada à :

Bureau des ressources et de l'information
Université d'Ottawa
545, avenue King Edward
Ottawa (Ontario) K1N 6N5 Canada

Numéro de convention des publications : 41134046

Dans ce numéro

2 Les robots et le reste de l'humanité

Les robots demeurent des machines, mais plusieurs éléments de leur conception sont empruntés à des modèles biologiques connus, comme le démontre Emil Petriu.

par Tim Loughheed

4 Conjuguer art et recherche cellulaire

Sémillant et inquisiteur, Andrew Pelling est à l'avant-garde de la recherche sur les forces mécaniques, jetant ainsi un nouvel éclairage sur le devenir des cellules.

par Tony Martins

6 La discrimination ne devrait pas être une affaire de famille

La discrimination génétique pourrait bien être la nouvelle menace à guetter les droits de la personne. Errol Mendes souhaite que le Canada adopte un nouveau cadre réglementaire pour les tests génétiques.

par Matthew Bonsall

8 Mot d'ordre : prudence. Pourquoi la technologie doit faire l'objet d'une analyse approfondie

Rocci Luppincini est d'avis que si la course aux technologies toujours plus sophistiquées n'est pas tempérée par la prévoyance, nous mettons en jeu, au final, l'avenir de la planète – de même que celui de l'humanité.

par Dana Yates

10 Le moteur sous le capot de l'ADN

Que pousse les gènes à faire ce qu'ils font? Mads Kaern se sert de la biologie synthétique pour jeter un coup d'œil sous le capot de l'expression génétique – et pour ouvrir la porte à de nouveaux traitements médicaux révolutionnaires.

par Harold Eastman

12 Plus humain qu'humain : préparer notre futur post-humain

Marc Saner est à l'avant-garde des avancées en génétique, en neurotechnologie et en robotique, qui font miroiter notre propre transformation. Il estime qu'à l'horizon se forment les nuages d'un violent orage où s'entrechoqueront la science et l'avenir de l'humanité.

par Sean Rushton

14 La « paperasse » doit suivre le rythme des progrès

Les implants pourraient modifier notre perception de la performance humaine. Mais, prévient Ian Kerr, à quel prix sur les plans social et éthique?

par Tim Loughheed

16 L'avenir de la nanotechnologie : distinguer la science-fiction de la réalité

Le potentiel que présente la nanotechnologie risque d'être mis à mal par la médiatisation à outrance qui l'entoure. José López a recours à des métaphores tirées de la science-fiction pour poser un regard lucide sur cet enjeu.

par Matthew Bonsall

18 La hanche : une articulation essentielle

Isabelle Catelas vise à développer de nouvelles méthodes pour prolonger la durée de vie des implants articulaires et faciliter la régénération osseuse.

par Martine Batanian

20 Pour qui nous prenons-nous?

L'équipe internationale de Georg Northoff adopte une approche globale pour élucider les mystères du moi.

par Tony Martins

22 Les Défis des PME du Sud et du Nord

Les Presses de l'Université d'Ottawa

Les



et le reste de l'humanité

par Tim Loughheed



Il n'en tient qu'à **Emil Petriu**, les gens et les robots humanoïdes interagront à qui mieux mieux – apprenant ainsi à communiquer l'un avec l'autre.

Lewis Carroll avait été plus doué pour la mécanique, l'univers d'*Alice au pays des merveilles* aurait ressemblé au laboratoire d'Emil Petriu à l'École d'ingénierie et de technologie de l'information de l'Université. Des carcasses de fauteuils roulants motorisés, d'aspirateurs et de tondeuses sont éparpillées dans son laboratoire, aux côtés de squelettes de robots humanoïdes en devenir.

Mais la dernière acquisition de M. Petriu, qu'il montre avec enthousiasme, est bien loin de ressembler à une technologie de pointe. C'est le modèle très réaliste d'un crâne humain qui se termine par une mâchoire à ressorts imitant parfaitement le mouvement du bas du visage.

Cette caractéristique est ce qui lui plaît le plus. Il prévoit placer des capteurs électroniques à différents endroits sur la surface du crâne, puis recouvrir ce dernier d'une peau élastique. Le but est de créer un visage très réaliste pouvant imiter toute la gamme des expressions « humaines », allant de la surprise à la colère.

Petriu et ses collègues entrevoient l'avènement d'une société non seulement peuplée de personnes, mais aussi de machines – et autant de combinaisons des deux. Les ingénieurs travaillent d'arrache-pied pour concevoir certains des éléments « mécatroniques » fondamentaux qui inaugureront cette nouvelle ère. Les progrès technologiques comprennent des prothèses et des

capteurs complexes pouvant transmettre un montant volumineux d'information au moyen du toucher.

« Pour fabriquer de nouvelles machines, nous nous inspirons de la biologie, car les êtres humains sont plus à l'aise lorsqu'ils interagissent avec des appareils qui se déplacent et réagissent de la même manière qu'eux », explique le professeur. Contrairement aux auteurs de science-fiction, il estime qu'il n'y a rien à craindre, car nous serons toujours en mesure de distinguer un être humain du plus réaliste des robots humanoïdes.

En fait, Petriu ne croit pas que les robots devraient forcément ressembler aux humains. Cependant, ils doivent être conviviaux à plusieurs égards. Par exemple, bien que la prothèse d'une main puisse reproduire toutes les fonctions du membre perdu, elle ne sera jamais un parfait substitut si elle est froide au toucher. Petriu suggère donc de simplement réchauffer la surface de la prothèse de sorte à atteindre la température de la peau humaine, donnant ainsi davantage l'impression qu'elle fait partie du corps.

La même chose s'applique aux robots qui seraient conçus pour donner un coup de main dans le contexte des soins infirmiers ou des soins à domicile. Si un robot doit avoir un contact physique avec une personne, l'interaction sera beaucoup plus agréable si sa peau est tiède au toucher.

Petriu justifie la nécessité de donner un visage à un robot par le même argument, et ce, même si le reste de la machine n'a rien en commun avec une personne. Il cite l'incontournable Charles Darwin, qui a été l'un des scientifiques à souligner l'importance des expressions faciales dans la communication interpersonnelle. Ce domaine a récemment beaucoup évolué dans la mesure où un système de codes formel a été établi,

lequel permet de lier différentes expressions faciales aux muscles qu'elles sollicitent. Le professeur Petriu s'appuie sur ce système pour programmer les mouvements de son nouveau crâne expérimental, afin que la peau artificielle puisse rendre des expressions aussi naturelles et reconnaissables que possible.

Le professeur Petriu estime qu'il s'agit là d'un formidable pas en avant pour intégrer les robots aux technologies de réseautage social qui façonnent la façon dont nous socialisons. « Dans notre société, les gens sont de plus en plus isolés, et pourtant, nous sommes des êtres sociaux », observe-t-il. Après tout, de nos jours, toute une génération est habituée à socialiser en ligne, sans être en présence d'autres personnes.

Et si ces personnes souhaitent une présence physique, un robot pourrait suffire – sans entraîner les complications que peut présenter une vraie relation humaine. En fait, Petriu croit que cette relation pourrait même devenir symbiotique – nous enseignerions aux robots des habiletés humaines, et en retour, nous obtiendrions d'eux de nouveaux services.

Cette idée peut être surprenante, voire dérangeante, pour ceux d'entre nous qui n'ont pas l'habitude de côtoyer des robots. Mais dans la société peuplée d'organismes cybernétiques qu'entrevoit M. Petriu, c'est tout à fait normal.

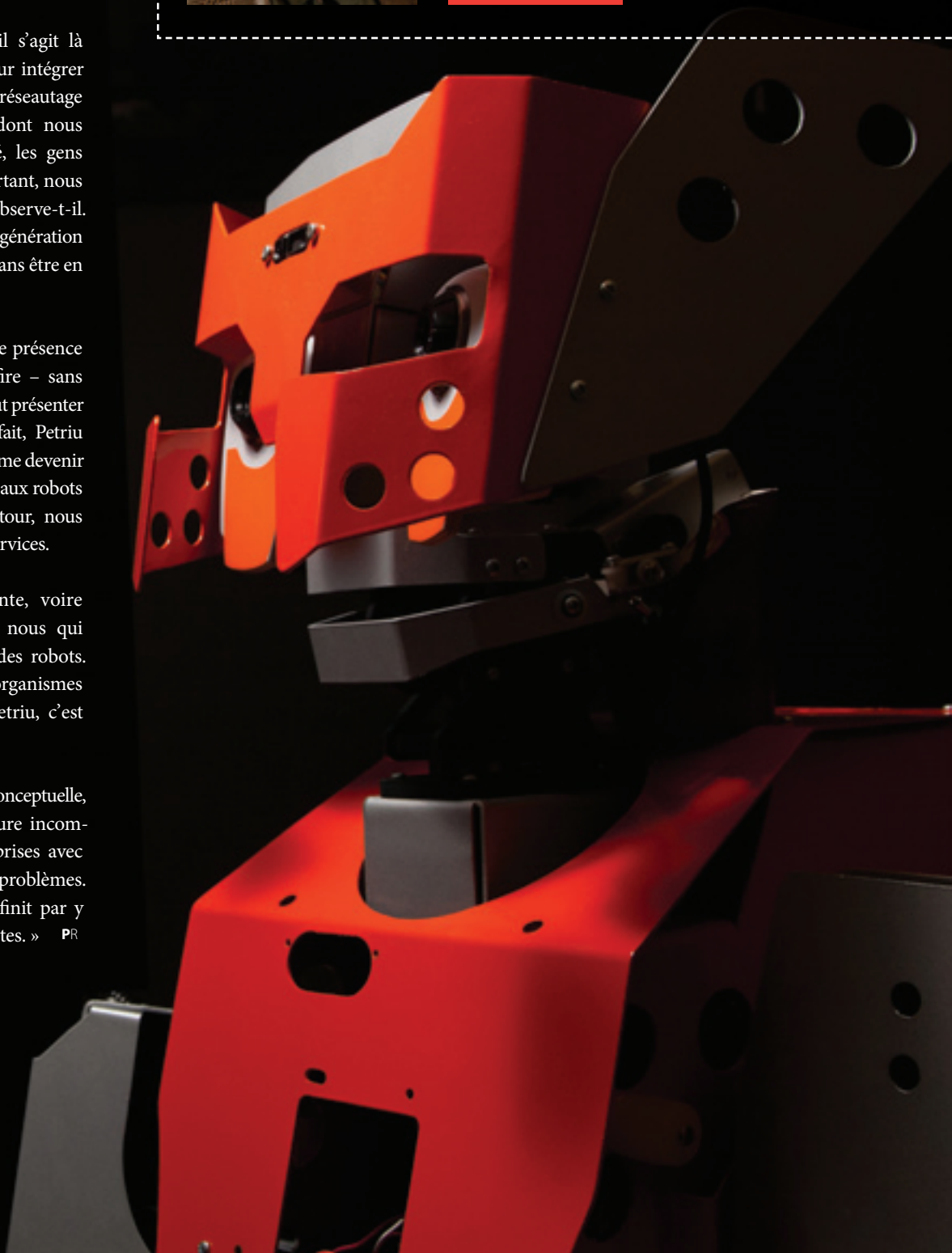
« On peut faire ce travail de façon conceptuelle, mais l'approche théorique demeure incomplète, dit-il. Nous sommes aux prises avec des choses bien réelles, de vrais problèmes. En essayant de les résoudre, on finit par y apporter des contributions concrètes. » PR



« nous nous inspirons

de la biologie. »

- emil petriu





Conjuguer ART et RECHERCHE CELLULAIRE

par Tony Martins

Quelles sont les variables qui déterminent la fonction et le devenir d'une cellule? **Andrew Pelling** et son équipe travaillent – et jouent – à l'interface de l'art et de la biophysique pour examiner des facteurs rarement explorés liés aux équations des fonctions cellulaires : les facteurs mécaniques.

Andrew Pelling, à titre de titulaire d'une chaire de recherche du Canada et de professeur aux départements de physique et de biologie de l'Université d'Ottawa, dirige un laboratoire fort occupé qui mène des recherches cellulaires multidisciplinaires de pointe. Il se réserve également du temps pour poursuivre des intérêts connexes dans le domaine du bioart – cet étrange mariage de l'imagination et des sciences pures.

M. Pelling collabore souvent avec une artiste en nouveaux médias, l'Allemande Anne Niemetz, et a été professeur invité, au printemps dernier, à SymbioticA, un laboratoire artistique des sciences de la vie qui se trouve à l'Université Western Australia.

« Les frontières entre tous ces projets et disciplines deviennent de moins en moins nettes, explique ce chercheur inquisiteur. Il arrive souvent que mes étudiants donnent également un coup de main pour faire avancer les projets de bioart. Tout le monde s'amuse. »

Bien que les résultats de sa recherche puissent contribuer de façon très sérieuse à la santé et à la longévité humaines, les mots « amusant » et « jeu » occupent une place importante dans le vocabulaire de M. Pelling.

« J'aime la recherche exploratoire, aiguillée par la curiosité, et je crois que je travaille bien de cette façon, explique-t-il. Le monde a besoin de spécialistes, mais on peut encore faire une grande place au jeu – surtout dans un labo... Je crois que cela engendre des idées plus intéressantes et des innovations plus prometteuses. »

Andrew Pelling et ses collègues tentent d'innover, entre autres moyens, par l'exploration de l'incidence sur les cellules des forces mécaniques responsables du mouvement des muscles, des organes et du sang. Ainsi, ils examinent des questions comme les effets de l'étirement et de la contraction du tissu pulmonaire pendant la respiration, et de l'hypertension artérielle sur l'aorte.



« J'aime la recherche exploratoire, aiguillée par la curiosité, et je crois que je travaille bien de cette façon. Le monde a besoin de spécialistes, mais on peut encore faire une grande place au jeu – surtout dans un labo. » – Andrew Pelling

« Il a été démontré, par exemple, que les cellules souches réagissent à la raideur de leur microenvironnement, explique-t-il. Nous pouvons diriger leur développement en modifiant leur microenvironnement, le rendant plus douillet ou plus rigide. Sans médicaments, sans produits chimiques, sans transfert génétique. C'est uniquement la mécanique qui détermine le devenir des cellules souches. »

M. Pelling convient que les forces mécaniques qui influent sur les cellules ne sont pas mauvaises en soi. En fait, l'inverse est habituellement vrai. Notre corps a besoin de ces dynamiques mécaniques pour fonctionner normalement.

« Les choses ont tendance à devenir problématiques, explique-t-il, lorsqu'une cellule n'arrive plus à réagir adéquatement à ces forces et à ces signaux mécaniques, ou encore lorsqu'elle subit une perte de sensibilité face aux propriétés de ce microenvironnement mécanique. »

En outre, lorsque les forces au sein du corps subissent un déséquilibre quelconque (dans le cas de l'hypertension, par exemple), la réaction des cellules peut être nuisible.

« Les effets de l'hypertension sont nombreux, explique M. Pelling, mais un de ces effets est que la pression affaiblit la structure et les propriétés mécaniques de l'aorte – menant souvent à l'anévrisme. »

Les enquêtes mécaniques de M. Pelling sont quelque peu inhabituelles parce que l'étude scientifique du comportement de la cellule a traditionnellement été axée sur des facteurs biochimiques, comme le génome.

« Bien qu'une grande part de l'information dont nous disposons aujourd'hui est née de ces efforts, cela a eu pour effet de brosser un portrait très unidimensionnel de la question. Il nous manque donc beaucoup d'informations d'ordre mécanique », affirme le chercheur.

« Ainsi, nous savons à présent que plusieurs protéines ont évolué de sorte à être activées par la force physique », renchérit-il.

« Certaines requièrent un étirement physique – et non pas un changement conformationnel biochimique – pour exposer un site de liaison et lui permettre de faire son travail, explique M. Pelling. Nombre de structures cellulaires, comme celle de la flagelle, ont évolué comme elles l'ont fait parce qu'aucune autre forme n'aurait fait l'affaire. Elles ont subi l'influence directe des caractéristiques physiques de l'environnement. »

Parmi les applications les plus évidentes de la recherche de M. Pelling, on compte la détection de maladies issues de l'inhibition mécanique, de mutations génétiques ou de signaux biochimiques. Or, ce sont les applications moins apparentes qui piquent la curiosité de ce scientifique.

« Ce qui m'intéresse le plus, c'est l'utilisation de stimuli mécaniques, topologiques et physiques pour dicter ou contrôler le devenir cellulaire, la différenciation et la morphogenèse, affirme-t-il. L'objectif ultime est de créer des organes sur mesure ou des appareils bio-silicone-électroniques hybrides, créés non pas nécessairement en vue de greffes humaines, mais à titre d'outils. »

Pour satisfaire cette curiosité et d'autres encore, le laboratoire d'Andrew Pelling a recours à une gamme de techniques de manipulation cellulaire, comme l'insertion génétique pour identifier les protéines, ou encore à des sondes à balayage, des microscopes optiques et une gamme d'appareils à tension sur mesure.

« Il est étonnant de constater la panoplie et la complexité des effets qu'ont les actions de pousser et de tirer sur les choses, ou encore de les étirer, s'émerveille M. Pelling. Nos expériences sont très naïves, voire simplistes, mais les résultats en sont immensément complexes. Voilà qui est fascinant. »

« Il y a une chose que je répète à qui veut bien l'entendre, conclut M. Pelling. J'aimerais que mon équipe de laboratoire compte un plus grand nombre de personnes, car si nous tombons souvent par hasard sur des phénomènes intéressants, nous ne disposons pas de suffisamment de ressources humaines pour poursuivre ces pistes prometteuses. On dirait que chaque semaine, mon groupe obtient des résultats intéressants – j'en suis chaque fois ébloui. »

Quel genre de monde post-humain entrevoit Andrew Pelling? « Pourquoi se limiter à créer des répliques parfaites du cœur humain? Loin de moi l'idée de banaliser un tel exploit. Mais pourquoi ne pas créer un tout nouvel organe qui n'existe pas encore? Peut-être un organe doté de quatre petits poumons, d'une adresse IP et d'un compte Twitter. Je sais que cela peut paraître complètement saugrenu, mais pourquoi ne pas devancer l'évolution humaine? » PR

LA DISCRIMINATION

ne devrait pas être une affaire de famille

par Matthew Bonsall

L

e professeur de droit **Errol Mendes** plaide en faveur d'un cadre réglementaire conçu pour protéger les droits de la personne, en cette nouvelle époque marquée par les tests génétiques.

Si les Canadiens ne sont pas prudents, un simple test sanguin pourrait bientôt faire en sorte qu'ils pourraient se voir refuser un emploi, une promotion ou une couverture d'assurance. Les preuves démontrent de plus en plus que les personnes possiblement prédisposées à développer certaines

maladies et qui passent des tests génétiques pourraient devoir composer avec beaucoup plus que d'éventuels problèmes de santé : ces tests pourraient aussi bafouer leurs droits civiques.

L'Université de la Colombie-Britannique a mené en 2009 une enquête auprès de Canadiens à risque de développer la maladie de Huntington, une affection dégénérative du cerveau non traitable et incurable. Quarante pour cent des répondants ont affirmé qu'ils avaient été victimes de discrimination en raison de leur prédisposition à cette maladie – même si aucune de ces personnes ne présentait de symptômes. Leurs antécédents familiaux avaient été cités comme étant la principale source de cette discrimination.

Les tests génétiques sont devenus de plus en plus communs au cours de la dernière décennie. Aujourd'hui, les Canadiens n'ont plus à passer par leur médecin pour se procurer des tests de dépistage génétique : ils peuvent le faire directement auprès d'entreprises privées pour aussi peu que 200 dollars. Mais l'utilisation que fera la société de ces renseignements soulève des questions préoccupantes. À l'avenir, se pourrait-il que certaines personnes – voire même des groupes ethniques entiers – soient répartis en groupes sociaux et économiques qui prédéterminent leur vie?

« Si nous ne commençons pas à réfléchir sérieusement à la question des tests génétiques et de la façon dont ils pourraient potentiellement donner lieu à de l'ingénierie sociale, ce qui nous semble aujourd'hui être de la



science-fiction pourrait très bien devenir le cauchemar de demain », soutient Errol Mendes, un professeur à la Faculté de droit de l'Université d'Ottawa, qui est également commissaire à la Commission ontarienne des droits de la personne.

La discrimination génétique est déjà bien documentée aux États-Unis, où les tests sont disponibles depuis plus longtemps qu'au Canada. Le Council for Responsible Genetics a recensé plus de 500 cas de discrimination : ces personnes se sont vues refuser un emploi, ou encore ont perdu leur assurance-maladie ou leur assurance-vie, en raison d'une anomalie génétique perçue.

Le professeur Mendes, qui fait autant appel à la théorie qu'à la pratique pour étudier des questions en lien avec les droits de la personne, s'inquiète de la cadence de plus en plus rapide à laquelle surviennent les avancées scientifiques, de même que de la capacité de la société de protéger ses citoyens de celles-ci. « Lorsqu'une cause est enfin entendue au Tribunal des droits de la personne de l'Ontario, quatre ou cinq ans ont passé depuis le dépôt de la plainte, explique-t-il. Il arrive donc souvent qu'il soit trop tard pour venir en aide à la personne qui n'a pas pu obtenir un emploi ou qui a essuyé un refus de la part des compagnies d'assurances. »

La combinaison de tests génétiques abordables, de concert avec les possibilités de recherche qu'offre Internet, préoccupe également M. Mendes. « L'obtention d'informations confidentielles en ligne menace grandement le droit à la vie privée », explique-t-il.

Malgré ses craintes, il concède que l'administration accrue de tests génétiques est très prometteuse tant pour ce qui est des politiques sur les soins de santé que des choix personnels en matière de santé. Voilà pourquoi il propose de mettre en place un certain nombre de mesures conçues pour assurer que les tests génétiques soient une bénédiction, et non le contraire.

Au Canada, les progrès scientifiques semblent devancer la législation qui les régit. La *Loi canadienne sur les droits de la personne* (LCDP) a été rédigée en 1985, et le Projet du génome humain, un projet de recherche international dont la mission était d'établir le séquençage complet de l'ADN du génome humain, a été lancé en 1989. Dans le cadre de la dernière session parlementaire, le projet de loi émanant d'un député C-536 demandait que les « caractéristiques génétiques » soient enchâssées dans la Loi.

Mendes approuve de ce projet de loi, mais prévient que cette loi ne suffira pas à elle seule.

Un autre aspect de la discrimination génétique, rappelle-t-il, est le fait que les personnes qui en ont été victimes peuvent hésiter à contester la LCDP, de peur de nuire davantage à leurs perspectives d'emploi ou à leurs chances d'arriver à souscrire à une assurance. « Les organismes de soutien de maladies comme la chorée de Huntington ont appris que leurs membres ont été victimes de discrimination génétique, mais qu'ils ne souhaitent pas pour autant déclencher le processus de défense des droits de la personne. Cela signifie que le Canada doit se doter d'un cadre réglementaire pour régir les tests génétiques. »

Plusieurs pays européens, dont l'Autriche, la Belgique et la Norvège, se sont dotés de tels cadres; dans ces pays, il est interdit pour les compagnies d'assurances de demander des tests génétiques prédictifs, ou de demander d'obtenir les résultats de tests déjà versés au dossier médical d'une personne. M. Mendes affirme qu'un cadre législatif global et autonome pourrait comprendre la mise sur pied d'un organisme de surveillance spécialisé, semblable à la Human Genetics Commission au Royaume-Uni. Il rappelle la promulgation, aux États-Unis, du *Genetic Information Non-Discrimination Act* en 2008. Il précise également qu'au moins 45 États régissent l'utilisation que l'on peut faire des données génétiques, et que 35 d'entre eux interdisent explicitement la discrimination génétique en matière d'embauche.

« Il ne fait aucun doute qu'une telle réglementation préventive est nettement préférable à un arriéré important du traitement de plaintes individuelles en attente d'être entendues par les tribunaux des droits de la personne ou les commissaires à la vie privée », soutient le chercheur.

Quelle que soit la voie que le Canada choisira d'emprunter, l'égalité des droits de la personne devra demeurer au cœur de notre approche si nous voulons profiter en toute sécurité des énormes avantages que présentent les tests génétiques. « Si l'on établissait le profil génétique d'une personne dès sa naissance qui pourrait prédire son état de santé tout au long de sa vie, cela poserait, au final, la question ultime de la place que réserve la société à la dignité humaine, conclut Mendes. Après tout, assumer pleinement sa condition humaine, ce n'est pas nécessairement être parfait d'un point de vue génétique. » PR

LES TESTS GÉNÉTIQUES ET VOUS

Nous présentons tous des douzaines de différences génétiques qui peuvent influencer sur nos chances de développer des maladies comme le cancer, le diabète, la sclérose en plaques ou la maladie d'Alzheimer. L'évaluation de nos risques de développer ces maladies pourrait nous pousser à modifier notre style de vie et, ainsi, à améliorer notre état de santé.

Mais si vous optez de passer ces tests, les résultats pourraient-ils être utilisés à votre désavantage par une compagnie d'assurances pour justifier des primes d'assurance-maladie plus élevées? Pourrait-elle refuser carrément de vous assurer? La réponse est que oui.

« La politique en vigueur dans l'industrie de l'assurance n'exige pas que les demandeurs passent des tests

génétiques. Toutefois, si des tests génétiques ont déjà été effectués et que le demandeur ou son médecin a accès aux résultats, l'assureur demanderait l'accès à cette information – de la même manière qu'il le ferait pour d'autres aspects du profil de santé du demandeur. »

– *L'Association canadienne des compagnies d'assurances de personnes, avril 2010*

MOT D'ORDRE : PRUDENCE

Pourquoi la technologie doit faire l'objet d'une analyse approfondie

par Dana Yates

L

a technologie nous entoure. Que nous textions, naviguions ou téléchargeons des applications sur nos appareils ou des fichiers sur un serveur, une chose est certaine : nous sommes en constante interaction avec des technologies de pointe. Mais avant de vous procurer le plus récent gadget, il faudrait réfléchir un instant à ses répercussions, soutient **Rocci Luppicini**.

Rocci Luppicini, professeur agrégé au Département de communication, examine les diverses facettes de la technologie, dont les réseaux sociaux, les communautés virtuelles, le lien entre l'identité et la technologie, et l'influence des avancées technologiques sur l'éducation et le travail. Il s'intéresse également à la technoéthique, c'est-à-dire aux questions éthiques que soulève la technologie, telle qu'elle s'inscrit dans le monde d'aujourd'hui.

En fait, M. Luppicini est le rédacteur en chef de la revue *International Journal of Technoethics*, de même que le directeur d'un ouvrage à paraître intitulé *Handbook of Research on Technoself: Identity in a Technological Society*. Se décrivant lui-même comme un « passionné de la technologie », il pose un regard d'ensemble sur la question de l'évolution des technologies de pointe. Les appareils et leurs applications ultramodernes sont innombrables – il suffit de penser aux combinaisons exosquelettes bioniques et au dépistage embryonnaire, et à tout ce qui se trouve entre les deux.

« Nous devons porter un regard lucide sur la technologie, affirme Rocci Luppicini. Ainsi, nous pourrions profiter des occasions qu'engendrent les technologies, tout en contrecarrant leurs conséquences potentiellement négatives. »

Prenons pour exemple le réseau Internet et les téléphones intelligents. Ces technologies nous permettent de rester en contact avec nos amis et notre famille, mais, en contrepartie, il est désormais possible pour nous de travailler à toute heure du jour et de la nuit. Cette perte de temps de divertissement (la « belle vie », selon le professeur Luppicini) abolit les frontières entre les sphères professionnelle et personnelle – ce qui peut mener à l'épuisement professionnel. Par ailleurs, la relation que nous entretenons avec les technologies est en perpétuelle évolution et a contribué à l'avènement du « technohumain ».

« La connectivité de la technologie dans la vie des gens et dans la société en général est une affaire complexe, explique M. Luppicini. À l'origine, nous avons recours à la technologie pour bâtir nos maisons et pour labourer nos champs. À présent, la technologie s'inscrit dans la condition humaine. Elle transforme la façon dont nous vivons, et modifie même ce quelque chose qui fait de nous des humains. »

Ce dernier point le préoccupe particulièrement. Pensons à la correction de la vue par la chirurgie au laser, à la chirurgie esthétique, aux technologies de reproduction et aux microprocesseurs implantés qui surveillent l'activité cérébrale. Ces avancées présentent certes des avantages – elles permettent à des couples infertiles d'avoir des enfants, et mènent à l'élaboration de nouveaux médicaments permettant de traiter des maladies neurodégénératives. Mais Rocco Luppicini est d'avis que « ce virage technologique vers l'intimité corporelle » soulève des questions difficiles. Quelles en sont les limites acceptables? Qui est moralement responsable lorsqu'une initiative technologique tourne mal?





L'évolution de la science a permis de mettre au point de nombreux appareils biomédicaux fort utiles, comme des cœurs artificiels, des membres artificiels et des implants cochléaires. Le jour viendra peut-être où les cyborgs seront de plus en plus des présences tout à fait ordinaires. Cette vision de l'avenir pousse ainsi M. Luppicini à se poser des questions. Et si une personne munie d'un implant neuronal venait à commettre un crime? Qui faudrait-il blâmer : l'individu qui a perpétré le crime, ou les ingénieurs biomédicaux qui ont créé l'implant?

« nous devons porter un regard lucide sur la technologie. Ainsi, nous pourrions profiter des occasions qu'engendrent les technologies, tout en contrecarrant leurs conséquences potentiellement négatives. » – Rocci Luppicini

Ces interrogations, et d'autres semblables, forment le fondement du domaine interdisciplinaire qu'est la technoéthique, qui se penche sur l'exploitation responsable de la technologie. Elle encadre également la résolution de problèmes éthiques liés au développement de nouvelles technologies. À titre d'exemple, la technoéthique a fait en sorte qu'il est désormais communément reconnu que les ingénieurs et concepteurs ont une certaine part de responsabilité quant aux répercussions que pourraient avoir leurs inventions.

Cela ne signifie pas pour autant que la prévoyance se pratique dans tous les domaines de l'innovation technologique, reconnaît le professeur Luppicini. « Nous sommes fascinés par les fanfreluches et, dans la culture de consommation qui est la nôtre, les nouvelles technologies sont perçues comme un symbole de statut social, rappelle-t-il. C'est pour cette raison que personne ne veut poser de questions. Vous risquez d'être perçu comme démodé ou barrant la marche du progrès. »

En conséquence, la société remet toujours à plus tard les débats qu'elle doit avoir sur la mauvaise utilisation ou sur l'utilisation abusive de la technologie – souvent, jusqu'à ce qu'une catastrophe ne survienne. Rocci Luppicini rappelle la récente crise de l'énergie nucléaire du Japon, les décès causés par l'utilisation de pistolets Taser par les forces policières, et les problématiques de la cyberintimidation et du vol d'identité en ligne.

Que peut donc faire le public pour éviter de tels problèmes éventuels? « Enseignez la littératie technologique aux enfants afin qu'ils puissent identifier, par exemple, les techniques de séduction dont se servent les pédophiles en ligne. Posez aussi davantage de questions : à vous-même, aux sociétés, aux gouvernements et à l'armée, poursuit-il. Demandez-vous si l'introduction d'une nouvelle technologie en vaut réellement la peine; le cas échéant, demandez-vous encore quels en sont les inconvénients. » Bien sûr, reconnaît-il, ce processus est loin d'être facile, étant donné la rapidité fulgurante avec laquelle la technologie se développe. Or, précise-t-il, sans une évaluation critique de ces questions qui tient compte de considérations d'ordre social et éthique, nous risquons de perdre la chose la plus importante d'entre toutes : la race humaine.

« Nous avons atteint un stade critique, prévient-il. La technologie pourrait désormais servir à détruire la planète et, du coup, nous détruire tous autant que nous sommes. Il nous faut prendre un pas vers l'arrière afin de bien s'engager dans la voie de l'avenir. » PR



Le moteur sous le capot de
*l'***ADN** par Harold Eastman

Le génome humain a peut-être été complètement séquencé, mais il n'en demeure pas moins que travailler avec celui-ci demeure une tâche complexe. **Mads Kaern** tente d'élucider la façon dont les différentes composantes génétiques interagissent entre elles et fonctionnent ensemble en tant que système.

Voici, peut-être, la façon la plus difficile, inefficace et carrément ridicule d'apprendre comment fonctionne une voiture moderne : retirer les pièces une à la fois, et voir ce qui finit par se produire.

Pourtant, selon Mads Kaern, voilà plus ou moins comment se déroulait la recherche en génétique. « Par le passé, nous n'avions d'autre choix que d'analyser les gènes en les retirant, puis en observant les effets, explique-t-il. Cela équivaut à peu près à tenter de comprendre le fonctionnement d'une voiture en y enlevant, disons, un câble. »

Cette approche ne fonctionnerait pas pour les voitures, parce que celles-ci sont constituées de nombreux systèmes complexes qui communiquent l'un avec l'autre et qui modifient le comportement de chacun, selon des conditions variables. L'information que fournit un capteur situé dans un moteur fait en sorte que la transmission automatique rétrograde lorsque le véhicule circule sur une colline; un signal provenant de la pédale d'accélération informe les injecteurs de combustible d'accélérer. Pour véritablement comprendre ce bolide lustré garé dans votre stationnement, il vous faut savoir comment chacune de ses composantes interagit avec les autres et comment elles fonctionnent en tant que système.

C'est à peu près ce que tente de faire Mads Kaern avec les gènes.

Un peu à l'image des pièces d'une voiture, les composantes de nos cellules interagissent et dictent le fonctionnement de nos gènes. Ces « réseaux régulateurs géniques » sont composés de protéines, de molécules d'ARN et même d'autres gènes. En réponse à différentes sortes de stimuli, ces réseaux génèrent des signaux qui déterminent si et comment un gène en particulier « s'exprimera » – s'il déclenchera la création d'une protéine ou d'un enzyme, s'il enverra un signal à un autre gène pour le pousser à l'action, ou s'il ne fera rien du tout.

Les répercussions ne sont pas à prendre à la légère. La façon dont nos gènes s'expriment dicte en grande partie notre état de santé. Le plus nous arrivons à comprendre le fonctionnement des réseaux régulateurs géniques, le plus nous serons à même de contrôler une multitude de maladies.

M. Kaern s'intéresse particulièrement aux principes qui régissent la structure de ces réseaux. Mais travailler avec le génome humain demeure une tâche complexe. « Il est très difficile d'analyser ces systèmes dans un contexte humain, explique-t-il, parce que nous n'avons pas encore identifié tous les gènes, ni tous les facteurs qui interviennent dans ces systèmes. »

Pour simplifier le problème, il se sert actuellement de levure, un organisme unicellulaire doté d'un génome relativement simple. Il se sert de nouveaux outils en biologie synthétique pour créer des réseaux régulateurs artificiels et simples qu'il peut introduire dans les cellules de levure afin d'en observer les résultats. Les technologies à haut débit lui permettent de créer, tester et analyser des milliers de variations à la fois.

Mais – bien sûr – il y a autre chose. Pour reprendre l'analogie de la voiture : les composantes d'un véhicule fonctionnent toujours de la même façon, jusqu'à ce qu'elles soient usées. Vu sous l'angle de la statistique, leur comportement est déterministe. Même si les signaux du réseau régulateur sont les mêmes, on ne peut avoir la certitude qu'un gène donné de la cellule A réagira de la même façon que son homologue de la cellule B – on ne peut parler que d'une probabilité.

Ce étant, M. Kaern utilise des approches statistiques perfectionnées pour l'étude de la physique – son autre affectation à l'Université d'Ottawa.

L'objectif, bien sûr, n'est pas seulement de comprendre les réseaux régulateurs. « Nous voulons être en mesure de modifier ces réseaux de sorte qu'ils puissent répondre aux signaux spécifiques que nous aurons établis, et pour déclencher les comportements que nous souhaitons provoquer, explique le professeur Kaern. De plus, nous voulons pouvoir concevoir de nouveaux systèmes régulateurs. »

M. Kaern entrevoit des applications rapides en ingénierie d'organismes spécialisés qui pourront créer des biocarburants à partir de différents types de déchets. Or, le summum, c'est les applications humaines. « Si vous pouvez développer et livrer les réseaux régulateurs appropriés aux cellules, explique-t-il, vous pourriez déclencher la production de médicaments à l'intérieur même des cellules cancéreuses. »

« Si vous pouvez concevoir et fournir le cadre réglementaire approprié, vous pourriez déclencher la production de médicaments à même les cellules cancéreuses. »

– Mads Kaern

La prestation de réseaux sur commande sera un grand défi. C'est la thérapie génique qui rendra le tout possible; or, les obstacles dans ce domaine sont toujours très grands. Néanmoins, Mads Kaern a bon espoir qu'au cours de la prochaine décennie, lorsque sa recherche sera fin prête à être appliquée à des sujets humains, la thérapie génique le sera tout autant.

Cela signifie que nombre d'entre nous pourront éventuellement avoir accès aux mises au point nécessaires pour continuer à vrombir comme une Rolls sur l'autoroute de la vie. **PR**

Plus HUMAIN QU'HUMAIN

PRÉPARER NOTRE FUTUR POST-HUMAIN

par Sean Rushton

La République, Utopie, Le Meilleur des Mondes, Avatar – Depuis des siècles, l'exploration des sociétés fabuleuses de l'avenir a donné naissance à de grandes œuvres littéraires, et les technologies émergentes occupent une place de choix dans ces œuvres de fiction spéculative depuis la Révolution industrielle. Or, les sciences et la technologie d'aujourd'hui font non seulement miroiter notre propre transformation, mais font aussi évoluer la façon dont nous nous percevons. Le moment est venu d'ouvrir le dialogue amorcé par les écrivains – nous avons tous, après tout, notre mot à dire sur notre avenir post-humain.

Marc Saner s'adonne à des recherches multidisciplinaires qui se situent au carrefour de la science, de l'éthique et de la gouvernance depuis près d'une décennie et surveille de près les développements de technologies susceptibles de changer radicalement le paysage technologique. D'après lui, la technologie qui transforme les objets qui nous entourent – comme les ordinateurs, les voitures et les bâtons de hockey –, c'est une chose. Mais c'est une tout autre chose lorsque ces progrès en viennent à transformer nos corps et nos esprits.

M. Saner est à l'avant-garde des avancées en génétique, en neurotechnologie et en robotique qui font miroiter (ou qui menacent) notre propre transformation et l'évolution de la façon dont nous nous percevons. Il estime qu'à l'horizon se forment les nuages d'un violent orage où s'entrechoqueront la science et les décisions concernant l'avenir de l'humanité.

« À mes yeux, ce tumulte s'avère autant une promesse qu'une menace », avance Marc Saner, le directeur fondateur de l'Institut de recherche sur la science, la société et la politique publique (ISSP) et professeur agrégé au Département de géographie. « Désormais, il faut énoncer clairement quelles voies nous souhaitons emprunter, déterminer quels risques doivent – ou valent la peine – d'être pris, et débattre de la question des limites morales. »

Qu'il s'agisse de nouvelles prothèses pour des personnes handicapées, de thérapies améliorées permettant de combattre les maladies de l'esprit ou le séquençage de l'ADN du génome humain, il est clair que nous accroissons notre capacité de nous « réparer » – de l'extérieur comme de l'intérieur, prolongeant de beaucoup la vie humaine et améliorant la performance humaine, et ce, à tous les égards. Mais d'importantes questions d'ordre social émergent dans le sillon de cette nouvelle réflexion sur ce qui constitue l'humain, y compris quelles devraient être les limites de l'amélioration humaine et qui aurait (ou n'aurait pas) les moyens de s'offrir la perfection humaine.

« Le potentiel que recèlent, par exemple, la neurobiologie et la neurotechnologie viennent véritablement changer la donne, soutient M. Saner. Cette recherche aura de nombreuses retombées, mais nous devons de plus en plus reconnaître le fait que notre conscience n'est pas ce qu'elle semble être, que la personnalité et les capacités d'une personne peuvent être





« Il se peut bien que nous ne puissions jamais arriver à contrôler les grands développements technologiques, mais nous pouvons tout de même orienter l'évolution des sciences et de la technologie en accordant les subventions intelligemment, en régissant les aspects les plus importants de ces développements, et en planifiant la façon dont nous nous adapterons à un nouveau monde technologique. » — Marc Saner

modifiées et que nous devons peut-être continuellement redéfinir nos conceptions du libre arbitre et de la responsabilité. »

L'impact de la technologie sur la société intéresse Marc Saner depuis l'époque où il travaillait comme évaluateur de risques et contrôleur de produits chimiques et biologiques – une activité qui fait vite comprendre à quel point il est difficile de combiner des prévisions scientifiques, des valeurs et des considérations d'ordre social pour ensuite les convertir en décisions pratiques. Ces expériences l'ont directement mené à s'intéresser aux questions éthiques liées aux technologies émergentes, à la gestion des risques et à des questions plus générales liées à la gouvernance. Il est en particulier interpellé par le lien entre les scientifiques et les responsables de l'élaboration des politiques publiques, et s'est penché sur la façon d'introduire les notions de risque et d'éthique dans les débats, les décisions et les politiques publiques.


« Il se peut bien que nous ne puissions jamais arriver à contrôler les grands développements technologiques, mais nous pouvons tout de même diriger les sciences et la technologie en accordant les subventions intelligemment, en régissant les aspects les plus importants de ces développements, et en planifiant la façon dont nous nous adapterons à un nouveau monde technologique, explique M. Saner. Tout cela exige un dialogue, donc j'estime qu'il nous faut d'ores et déjà l'amorcer. »

Marc Saner n'aime pas perdre son temps. À titre de directeur de l'ISSP de l'uOttawa, il s'affaire à réunir des équipes multidisciplinaires pour adresser des questions qui se situent à l'interface de la science et de la société. L'ISSP a récemment été l'hôte d'une conférence internationale sur la biologie synthétique et sur les incidences sur les politiques qui régissent ce domaine. De plus, il est partenaire de la 13^e série de conférences annuelles *Frontières de la recherche*, intitulée « Notre futur post-humain », dont le but est d'alimenter le débat sur ces questions socio-technologiques pressantes.

« Les technologies émergentes et les percées scientifiques transformeront radicalement notre conception du *soi*, que nous l'entendons comme nos facultés mentales ou comme notre corps, insiste le chercheur. Certaines avancées technologiques peuvent être régies par les lois du marché, mais la modification de la nature humaine même est une question trop importante pour la laisser à la "main invisible" de l'économie. »

Il est convaincu que nous devons commencer à orienter la société en ce qui a trait aux grands enjeux, et ce, avant – voire pendant – la mise au point de la technologie, et non pas après coup. « Oui, laissons donc les scientifiques et les ingénieurs se pencher sur nos problèmes. Mais n'oublions pas qu'en tant que société, nous devons aussi définir qui nous souhaitons être, comment nous souhaitons traiter autrui, où nous voulons diriger nos efforts et comment nous pouvons nous servir de ces nouvelles technologies pour assurer l'atteinte de résultats positifs pour le bien de tous. » PR

L'Institut de recherche sur la science, la société et la politique publique (ISSP), une nouvelle initiative de l'uOttawa, élabore actuellement un programme d'enseignement interdisciplinaire et équilibré portant sur la science, la technologie, l'innovation et la société. Les étudiants recevront une formation diversifiée leur permettant d'explorer les questions situées au carrefour de la science et de la politique, offerte par des experts en politique scientifique et en innovation, en gouvernance et en réglementation, ainsi que des spécialistes étudiant les conséquences sociales de la science et de la technologie. L'ISSP est d'avis que ces compétences inclusives et équilibrées sur le plan idéologique répondent à un besoin unique au Canada et seront utiles aux employeurs des secteurs privé, public ou des ONG. L'ISSP mène également d'importantes recherches, de même que des activités de réseautage et de rayonnement. Visitez le site de l'ISSP à l'adresse www.issp.uOttawa.ca.

A photograph of a man in a purple sweater looking at a prosthetic hand. The hand is dark and appears to be a myoelectric or body-powered hand. The background is dark with a green vertical stripe.

LA « PAPERASSE » DOIT SUIVRE LE RYTHME DES PROGRÈS

par Tim Lougheed

La médecine moderne aurait le pouvoir de transcender les limites naturelles de notre corps, ce qui n'est pas sans soulever une série de questions inquiétantes.

On s'attend à ce que les professionnels de la santé s'abstiennent de tout mal – c'est ce qu'ils jurent dans le serment d'Hippocrate, en plus de promettre de soigner les malades et les blessés. Mais les innovations technologiques remettent en cause les prémisses de cet ancien serment. De nos jours, la médecine peut faire bien plus que nous redonner la santé; elle peut nous rendre plus performants qu'auparavant.

Par exemple, les dispositifs médicaux pouvant être implantés ou portés pourraient améliorer la performance des gens – voire leur donner des pouvoirs surhumains. Les parties du corps bioniques peuvent non seulement remplacer la fonction d'organes ou de membres perdus, mais peuvent aussi décupler l'endurance, la force et la rapidité d'une personne.

Cette perspective fort intéressante est tempérée par des considérations d'ordre social, éthique, et même juridique. La surveillance bureaucratique de tels dispositifs pourrait réduire nos capacités et même restreindre notre autonomie personnelle, explique **Ian Kerr**, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en éthique, droit et technologie de la Faculté de droit.

Les prothèses et les organes artificiels font en effet penser à l'homme de six millions de dollars », souligne M. Kerr, faisant allusion à la série télévisée de science-fiction des années 1970. Mais les implants bioniques de Steve Austin pourraient aujourd'hui entraîner non plus uniquement des coûts fara-mineux, mais aussi de sérieux problèmes éthiques.

« Si la santé et les capacités ne sont plus déterminées par des normes biologiques, la normalité sera définie en fonction de corps perfectionnés, précise

être simples peuvent avoir des conséquences inquiétantes. Par exemple, lorsqu'une personne se fait poser un implant cochléaire pour corriger sa surdité, le fabricant lui demande de signer un contrat de licence d'utilisation – comparable à ceux que l'on signe à l'achat de biens de consommation courants comme le iPod. En vertu de ce contrat, le fabricant peut refuser le soutien après-vente si l'utilisateur ne respecte pas certaines conditions, par exemple s'il demande à un revendeur non autorisé d'assurer l'entretien de l'équipement.

« IL EST EXTRÊMEMENT DANGEREUX DE PERMETTRE À DES COMPAGNIES DE BREVETER DES PROTHÈSES QUI FONT PARTIE INTÉGRALE DE NOTRE CORPS. » – IAN KERR

M. Kerr. Il y aura donc une nouvelle catégorie de handicapés – que mon collègue Gregor Wolbring désigne comme “les handicapés de la technologie”.

M. Kerr et le D^r Wolbring (Université de Calgary) pensent que plusieurs d'entre nous seraient laissés pour compte si, pour une raison ou une autre, nous choissions de ne pas accroître les limites de notre performance physique. La question a d'ailleurs fait l'objet d'une controverse juridique très médiatisée en 2008, lorsque le coureur sud-africain, Oscar Pistorius, s'est vu refuser l'occasion de se qualifier pour faire partie de l'équipe olympique de son pays. Celui-ci a été amputé de la partie inférieure de la jambe alors qu'il était bébé, et il a été jugé que sa prothèse bionique perfectionnée en fibres de carbone lui conférerait un avantage indu sur les autres coureurs ayant des jambes biologiques normales.

Bien que le Tribunal arbitral du sport ait par la suite infirmé cette décision, cette affaire a été l'occasion de se poser des questions difficiles sur ce qu'est un « handicap » et ce qu'est la « normalité ». M. Kerr insiste sur le fait que l'affaire Pistorius était la première du genre, mais que cette question continuera à repousser les frontières de la recherche dans le secteur de la santé. De concert avec le D^r Wolbring, il explore ces enjeux grâce à une subvention de trois ans du Conseil de recherches en sciences humaines. Le projet s'intitule « Building Better Humans? Health, Enhancements and Human Rights » [Vers une plus grande humanité? Santé, perfectionnement et droits de la personne].

L'une des choses que M. Kerr a découvertes, c'est que même les dispositifs médicaux censés

« De la même façon que la compagnie Apple pourrait annuler la garantie de votre iPhone si vous l'ouvrez et modifiez ses composants, la compagnie qui fabrique des appareils permettant à une personne d'entendre, ou à un amputé de marcher, n'offrirait plus de soutien après-vente si le patient les branchait dans un périphérique fabriqué par un concurrent, explique M. Kerr. Or il n'est pas ici question de divertissement – mais bien d'oreilles et de jambes. » Selon ce paradigme, sur le plan juridique, les parties artificielles du corps sont un produit comme les autres, au même titre qu'un jouet électronique acheté en magasin.

« Il est extrêmement dangereux de permettre à des compagnies de fabriquer des parties artificielles de notre corps, avertit M. Kerr. Ces contrats de licence d'utilisation ne résisteraient probablement pas à l'épreuve d'une enquête légale sérieuse. Mais je n'ai pas envie d'attendre une vingtaine d'années avant que la Cour suprême ne se prononce sur le caractère exécutoire de ces contrats. »

C'est pourquoi, dans le cadre de sa recherche, M. Kerr vise à élaborer des directives juridiques et éthiques qui régleraient de tels problèmes avant même qu'ils ne surgissent. « Le gouvernement fédéral pourrait s'appuyer sur mes principes pour réglementer les dispositifs médicaux, signale M. Kerr. Ils ne visent pas seulement à protéger le consommateur, mais également le droit relatif aux droits de la personne. » En ce sens, son but est de trouver « une sorte de traitement juridique à une maladie industrielle ». PR

L'avenir de la nanotechnologie : distinguer la SCIENCE-FICTION de la RÉALITÉ

par Matthew Bonsall



Le professeur de sociologie **José López** a recours à des métaphores tirées de la science-fiction pour poser un regard lucide sur un domaine émergent, la nanotechnologie.

La nanotechnologie a donné lieu à des percées importantes dans tous les domaines, de la médecine à l'ingénierie et aux télécommunications. Elle recèle un potentiel encore plus important, car grâce à elle, l'être humain copie la nature – atome après atome, molécule après molécule. Mais l'avenir prometteur de la nanotechnologie entraîne une médiatisation à outrance et des hyperboles pouvant nuire à une discussion rationnelle sur son potentiel réel et ses effets sur la société.

José López, professeur agrégé au Département de sociologie et d'anthropologie, est en train de changer la manière dont nous percevons la nanotechnologie. Dans ses travaux de recherche, il remet en question la candeur avec laquelle nous accueillons souvent les grandes déclarations faites par les partisans de la nanotechnologie – comme celles d'un ascenseur spatial fait de nanotubes de carbone ou de robots microscopiques qui pourraient pratiquer la médecine interne. On prédit même que la nanotechnologie recèle un potentiel tel que les êtres humains pourraient finir par acquérir des capacités grandement accrues qui les transformeraient en « post-humains ».

Les organismes scientifiques réputés font généralement l'éloge de la nanotechnologie. Au Canada, le Conseil national de recherche

estime que la nanotechnologie « ouvre de nouveaux horizons dans pratiquement tous les secteurs de l'économie, de la science des matériaux à la biomédecine, en passant par les technologies de l'information et des communications ». Le programme de nanotechnologie du gouvernement fédéral américain, l'Initiative nationale de nanotechnologie, a adopté le slogan suivant « Révolutionner la technologie et l'industrie, pour le bien de la société ».

« Nouveaux horizons » et « révolution » sont des mots qui ont du poids. Si nous ne voulons pas être ensevelis sous le battage publicitaire qui entoure la nanotechnologie, nous devons arriver à comprendre comment nous percevons la nanotechnologie et pourquoi nous choisissons certains mots plutôt que d'autres pour la décrire.

« La science-fiction peut nous aider à comprendre la manière dont nous percevons la nanotechnologie. La science-fiction repose généralement sur une technologie révolutionnaire ou sur un événement marquant qui change la manière dont une société fonctionne. C'est ainsi que l'on parle de la nanotechnologie – certains pensent qu'elle va tout révolutionner », explique M. López.

Cette technologie ou cet événement révolutionnaire s'appelle un « novum » en science-fiction – les voyages dans le temps et les univers parallèles en sont des exemples classiques. Les textes de science-fiction mettent généralement en scène un maître d'œuvre qui manipule le novum et dirige l'intrigue. « C'est sous cet angle que nous percevons



La nanotechnologie : minuscule, mais puissante

La nanotechnologie travaille avec de la matière qui peut mesurer d'un nanomètre (un milliard de mètre) à quelques centaines de nanomètres. Un cheveu humain a une épaisseur de 80 000 nanomètres. La longueur d'un seul nanomètre est de huit à dix atomes; aussi ce nouveau domaine représente-t-il peut-être la clé qui permettra de comprendre l'agencement des atomes. Ce savoir nous permettra peut-être alors de créer de nouveaux matériaux offrant de vastes possibilités d'application.

la nanotechnologie, comme une manière de refaire le monde – et les scientifiques en sont les maîtres d'œuvre. Nous faisons preuve d'arrogance en pensant que nous pouvons ainsi contrôler l'avenir, ajoute José López. Il ne faut pas oublier que la nanotechnologie en est encore à ses premiers balbutiements. »

M. López admet que la nanotechnologie recèle un énorme potentiel et qu'on ne peut raisonnablement nier qu'elle « donnera probablement lieu à des applications étonnantes et bénéfiques ». Son but n'est pas de la discréditer; il veut plutôt que les gens se rendent compte qu'il est illusoire de penser que la nanotechnologie transformera le monde. Il n'est pas le seul à penser de la sorte. L'Initiative nationale de nanotechnologie des États-Unis travaille en étroite collaboration avec des organismes de santé publique, notamment la *Food and Drug Administration (FDA)*, sur des questions de sécurité.

José López est également préoccupé par le fait que si l'on accorde à la nanotechnologie le pouvoir de résoudre toutes sortes de problèmes sociaux, culturels et politiques, il se peut que l'on mette de côté la possibilité d'explorer des solutions non technologiques. « La science ne peut pas régler tous nos problèmes. Nous devons encore réfléchir à certains problèmes d'un point de vue politique et social. »

Il estime que les scénarios de science-fiction nous empêchent de prendre un recul critique lorsqu'on discute de nanotechnologie,

« La science-fiction peut nous aider à comprendre la manière dont nous percevons la nanotechnologie. La science-fiction repose généralement sur une technologie révolutionnaire ou sur un événement marquant qui change la manière dont fonctionne la société. C'est ainsi que l'on parle de nanotechnologie : certains pensent qu'elle va tout révolutionner. »

– José López

occultant l'écart qui existe entre ce qui est possible aujourd'hui et ce qui pourrait l'être demain. Or, le fait d'éliminer les lacunes va au-delà des questions techniques. « En construisant un monde fictif qui aura des incidences bénéfiques sur le plan social et qui suscitera peu de dilemmes éthiques, on occulte ou on réduit également les écarts sociaux et éthiques », explique le professeur López.

En fait, si la nanotechnologie suit le mouvement de la plupart des technologies révolutionnaires, il y aura probablement un décalage entre l'application de la technologie et le moment où nous prendrons conscience de ses répercussions sociales. Il suffit de penser aux débats que suscite aujourd'hui Internet sur la question de la confidentialité ou des inquiétudes par rapport à la discrimination génétique que soulèvent les tests génétiques.

« Nous devons adopter des politiques et prendre des décisions qui nous permettront de faire face aux enjeux sociaux. Nous ne pouvons attendre l'avènement de la nanotechnologie, puis y réagir », affirme M. López. La technologie de l'arrogance propre à la science-fiction doit être remplacée par une technologie de l'humilité, enracinée dans une pensée scientifique authentique, consciente de l'étendue de son ignorance. » PR

La hanche : une articulation essentielle

par Martine Batanian

En raison du vieillissement de la population et du nombre croissant de patients plus jeunes, de plus en plus de Canadiens auront besoin de remplacer une articulation. Par chance, veillent à notre bien-être des scientifiques comme **Isabelle Catelas**, professeure au Département de génie mécanique et à la Faculté de médecine.

Qui parle de problèmes articulaires insoignables? Qui parle de défaitisme devant l'usure du corps et la vieillesse? Probablement ceux qui n'ont jamais écouté des scientifiques comme Isabelle Catelas discourir sur leur travail. Écoutez cette professeure et vous aurez envie de financer ses recherches pour pouvoir bénéficier de ses résultats lorsque vous en aurez besoin!



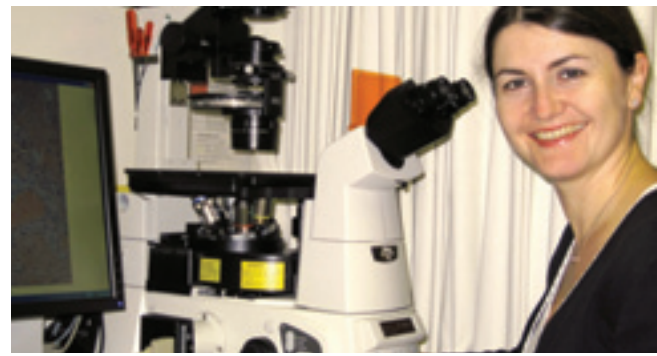


La professeure Catelas est titulaire de la Chaire de recherche du Canada en bioingénierie applicable à l'orthopédie. C'est dans son laboratoire qu'elle met au point, entre autres, des approches thérapeutiques visant à prolonger la durée de vie des implants articulaires (appelés « prothèses »), et en particulier celle des prothèses de hanche. Selon le Registre canadien des remplacements articulaires, plus de 30 000 remplacements d'articulation de la hanche ont eu lieu au Canada en 2008–2009 et environ 35 % des patients avaient moins de 65 ans. Beaucoup d'entre eux auront besoin un jour de remplacer leur prothèse, car si elles sont très efficaces pour éliminer la douleur et rétablir le fonctionnement des articulations, elles ne durent malheureusement pas indéfiniment.

Beaucoup de remplacements de prothèses de hanche sont dus à une perte osseuse autour de la prothèse, causée principalement par une réaction inflammatoire à des particules de matériaux provenant de l'usure de la prothèse. « Chaque remplacement de prothèse devient de plus en plus complexe, car la quantité d'os du patient s'amenuise. Prolonger la durée de vie des prothèses améliorerait le quotidien des patients et permettrait des économies en soins de santé », explique celle qui a hésité entre des études en génie et en médecine et dont le travail dans le domaine des biomatériaux se trouve maintenant au carrefour des deux disciplines. « Il y a plusieurs façons d'y parvenir : l'industrie travaille à améliorer les matériaux et le design des prothèses; mon équipe et moi travaillons avec les chirurgiens pour comprendre les raisons des échecs. Ainsi, nous récupérons et analysons des échantillons de tissus et les prothèses des patients subissant un remplacement. » Comprendre les mécanismes biologiques participant à l'échec des prothèses permettrait à cette scientifique de développer des approches thérapeutiques – à l'aide de molécules capables de contrôler ces mécanismes – et de prolonger la durée de vie des prothèses.

Un volet important de ce programme de recherche est axé sur les prothèses ayant tête et cupule en métal. Il faut savoir que les prothèses de hanche disponibles sur le marché sont constituées de différentes combinaisons de matériaux (métal, céramique ou polyéthylène), chaque type comportant des avantages et des inconvénients. « Les prothèses de hanche métal sur métal résistent bien à l'usure, mais dans certains cas, elles peuvent éventuellement provoquer des réactions d'hypersensibilité encore mal élucidées. Nous essayons de comprendre ces réactions pour améliorer les prothèses et concevoir des méthodes pour diagnostiquer les patients sujets à développer une telle réaction. »

Le second axe de recherche de la professeure Catelas est, logiquement, la régénération osseuse, domaine sur lequel elle s'était penchée alors qu'elle travaillait chez le géant des soins de santé Baxter et à l'Université de Californie à Los Angeles (UCLA). « Les patients subissant un remplacement



« Un jour, grâce au génie tissulaire et à la médecine régénérative, on parviendra peut-être à régénérer les articulations directement dans le corps humain et à éliminer ainsi l'utilisation d'implants artificiels, pour le bien des patients. »
– Isabelle Catelas

de leur prothèse ou ceux souffrant d'une fracture osseuse complexe, par exemple, souffrent de pertes osseuses. Bien souvent, l'os, qui est un tissu vascularisé, va se régénérer de lui-même, précise la chercheuse. Par contre, en cas de perte osseuse trop importante, l'os ne pourra pas combler cette perte de lui-même et un substitut osseux qui le reconnectera et le régénérera sera nécessaire. Si ce substitut est biodégradable, il sera remplacé petit à petit par l'os régénéré. »

Afin d'améliorer la régénération osseuse, la professeure Catelas et son équipe cherchent à développer de nouveaux substituts osseux minéralisés et vascularisés comme l'os naturel. Pour ce faire, ils utilisent différents biomatériaux tels que la fibrine (le polymère naturel, à base de protéines, qui forme les caillots). « La fibrine constituera notre matrice de base, en plus d'autres biomatériaux, pour faire croître des cellules souches et des cellules endothéliales. Les cellules souches donneront naissance à des cellules osseuses qui permettront la minéralisation et les cellules endothéliales favoriseront, elles, la vascularisation. Nous venons d'ailleurs d'acquiescer un bioréacteur que nous allons utiliser pour développer nos substituts osseux. » Ces approches permettront d'offrir de nouveaux traitements aux patients souffrant de perte osseuse.

« Le but ultime de nos recherches est d'améliorer la qualité de vie des patients qui ont des problèmes articulaires. En général, cette amélioration est énorme. Je l'ai constaté aussi dans ma vie personnelle puisque ma mère ne pouvait plus marcher avant de recevoir une prothèse à chaque hanche. Un jour, grâce au génie tissulaire et à la médecine régénérative, on parviendra peut-être à régénérer les articulations directement dans le corps humain et à éliminer ainsi l'utilisation d'implants artificiels, pour le bien des patients. » PR

POUR QUI NOUS PRENONS-NOUS?

par Tony Martins



De quoi est fait notre égo? Comment l'activité du cerveau se traduit-elle en une conception subjective de notre moi et de notre environnement? **Georg Northoff** cherche ces réponses en procédant à différentes études, à l'aide d'une équipe de recherche répartie sur toute la planète.

Georg Northoff a adopté une stratégie séculaire pour jongler avec la complexité du concept du « moi » : il l'a délimité.

Titulaire de doctorats en neuroscience, en psychiatrie et en philosophie et à la tête d'un groupe de recherche transdisciplinaire de portée internationale, Georg Northoff cherche à percer les mystères de la conscience en adoptant tous les angles possibles et imaginables.

« Nous sommes certains que cette approche transdisciplinaire débouchera sur un monde de découvertes fascinantes qui jetteront

un nouvel éclairage sur le moi et sur le cerveau des êtres humains », a écrit M. Northoff.

Il s'agit d'un *monde* de découvertes, en effet. La plupart des études dirigées par Georg Northoff ont lieu à l'Institut de recherche en santé mentale de l'Université d'Ottawa et à l'Institut neurologique de Montréal de l'Université McGill. Mais le professeur Northoff collabore aussi avec d'autres scientifiques situés dans des villes comme Berlin, Bologne, Vienne, Beijing, Hong Kong, Shanghai et Zurich.

La question clé est la suivante : comment se constitue, dans notre cerveau, l'expérience subjective de notre moi et de notre environnement? Par quels mécanismes façonnons-nous ce que M. Northoff appelle « le sens fondamental de notre subjectivité »?

Par exemple, Georg Northoff parle de l'importance qu'une personne peut accorder à son iPhone. « Comment se fait-il qu'un si petit objet ait une telle importance pour vous, mais pas pour moi? » demande-t-il.

Georg Northoff est titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'esprit, l'imagerie cérébrale et la neuroéthique, ainsi que de la

Chaire de recherche Michael Smith EJLB-IRSC en neurosciences et en santé mentale. Malgré tous ces titres et ces honneurs, la complexité de sa recherche lui inspire une grande humilité.

Cela dit, Georg Northoff rejette toute question hors sujet, notamment celle qui relance l'éternel débat sur la distinction entre l'esprit, le cerveau et le corps.

« La conscience et le moi sont profondément enracinés dans la manière dont le cerveau fonctionne. Ce n'est pas quelque chose en plus, c'est quelque chose qui est toujours là. »

Georg Northoff et ses collègues ont recours à une vaste gamme de techniques d'imagerie fonctionnelle pour étudier de quelle manière des médicaments modifient l'activité neuronale préfrontale de patients dépressifs et schizophrènes. Les études sur la dépression ont connu une percée lorsqu'on a compris qu'elle est directement liée à la manière dont se vit le moi.

« La personne dépressive est complètement centrée sur elle-même, complètement détachée de son environnement, remarque le professeur Northoff. Cet état correspond à une activité anormalement élevée dans la région médiane du cerveau. » Selon lui, cette découverte pourrait déboucher sur le perfectionnement des médicaments et des approches thérapeutiques plus ciblées.

Dans son dernier ouvrage, publié à l'automne 2011, Georg Northoff puise dans un mélange novateur de disciplines : la neuroscience et la psychanalyse. *Neuropsychanalysis in Practice* traite de l'essence de l'égo et explore la manière dont le cerveau établit une distinction entre des états neuronaux (du cerveau) et psychodynamiques (de la psyché).

Il travaille en ce moment à la rédaction de deux autres ouvrages dans lesquels il explore la conscience et le cerveau. Loin de chercher une sorte d'utopie suprahumaine, il est beaucoup plus attiré par l'imperfection humaine – tout particulièrement par l'idée selon laquelle « tout dépend, en quelque sorte, de la façon dont fonctionne le cerveau. Nous avons une meilleure idée des possibilités d'une chose quelconque lorsque nous en connaissons d'abord les limites », raisonne-t-il.

Plusieurs disciplines piquent sa curiosité. Cela a commencé lorsque, au secondaire, un enseignant inspirant l'a amené à s'intéresser à la philosophie. « Je voulais étudier la philosophie parallèlement à une discipline scientifique, à quelque chose de plus concret, explique Georg Northoff. À l'époque, on ne pouvait pas vraiment étudier la neuroscience – si vous vouliez en savoir plus sur le cerveau, il fallait aller en médecine. »

L'école de médecine l'a mené à la psychiatrie, mais la neuroscience l'interpellait. La philosophie s'intégrait à cette démarche, tout comme le désir du professeur Northoff de jongler avec les disciplines – et les genres littéraires. Le livre qu'il a publié en 2009, *The Search for the Ego*,



a été qualifié de « roman policier neurophilosophique »; celui-ci a franchi les frontières du monde universitaire pour joindre un public plus vaste.

M. Northoff n'a pas peur d'innover dans le domaine de la neurophilosophie, pas plus que dans ses autres sphères d'activité. La question centrale qui revient sans cesse dans ses travaux de recherche est la suivante : Quelle définition pourrait-on donner au moi? « Il y a autant de définitions qu'il y a de philosophes », souligne Northoff en riant.

Il pense cependant que la méthodologie de recherche doit être enracinée dans la science pure. « Laquelle des définitions logiques du moi correspond aux données empiriques actuelles? se demande-t-il. Laquelle correspond au fonctionnement du cerveau lui-même? »

Après avoir passé en revue les définitions, il conclut que l'on « devrait peut-être en inventer une autre ». PR

Les Défis des PME du Sud et du Nord

Vers leur développement durable

de Laura Bacali, Martine M. Spence, Théophile Dzaka-Kikouta et Roxana C. Cordos

Les Petites et Moyennes Entreprises (PME) représentent la majorité du tissu industriel de la plupart des nations et y créent la majorité des emplois. Elles sont devenues les outils qu'utilisent bien des gouvernements et des partenaires au développement pour réduire la pauvreté et stimuler et diversifier les économies. Dans une perspective comparative, cet ouvrage étudie l'entrepreneuriat dans trois pays de culture et de niveau économique différents, malgré leur appartenance commune à l'espace de la Francophonie : le Canada, la Roumanie, et le Congo Brazzaville. L'étude s'inscrit dans le contexte de l'analyse institutionnelle et intègre, notamment, la culture du développement durable, visant à mettre en évidence l'impact de divers facteurs sur les spécificités du comportement entrepreneurial des PME. Les auteurs avancent que la promotion des PME dépendra fondamentalement de la capacité à générer des institutions de qualité qui jouent un rôle déterminant dans une meilleure coordination marchande. **PR**



Les Presses de l'Université d'Ottawa
University of Ottawa Press

www.pressess.uOttawa.ca