

SENATE



SÉNAT

CANADA

First Session  
Forty-second Parliament, 2015-16-17

---

*Proceedings of the Standing  
Senate Committee on*

SOCIAL AFFAIRS,  
SCIENCE AND  
TECHNOLOGY

*Chair:*

The Honourable KELVIN KENNETH OGILVIE

---

Wednesday, March 8, 2017  
Thursday, March 9, 2017

---

Issue No. 18

*Fifth and sixth meetings:*

Study on the role of robotics, 3D printing  
and artificial intelligence in the healthcare system

---

INCLUDING:

THE TENTH REPORT OF THE COMMITTEE  
(Bill C-6, An Act to amend the Citizenship Act  
and to make consequential amendments to another Act)

---

WITNESSES:

*(See back cover)*

Première session de la  
quarante-deuxième législature, 2015-2016-2017

---

*Délibérations du Comité  
sénatorial permanent des*

AFFAIRES SOCIALES,  
DES SCIENCES ET DE  
LA TECHNOLOGIE

*Président :*

L'honorable KELVIN KENNETH OGILVIE

---

Le mercredi 8 mars 2017  
Le jeudi 9 mars 2017

---

Fascicule n° 18

*Cinquième et sixième réunions :*

Étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D  
et de l'intelligence artificielle dans le système de santé

---

Y COMPRIS :

LE DIXIÈME RAPPORT DU COMITÉ  
(Projet de loi C-6, Loi modifiant La Loi  
sur la citoyenneté et une autre loi en conséquence)

---

TÉMOINS :

*(Voir à l'endos)*

STANDING SENATE COMMITTEE ON  
SOCIAL AFFAIRS, SCIENCE AND  
TECHNOLOGY

The Honourable Kelvin Kenneth Ogilvie, *Chair*

The Honourable Art Eggleton, P.C., *Deputy Chair*

and

The Honourable Senators:

* Carignan, P.C. (or Martin)	Mégie Merchant
Cormier	Meredith
Day	Neufeld
Frum	Petitclerc
Griffin	Raine
* Harder, P.C. (or Bellemare)	Seidman Stewart Olsen
Hartling	

\*Ex officio members

(Quorum 4)

*Changes in membership of the committee:*

Pursuant to rule 12-5 and to the order of the Senate of December 7, 2016, membership of the committee was amended as follows:

The Honourable Senator Cormier replaced the Honourable Senator Gold (*March 9, 2017*).

The Honourable Senator Gold replaced the Honourable Senator Cormier (*March 7, 2017*).

The Honourable Senator Griffin replaced the Honourable Senator Dean (*March 7, 2017*).

The Honourable Senator Frum was added to the membership (*March 6, 2017*).

The Honourable Senator Unger was removed from the membership of the committee, substitution pending (*March 6, 2017*).

The Honourable Senator Unger replaced the Honourable Senator Frum (*March 6, 2017*).

The Honourable Senator Raine replaced the Honourable Senator Unger (*March 6, 2017*).

The Honourable Senator Dean replaced the Honourable Senator Omidvar (*March 3, 2017*).

The Honourable Senator Merchant replaced the Honourable Senator Fraser (*March 2, 2017*).

The Honourable Senator Day replaced the Honourable Senator Jaffer (*March 2, 2017*).

COMITÉ SÉNATORIAL PERMANENT DES  
AFFAIRES SOCIALES, DES SCIENCES ET  
DE LA TECHNOLOGIE

*Président* : L'honorable Kelvin Kenneth Ogilvie

*Vice-président* : L'honorable Art Eggleton, C.P.

et

Les honorables sénateurs :

* Carignan, C.P. (ou Martin)	Mégie Merchant
Cormier	Meredith
Day	Neufeld
Frum	Petitclerc
Griffin	Raine
* Harder, C.P. (ou Bellemare)	Seidman Stewart Olsen
Hartling	

\* Membres d'office

(Quorum 4)

*Modifications de la composition du comité :*

Conformément à l'article 12-5 du Règlement et à l'ordre adopté par le Sénat le 7 décembre 2016, la liste des membres du comité est modifiée, ainsi qu'il suit :

L'honorable sénateur Cormier a remplacé l'honorable sénateur Gold (*le 9 mars 2017*).

L'honorable sénateur Gold a remplacé l'honorable sénateur Cormier (*le 7 mars 2017*).

L'honorable sénatrice Griffin a remplacé l'honorable sénateur Dean (*le 7 mars 2017*).

L'honorable sénatrice Frum a été ajoutée à la liste des membres du comité (*le 6 mars 2017*).

L'honorable sénatrice Unger a été retirée de la liste des membres du comité, remplacement à venir (*le 6 mars 2017*).

L'honorable sénatrice Unger a remplacé l'honorable sénatrice Frum (*le 6 mars 2017*).

L'honorable sénatrice Raine a remplacé l'honorable sénatrice Unger (*le 6 mars 2017*).

L'honorable sénateur Dean a remplacé l'honorable sénatrice Omidvar (*le 3 mars 2017*).

L'honorable sénatrice Merchant a remplacé l'honorable sénatrice Fraser (*le 2 mars 2017*).

L'honorable sénateur Day a remplacé l'honorable sénatrice Jaffer (*le 2 mars 2017*).

**MINUTES OF PROCEEDINGS**

OTTAWA, Wednesday, March 8, 2017  
(40)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 4:15 p.m., in room 2, Victoria Building, the chair, the Honourable Kelvin Kenneth Ogilvie, presiding.

*Members of the committee present:* The Honourable Senators Gold, Griffin, Hartling, Mégie, Merchant, Meredith, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman and Stewart Olsen (11).

*In attendance:* Sonya Norris, Analyst, Parliamentary Information and Research Services, Library of Parliament.

*Also present:* The official reporters of the Senate.

Pursuant to the order of reference adopted by the Senate on Tuesday, October 25, 2016, the committee continued its study on the role of robotics, 3D printing and artificial intelligence in the healthcare system. (*For complete text of the order of reference, see proceedings of the committee, Issue No. 14.*)

**WITNESSES:**

*As individuals:*

Matt Ratto, Associate Professor, Faculty of Information, University of Toronto;

Konrad Walus, Associate Professor, Electrical and Computer Engineering, University of British Columbia.

**3D4MD:**

Dr. Julielynn Wong, Founder, Chairman and Chief Executive Officer.

The chair made a statement.

Mr. Ratto, Mr. Walus and Dr. Wong each made a statement and answered questions.

At 5:43 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

**ATTEST:**

OTTAWA, Thursday, March 9, 2017  
(41)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 10:30 a.m., in room 2, Victoria Building, the chair, the Honourable Kelvin Kenneth Ogilvie, presiding.

*Members of the committee present:* The Honourable Senators Griffin, Hartling, Mégie, Merchant, Meredith, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman and Stewart Olsen (10).

**PROCÈS-VERBAUX**

OTTAWA, le mercredi 8 mars 2017  
(40)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 16 h 15, dans la pièce 2 de l'édifice Victoria, sous la présidence de l'honorable Kelvin Kenneth Ogilvie (*président*).

*Membres du comité présents :* Les honorables sénateurs Gold, Griffin, Hartling, Mégie, Merchant, Meredith, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman et Stewart Olsen (11).

*Également présente :* Sonya Norris, analyste, Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement.

*Aussi présents :* Les sténographes officiels du Sénat.

Conformément à l'ordre de renvoi adopté par le Sénat le mardi 25 octobre 2016, le comité poursuit son étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé. (*Le texte intégral de l'ordre de renvoi figure au fascicule n° 14 des délibérations du comité.*)

**TÉMOINS :**

*À titre personnel :*

Matt Ratto, professeur agrégé, Faculté de l'information, Université de Toronto;

Konrad Walus, professeur agrégé, Génie électrique et informatique, Université de la Colombie-Britannique.

**3D4MD :**

Dre Julielynn Wong, fondatrice, directrice générale et chef de la direction.

Le président prend la parole.

M. Ratto, M. Walus et la Dre Wong font chacun un exposé, puis répondent aux questions.

À 17 h 43, le comité s'ajourne jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

**ATTESTÉ :**

OTTAWA, le jeudi 9 mars 2017  
(41)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 10 h 30, dans la pièce 2 de l'édifice Victoria, sous la présidence de l'honorable Kelvin Kenneth Ogilvie (*président*).

*Membres du comité présents :* Les honorables sénateurs Griffin, Hartling, Mégie, Merchant, Meredith, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman et Stewart Olsen (10).

*Also present:* The official reporters of the Senate.

Pursuant to the order of reference adopted by the Senate on Tuesday, October 25, 2016, the committee continued its study on the role of robotics, 3D printing and artificial intelligence in the healthcare system. (*For complete text of the order of reference, see proceedings of the committee, Issue No. 14.*)

*WITNESSES:*

*AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc.:*

Alex Mihailidis, Scientific Director and Associate Professor.

*Centre for Surgical Invention and Innovation:*

Dr. Mehran Anvari, Scientific Director.

The chair made a statement.

Mr. Mihailidis and Dr. Anvari each made a statement and answered questions.

At 12:27 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

*ATTEST:*

*La greffière du comité,*

Shaila Anwar

*Clerk of the Committee*

*Aussi présents :* Les sténographes officiels du Sénat.

Conformément à l'ordre de renvoi adopté par le Sénat le mardi 25 octobre 2016, le comité poursuit son étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé. (*Le texte intégral de l'ordre de renvoi figure au fascicule n° 14 des délibérations du comité.*)

*TÉMOINS :*

*AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc. :*

Alex Mihailidis, directeur scientifique et professeur agrégé.

*Centre pour l'invention et l'innovation en chirurgie :*

Dr Mehran Anvari, directeur scientifique.

Le président prend la parole.

M. Mihailidis et le Dr Anvari font chacun un exposé, puis répondent aux questions.

À 12 h 27, le comité s'ajourne jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

*ATTESTÉ :*

**REPORT OF THE COMMITTEE**

Tuesday, March 7, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology has the honour to present its

**TENTH REPORT**

Your committee, to which was referred Bill C-6, An Act to amend the Citizenship Act and to make consequential amendments to another Act, has, in obedience to the order of reference of December 15, 2016, examined the said bill and now reports the same without amendment.

Your committee has also made certain observations, which are appended to this report.

Respectfully submitted,

*Le président,*

KELVIN KENNETH OGILVIE

*Chair*

---

**Observations to the Tenth Report of the Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology (Bill C-6)**

**Language Exemptions**

The committee observes a need for greater flexibility to allow exemptions to the language and knowledge testing requirements in order to obtain citizenship. While Bill C-6 makes changes to the age group that is required to take language and knowledge tests, there are other exceptional circumstances that can prevent a person from learning English or French which are not addressed by the bill. These circumstances may involve social, or physical and mental health factors. The committee heard that people from different socio-economic backgrounds have differential ability and capacity to acquire a new language. The committee suggests that the scope and accessibility of exemptions to language and knowledge testing should be reviewed with the goal of ensuring that applicants do not experience unreasonable delays or hardship to obtain citizenship.

**Smart Permanent Resident Cards**

During the committee's hearings on Bill C-6, the committee was made aware that keeping a record of residency requirements would be easier with "smart" Permanent Resident Cards. The committee heard from one witness that the benefit of the smart card system is the maintenance of an accurate record of a person's time spent in Canada would be kept. This will allow for more transparency on citizenship applications. Therefore, the committee urges the government to review and consider the implementation of a smart card residency program.

**RAPPORT DU COMITÉ**

Le mardi 7 mars 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie a l'honneur de présenter son

**DIXIÈME RAPPORT**

Votre comité, auquel a été renvoyé le projet de loi C-6, Loi modifiant la Loi sur la citoyenneté et une autre loi en conséquence, a, conformément à l'ordre de renvoi du 15 décembre 2016, examiné ledit projet de loi et en fait maintenant rapport sans amendement.

Votre comité a aussi fait certaines observations qui sont annexées au présent rapport.

Respectueusement soumis,

---

**Observations au dixième rapport du Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie (projet de loi C-6)**

**Exemptions linguistiques**

Le comité constate qu'une plus grande souplesse est nécessaire pour permettre des exemptions relatives aux tests de langue et de connaissances administrés pour l'obtention de la citoyenneté. Le projet de loi C-6 modifie le groupe d'âge des personnes devant se soumettre aux tests de langue et de connaissances, mais il existe d'autres circonstances exceptionnelles qui peuvent empêcher une personne d'apprendre l'anglais ou le français et qui ne sont pas abordées dans le projet de loi. Ces circonstances peuvent comprendre des facteurs sociaux et des facteurs de santé physique ou mentale. Des témoins ont signalé au comité que les gens de différents milieux socioéconomiques n'ont pas tous la même capacité d'apprendre une nouvelle langue. Le comité suggère que la portée et l'accessibilité des exemptions relatives aux tests de langue et de connaissances soient examinées pour faire en sorte que les demandeurs ne subissent pas de délais et de difficultés déraisonnables pour obtenir la citoyenneté.

**Cartes de résident permanent intelligentes**

Durant les audiences du comité concernant le projet de loi C-6, le comité a appris qu'il serait plus facile de conserver un historique des exigences en matière de résidence à l'aide de cartes de résident permanent « intelligentes ». Un témoin a indiqué au comité qu'un système de cartes intelligentes aurait comme avantage de conserver un historique exact du temps qu'une personne a passé au Canada. Ce système permettrait d'augmenter la transparence en ce qui concerne les demandes de citoyenneté. Par conséquent, le comité presse le gouvernement d'examiner et d'envisager la mise en œuvre d'un programme de cartes de résident permanent intelligentes.

**Fees**

The committee also notes that citizenship application fees are rising at an accelerated pace. In February 2014, an individual application fee cost \$100. Today, the cost is \$530. This is more than a 500 per cent increase. There is an additional \$100 right of citizenship fee. Altogether, the cost to acquire citizenship for a family of four with two minor children is \$1,460. When extra costs such as language training and testing are taken into consideration, the costs are much higher. High citizenship fees can present a significant financial burden to potential applicants, and could act as a barrier for traditionally low income groups such as those with disabilities, single mothers and minorities. To ensure that potential applicants are not barred from citizenship based solely on their income, the committee advises the government to consider lowering these fees.

**Frais**

Le comité constate également que les frais associés aux demandes de citoyenneté augmentent à un rythme effréné. En février 2014, une demande individuelle coûtait 100 \$. Aujourd'hui, le coût est de 530 \$. Il s'agit d'une augmentation de plus de 500 p. 100. De plus, des frais de 100 \$ sont aussi exigés pour le droit de citoyenneté. Une famille de quatre qui compte deux enfants mineurs doit déboursier 1 460 \$ pour acquérir la citoyenneté. Si on tient compte des coûts supplémentaires comme la formation linguistique et les tests, les coûts sont encore plus élevés. Des frais de citoyenneté élevés peuvent constituer un fardeau financier important pour les demandeurs potentiels et un obstacle pour les groupes à faible revenu comme les personnes ayant un handicap, les mères monoparentales et les minorités. Pour éviter que les demandeurs potentiels n'aient pas accès à la citoyenneté simplement en raison de leur revenu, le comité conseille au gouvernement d'envisager de réduire ces frais.

**EVIDENCE**

OTTAWA, Wednesday, March 8, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 4:15 p.m. to study the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in the healthcare system.

**Senator Kelvin Kenneth Ogilvie** (*Chair*) in the chair.

[*English*]

**The Chair:** Colleagues, we have a lot of interesting things to deal with today. We want to get under way and get moving.

[*Translation*]

Welcome to the Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology.

[*English*]

I'm Kelvin Ogilvie, a senator from Nova Scotia and chair of the committee. I'm going to start by asking each senator to identify themselves, and I'm going to start on the left.

**Senator Meredith:** Senator Meredith from Ontario.

[*Translation*]

**Senator Mégie:** Marie-Françoise Mégie from Quebec.

[*English*]

**Senator Hartling:** Nancy Hartling from New Brunswick.

[*Translation*]

**Senator Petitclerc:** Senator Chantal Petitclerc from Quebec.

[*English*]

**Senator Stewart Olsen:** Carolyn Stewart Olsen from New Brunswick.

**Senator Seidman:** Judith Seidman from Montreal, Quebec.

**The Chair:** I'll remind us all that we are continuing our study on the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in the health care system.

I want to make sure everyone is aware that the formal part of the meeting will last 90 minutes. I will adjourn the meeting at that point, because we have a demonstration that will occur at the end, as well as a number of samples of 3-D printed materials to give you all a good chance to look at this kind of thing. I think we're all looking forward to that.

**TÉMOIGNAGES**

OTTAWA, le mercredi 8 mars 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 16 h 15, pour étudier le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé.

**Le sénateur Kelvin Kenneth Ogilvie** (*président*) occupe le fauteuil.

[*Traduction*]

**Le président :** Chers collègues, nous avons beaucoup de choses intéressantes à voir aujourd'hui. Nous allons donc commencer sans plus tarder.

[*Français*]

Je vous souhaite la bienvenue au Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie.

[*Traduction*]

Je m'appelle Kelvin Ogilvie, sénateur de la Nouvelle-Écosse et président du comité. Je vais commencer par demander à chaque sénateur de se présenter à partir de ma gauche.

**Le sénateur Meredith :** Le sénateur Meredith, de l'Ontario.

[*Français*]

**La sénatrice Mégie :** Marie-Françoise Mégie, du Québec.

[*Traduction*]

**La sénatrice Hartling :** Nancy Hartling, du Nouveau-Brunswick.

[*Français*]

**La sénatrice Petitclerc :** Sénatrice Chantal Petitclerc, du Québec.

[*Traduction*]

**La sénatrice Stewart Olsen :** Carolyn Stewart Olsen, du Nouveau-Brunswick.

**La sénatrice Seidman :** Judith Seidman, de Montréal, au Québec.

**Le président :** Je vous rappelle que nous poursuivons notre étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé.

Je veux que tout le monde sache que le volet officiel de la séance durera 90 minutes. Je lèverai alors la séance, étant donné que nous assisterons ensuite à une démonstration. Vous verrez alors un certain nombre d'échantillons d'impressions 3D et vous aurez tous la chance d'observer ce genre de matériel. Je pense que nous avons tous hâte à ce segment.

We have two witnesses appearing as individuals, and a third who will be identified specifically as well. I'm going to invite those appearing as individuals to present first, starting with Dr. Matt Ratto, Associate Professor, Faculty of Information, University of Toronto.

**Matt Ratto, Associate Professor, Faculty of Information, University of Toronto, as an individual:** Thank you very much for inviting me to speak with you today. I'm an Associate Professor in the Faculty of Information at U of T. I'm also the Chief Science Officer of Nia Technologies, which is a non-profit social enterprise created out of research that I did at the University of Toronto.

I provided some research notes to the committee late yesterday. Hopefully those notes will be useful for you. I'll speak generally to those notes, specifically highlighting the two examples that I provide in those notes that come from my own research and some of the implications and potential recommendations that I think the committee might make use of.

I'm going to specifically talk about additive manufacturing — a more descriptive term for 3-D printing — and health care. I will focus explicitly on the printing of custom medical devices using low-cost 3-D printing technologies. I'll provide two examples of that.

My main point here is simply to say that these 3-D printing innovations are well posed to provide enhanced treatment options for both direct and indirect personalized health care currently as it stands right now, but they are currently limited by the difficulty of integrating them into mainstream medical practice. I'll talk about that at the end of my comments.

I want to give just a quick set of reasons why additive manufacturing can be utilized in health care, or good reasons for it to be utilized. These follow three different points. I'm going to describe those three and then I'm going to talk about the last one.

The three are that 3-D printing can be utilized to produce objects with complex geometries or materials that can't be manufactured using other techniques. I think my colleague Konrad will speak about that use of 3-D printing. The other reason why 3-D printing is often used is to produce objects on demand due to limited storage space or other procurement issues. I think Dr. Wong will speak about her own work in that space. Finally, 3-D printing can be utilized to produce custom, patient-specific devices or objects. Those are the examples primarily that I will give.

Again, I have some examples in the notes that I won't talk about right now except to highlight the last one, which is the use of 3-D printing to create custom, patient-specific objects. There is in fact a use of 3-D printing right now that some people have described as the largest use of 3-D printing that people don't

Nous avons deux témoins qui comparaissent à titre personnel, et une troisième qui sera désignée. J'invite donc les témoins qui comparaissent à titre personnel à présenter leur exposé d'abord, à commencer par M. Matt Ratto, professeur agrégé à la faculté de l'information de l'Université de Toronto.

**Matt Ratto, professeur agrégé, faculté de l'information, Université de Toronto, à titre personnel :** Je vous remercie infiniment de m'avoir invité à prendre la parole aujourd'hui. Je suis professeur agrégé à la faculté de l'information de l'Université de Toronto. Je suis également conseiller scientifique principal de Nia Technologies, une entreprise à vocation sociale sans but lucratif qui a été créée à partir de recherches que j'ai menées à l'Université de Toronto.

J'ai remis quelques notes de recherche au comité tard dans la soirée d'hier. J'espère qu'elles vous seront utiles. Je vais en parler de façon générale, et je mettrai l'accent sur les deux exemples que j'y présente, qui découlent de mes propres recherches, de même que sur des répercussions et recommandations qui pourraient être utiles au comité.

Je vais parler expressément de la fabrication par couches en santé — un terme plus descriptif qui désigne l'impression 3D. Je me concentrerai précisément sur l'impression d'instruments médicaux personnalisés au moyen de technologies d'impression 3D à faible coût. Je vous donnerai deux exemples à ce chapitre.

Le point principal que je souhaite soulever, c'est simplement que les innovations en impression 3D sont bien placées à l'heure actuelle pour améliorer les options de traitement, dans le cas de soins de santé personnalisés directs et indirects. Or, leur application est encore limitée en raison de la difficulté à les intégrer à la pratique médicale courante. Je vais en parler à la fin de mon exposé.

Je veux juste vous présenter brièvement des raisons pour lesquelles la fabrication par couches peut être utilisée dans le domaine de la santé, ou plutôt de bonnes raisons de l'utiliser. Il s'agit de trois points différents. Je vais les décrire, après quoi j'aborderai le dernier volet.

Tout d'abord, l'impression 3D peut être employée pour produire des objets ayant des formes géométriques complexes ou des matériaux qui ne peuvent pas être fabriqués à l'aide d'autres techniques. Je pense que mon confrère Konrad abordera cette utilisation de l'impression 3D. En deuxième lieu, l'impression 3D est souvent utilisée pour produire des objets sur demande, compte tenu de l'espace d'entreposage limité ou d'autres problèmes d'approvisionnement. Je pense que Mme Wong parlera de ses travaux à ce chapitre. Enfin, l'impression 3D peut être utilisée pour produire des dispositifs ou des objets personnalisés propres au patient. Voilà les principaux exemples que je donnerai.

Comme je l'ai dit, vous trouverez dans les notes des exemples dont je ne vais pas parler maintenant. J'aimerais simplement attirer votre attention sur le dernier, qui porte sur l'utilisation de l'impression 3D afin de créer des objets personnalisés aux patients. En fait, les gens ne sont pas au courant de la plus



know about, which is the 3-D printing of custom hearing aids. In fact, hearing aids produced through 3-D printing is a real growth industry. Over 10 million hearing aids have been printed so far to date. Yet, we don't think very much about that as part of the landscape.

What I want to talk about briefly here are two projects that emerged from my own research and moved out into the world in interesting ways. Those are the Advanced Perioperative Imaging Laboratory, APIL, at Toronto General Hospital and Nia Technologies. I'll take those in order.

APIL is a facility at Toronto General Hospital started by two cardiac anesthesiologists, Dr. Meineri and Dr. Mashari, who are both at the University of Toronto, Faculty of Medicine. That group carries out both research and educational activities associated with the production of custom and patient-specific models for surgical training and planning.

I actually did bring one of their models here, a cardiac model taken explicitly from a specific patient's CT scan and echo sound data. I'll hand it around if you want to take a look. It actually pulls apart in various pieces and was utilized in a surgical training exercise to teach cardiac surgeons and medical students various specific anatomy of the heart.

Other projects at APIL include the production of printed airways, used to train surgeons and other practitioners on how to properly scope an airway; the production of 3-D printed heart phantoms that are echogenic, meaning they actually look the same way as a real heart does under ultrasound. Those are utilized to train cardiac anesthesiologists in transesophageal echocardiogram, a specific cardiac ultrasound technique. They have also created patient-specific lumbar and thoracic spine phantoms to train anesthesiologists and others in the proper procedures for ultrasound-guided epidural procedures so that when that medical student or surgeon is sticking a needle into somebody's back for the first time, they have actually practised on this kind of phantom. Interestingly enough, the phantoms that have been produced in this training mechanism come from specific patient data. They are not standardized models; they are models based on specific patient anatomy.

The main purpose of the research of the APIL and their educational work is to resolve issues associated with preventable medical error which is, according to some authors, the third leading cause of fatalities, at least in the United States, by providing new opportunities for hands-on and skill-based training. APIL emerged from some of the research in my lab in partnership with others at Toronto General and the Faculty of Medicine.

grande utilisation de l'impression 3D à l'heure actuelle, selon certains. Il s'agirait de l'impression 3D d'appareils auditifs sur mesure. À vrai dire, l'industrie des appareils auditifs produits par impression 3D est en véritable expansion. Plus de 10 millions d'appareils auditifs ont été imprimés à ce jour. Pourtant, nous ne pensons pas beaucoup à ce volet.

Je voudrais brièvement parler de deux initiatives qui émanent de mes propres recherches, et qui ont abouti dans le monde de façon intéressante. Il s'agit du Advanced Perioperative Imaging Laboratory, ou APIL, à l'Hôpital général de Toronto, de même que de Nia Technologies. Je vais en parler dans cet ordre.

L'APIL est un établissement de l'Hôpital général de Toronto qui a été inauguré par deux anesthésistes cardiaques, les Drs Meineri et Mashari, qui appartiennent tous les deux à la faculté de médecine de l'Université de Toronto. Ce groupe mène des activités à la fois de recherche et d'éducation associées à la production de modèles personnalisés et propres aux patients, dans le cadre de la formation et de la planification chirurgicales.

J'ai d'ailleurs apporté un des modèles. Il s'agit d'un modèle cardiaque qui provient du tomodensitogramme et des données échographiques d'un patient. Je vais le faire circuler, si vous voulez y jeter un coup d'œil. Il se divise en différents morceaux, et il a été utilisé lors d'un exercice de formation chirurgicale afin de montrer aux chirurgiens cardiaques et aux étudiants en médecine diverses particularités anatomiques du cœur.

Parmi les autres projets de l'APIL, on compte la production de voies respiratoires imprimées, qui servent à former des chirurgiens et d'autres praticiens sur la façon correcte d'élargir une voie aérienne; la production en impression 3D de fantômes de cœurs qui sont échogènes, c'est-à-dire qu'ils ressemblent à un vrai cœur sous échographie. Ces cœurs servent à former des anesthésistes cardiaques pour la pratique de l'échocardiographie transœsophagienne, une technique particulière d'échographie cardiaque. On a aussi créé des fantômes des rachis lombaires et thoraciques d'un patient afin de former les anesthésistes et d'autres professionnels sur les procédures qui conviennent lors d'administrations épidurales échoguidées. Ainsi, au moment où un étudiant en médecine ou un chirurgien enfonce pour la première fois une aiguille dans le dos d'un patient, il aura déjà pratiqué la technique sur ce genre de fantôme. Fait intéressant, les fantômes qui ont été produits pour ce genre de formations proviennent de données sur les patients. Ces modèles ne sont pas normalisés, mais ils sont plutôt basés sur l'anatomie particulière d'un patient.

L'objectif principal des recherches réalisées à l'APIL et de ses activités pédagogiques est d'éviter les problèmes liés aux erreurs médicales évitables qui, selon certains auteurs, constituent la troisième cause de décès en importance, aux États-Unis du moins. L'APIL offre donc de nouvelles occasions de formation pratique fondée sur les compétences. Le laboratoire a été créé à la suite de recherches menées à mon laboratoire, en partenariat avec d'autres praticiens de l'Hôpital général de Toronto et de la faculté de médecine.

Another example of custom 3-D printing is Nia Technologies, which again emerged out of a research project in partnership with others. It is a non-profit start-up that provides software and hardware tool chains for the production of prosthetics and orthotics in low- to middle-income countries. In this context, 3-D printing basically accelerates the process by which trained practitioners can produce devices.

Some of those devices are here. I will give you a sense of what they look like. They include transtibial prosthetic sockets. These are custom sockets based on 3-D scanning a patient, moving it into software that we have written, converting that into a model and then printing it on a low-cost 3-D printer. The key aspect of this work is that using the traditional methods for this production, a socket takes about one week to make. Using the 3-D printed tool chain, it takes less than one day. We are currently 3-D printing sockets and ankle foot orthoses — and I'm happy to hand them around if you want to take a look at them — in three different countries, at four different clinics, as part of the largest-ever clinical trial of 3-D printed prosthetics in the world.

The results of this are quite positive. The results of that trial will come out in about another month. It appears that 3-D printing provides a five times acceleration of the speed of prosthetic development and produces objects that are equivalent in strength and quality to traditionally produced objects. I have a whole list of people who I would thank in relationship to that, but I don't think I quite have enough time.

I want to add two more things. First, I have a set of implications here that basically say these forms of 3-D printing are ready to dramatically change patient-specific care in the health care environment. I have some recommendations around the use of lower-cost printers because of the ways in which they operate more successfully in both the low-resource clinical settings. Even the high-resource clinical settings such as Toronto General, you can have 10 printers for the price of one and operate a simultaneous printing operation which is, at least at APIL, much more successful than having one more expensive printer.

The main thing I want to highlight is the integration of these technologies — not their technical development but their integration — suffers because of the ways in which we tend to compartmentalize the types of knowledge that is necessary for really moving these into clinical and medical infrastructure. Between the medical knowledge, the technical knowledge and the social knowledge, which is really required to figure out how to fit these technologies into organizational and economic contexts, we

De son côté, Nia Technologies représente un autre exemple d'impression 3D personnalisée, et l'organisme a lui aussi vu le jour à la suite d'un projet de recherche réalisé en partenariat avec d'autres intervenants. Il s'agit d'une entreprise en démarrage sans but lucratif qui offre des chaînes d'outils logiciels et matériels pour la production de prothèses et d'orthèses dans des pays à revenus faibles à moyens. Dans ce contexte, l'impression 3D accélère essentiellement la production des appareils par des praticiens formés.

J'ai apporté certains de ces appareils pour vous donner une idée de ce à quoi ils ressemblent. Nous faisons notamment des emboîtures de prothèses transtibiales. Il s'agit d'emboîtures personnalisées qui sont créées à partir de la numérisation tridimensionnelle d'un patient. Les données sont traitées par un logiciel que nous avons mis au point, puis elles sont converties dans un modèle qui est ensuite imprimé sur une imprimante 3D à faible coût. L'élément essentiel de ces travaux, c'est qu'il faut environ une semaine pour concevoir une emboîture à l'aide des méthodes habituelles de production, alors que la procédure prend moins d'une journée lorsque nous utilisons la chaîne d'outils de l'impression 3D. Nous sommes donc en train de faire l'impression 3D d'emboîtures et d'orthèses pédijambières — je serai ravi de les faire circuler si vous voulez y jeter un coup d'œil — dans trois pays différents et quatre cliniques distinctes, dans le cadre du plus vaste essai clinique au monde sur des prothèses d'impression 3D.

Les conclusions de cette initiative sont tout à fait encourageantes. Les résultats de l'essai clinique seront divulgués d'ici un mois environ. Il semble que l'impression 3D accélère de cinq fois la vitesse de production des prothèses, et donne des appareils de force et de qualité équivalentes aux objets produits par la méthode habituelle. J'aimerais remercier toute une liste de personnes à ce chapitre, mais je ne pense pas avoir suffisamment de temps.

Je veux ajouter deux choses. Tout d'abord, je présente ici une série de conséquences qui disent essentiellement que ces formes d'impression 3D sont sur le point de changer radicalement les soins personnalisés offerts aux patients dans le milieu de la santé. J'ai quelques recommandations sur l'utilisation d'imprimantes à moindre coût, compte tenu de leur meilleur fonctionnement dans des cliniques dont les ressources sont limitées. Même dans les environnements cliniques qui ont plus de ressources, comme l'Hôpital général de Toronto, il est possible d'avoir une dizaine d'imprimantes à moindre coût pour le prix d'une, et de réaliser des impressions simultanées, ce qui est beaucoup mieux que d'avoir une seule imprimante plus coûteuse, du moins dans le cas de l'APIL.

La principale chose que je veux mettre en évidence, c'est que l'intégration de ces technologies — je ne parle pas de leur développement technique, mais bien de leur intégration — est difficile en raison de la façon dont nous avons tendance à compartimenter les connaissances nécessaires pour vraiment les incorporer à l'infrastructure clinique et médicale. Entre les connaissances médicales, techniques et sociales qui permettent réellement de comprendre comment intégrer ces technologies aux

suffer because we have a lack of integration across that. My recommendation is that we focus more on some multidisciplinary skill sets to really take these technologies and deploy them more widely.

**The Chair:** Thank you. I will now turn to Dr. Konrad Walus, Associate Professor, Electrical and Computer Engineering, University of British Columbia. Please proceed.

**Konrad Walus, Associate Professor, Electrical and Computer Engineering, University of British Columbia, as an individual:** Thank you, honourable senators and members of the committee. I feel deeply privileged to have this opportunity to share with you my perspective on 3-D printing in health care.

As you mentioned, I'm an associate professor at the University of British Columbia in the Department of Electrical and Computer Engineering. I'm also Chief Technology Officer at Aspect Biosystems, a company that started in part from the research we are doing in our lab at UBC. Over the last 15 years, I have been involved in research in a number of important areas, including computational nanotechnology, microsystems, 3-D printing and 3-D bioprinting. All of these are coming together in the work that we're doing.

As already has been mentioned, 3-D printing is a technology that is capable of recreating 3-D objects layer by layer. You can use a number of different materials: plastics, ceramics, metals and now even living cells. 3-D printing was invented in 1980 by Charles Hall and presently is a multibillion dollar market. You can find 3-D printers in grade school classrooms now and in individual homes. You may even hear stories of 3-D printers actually printing homes these days, so it's proliferating very quickly.

I began a research on 3-D printing technology at UBC 10 years ago. With the support of the Natural Science and Research Council, we invented and developed a new kind of 3-D bio-printer system that offers greater capabilities to recreate 3-D printed tissue. We call that "lab-on-a-printer technology."

In 2013, I co-founded Aspect Biosystems with two of my graduate students who developed the printing technology, Tamer Mohamed and Simon Beyer, and our collaborator at UBC Centre for Heart-Lung Innovation, Dr. Sam Wadsworth. The company is a great example of an interdisciplinary team. We have cell biologists working mechanical, software and electrical engineers to realize our ambitious goal. We're developing the bioprinting systems and tissue technology needed to address challenges in drug development and regenerative medicine. Our company has

contextes organisationnels et économiques, nous subissons le manque d'intégration à ce chapitre. Je recommande que nous nous concentrons davantage sur des compétences multidisciplinaires qui permettent de véritablement déployer ces technologies à grande échelle.

**Le président :** Merci. Je vais maintenant céder la parole à M. Konrad Walus, professeur agrégé en Génie électrique et informatique à l'Université de la Colombie-Britannique. Allez-y, s'il vous plaît.

**Konrad Walus, professeur agrégé, Génie électrique et informatique, Université de la Colombie-Britannique, à titre personnel :** Mesdames et messieurs les sénateurs et membres du comité, je vous remercie. Je me sens très privilégié d'avoir l'occasion de vous présenter mon point de vue sur l'impression 3D dans le domaine de la santé.

Comme vous l'avez mentionné, je suis professeur agrégé en Génie électrique et informatique à l'Université de la Colombie-Britannique. Je suis aussi dirigeant principal de la technologie chez Aspect Biosystems, une entreprise qui a vu le jour notamment à la suite des recherches que nous menons dans notre laboratoire de l'Université de la Colombie-Britannique. Au cours des 15 dernières années, j'ai participé à des recherches dans un certain nombre de domaines importants, y compris la nanotechnologie informatique, les microsystèmes, l'impression 3D et la bio-impression 3D. Tous ces volets se recoupent dans les travaux que nous réalisons.

Comme on l'a déjà mentionné, l'impression 3D est une technologie qui permet de recréer des objets tridimensionnels par couches. Un certain nombre de matériaux peuvent être employés, comme le plastique, la céramique, les métaux et même les cellules vivantes. L'impression 3D a été inventée en 1980 par Charles Hall, et elle représente désormais un marché de plusieurs milliards de dollars. Vous pouvez maintenant trouver des imprimantes 3D dans les classes de petite école et dans les maisons. Ces jours-ci, vous pourriez même entendre des histoires d'imprimantes 3D qui permettent d'imprimer des maisons, de sorte que la technologie prolifère très rapidement.

J'ai commencé il y a 10 ans mes recherches sur la technologie de l'impression 3D à l'Université de la Colombie-Britannique. Grâce au soutien du Conseil de recherches en sciences naturelles, nous avons inventé et mis au point un nouveau type de bio-imprimante 3D qui permet de mieux recréer des tissus à l'aide d'une imprimante 3D. C'est ce que nous appelons la technologie « lab-on-a-printer ».

En 2013, j'ai fondé Aspect Biosystems en collaboration avec Tamer Mohamed et Simon Beyer, deux de mes étudiants de troisième cycle qui ont développé la technologie d'impression, de même qu'avec le Dr Sam Wadsworth, notre collaborateur au Centre for Heart-Lung Innovation de l'Université de la Colombie-Britannique. L'entreprise est un bel exemple d'équipe interdisciplinaire. Nous avons des biologistes cellulaires qui travaillent avec des ingénieurs en mécanique, en logiciels et en électricité pour atteindre notre objectif ambitieux. Nous

received international attention for our work and was just recently mentioned in *The Economist* as one of the leaders in the space.

I see two distinct areas where 3-D printing can impact health care. You have heard about that now. First, pretty much anyone with a desktop 3-D printer is able to print plastic or other kinds of material prosthetics, even at home, so they don't even have to buy that anymore.

In a different example, doctors are using 3-D models of organs prior to surgery to plan and review medical procedures with patients, and I think in this way, the impact of 3-D printing is already being felt today. In fact, developments in these areas are coming out so quickly it's really hard to keep up.

Second, a different and very powerful approach to 3-D printing is that of 3-D bioprinting. The inks that are patterned by the 3-D printer contain biomaterials and living cells, again deposited layer by layer to reconstruct the basic structure of a tissue. This is not the final step, as these 3-D printed constructs must be incubated and provided with the appropriate chemical and physical stimulus to develop into their final structure and function. Rather than simply modelling the structure of a tissue in plastic, for example, these printers are able to generate living tissue, and these tissues have very important applications in research and medicine.

One major application is actually improving a drug development process. It is a process that presently takes more than 10 years, in some cases, 15 years, and well over a billion dollars per drug. Using 3-D bioprinting, we can print and culture human tissue in a way that expresses a particular disease and then dose those tissues with candidate compounds and monitor their response. 3-D bioprinted models enable a more natural human response to the drug to be monitored and investigated earlier in the development process and hopefully reduce the present critical need that we have for animal studies. This application has enormous need, as presently 90 per cent of investigational new drugs do not make it to the pharmacy due to failures in safety and efficacy. In some cases, that's after they have been found to have been both efficacious and safe in the animal model.

Using 3-D bioprinting technology, our team at Aspect has developed a model containing 3-D printed smooth muscle cells that make up the human airway for testing and studying drug

développons les systèmes de bio-impression et la technologie relative aux tissus qui s'imposent pour relever les défis entourant le développement de médicaments et la médecine régénérative. Notre entreprise a attiré l'attention du milieu international pour ses travaux, et *The Economist* l'a récemment reconnue comme étant un chef de file dans ce domaine.

Je considère que l'impression 3D peut avoir une incidence sur les soins de santé dans deux domaines distincts. Vous en avez déjà entendu parler. D'une part, à peu près n'importe quelle personne qui possède une imprimante de bureau 3D est capable d'imprimer des prothèses en plastique ou d'autres matières, même à la maison, de sorte que les patients n'auront même plus à en faire l'achat.

Pour vous donner un autre exemple, les médecins utilisent des modèles 3D des organes avant d'effectuer une chirurgie afin de planifier et de revoir les procédures médicales à employer sur le patient. Je pense donc que nous ressentons déjà les effets de l'impression 3D grâce à cette utilisation. En fait, l'évolution est tellement rapide dans ces domaines qu'il est vraiment difficile de suivre le rythme.

D'autre part, la bio-impression 3D est une utilisation différente et très puissante de cette technologie. Les encres employées par l'imprimante 3D contiennent des biomatériaux et des cellules vivantes qui sont déposés par couche afin de reconstruire la structure fondamentale d'un tissu. Ce n'est pas la dernière étape, puisque ces tissus imprimés en 3D doivent ensuite être incubés et recevoir les stimulations chimiques et physiques appropriées pour devenir une structure finale et fonctionner adéquatement. Plutôt que de simplement modéliser la structure d'un tissu en plastique, par exemple, ces imprimantes sont capables de générer des tissus vivants, qui ont des applications fort importantes pour la recherche et la médecine.

Une des principales utilisations de cette technologie consiste à améliorer le processus de développement des médicaments. À l'heure actuelle, la procédure prend plus de 10 ans, et parfois même 15 ans, et elle nécessite bien plus d'un milliard de dollars par médicament. Grâce à la bio-impression 3D, nous pouvons imprimer et cultiver des tissus humains qui expriment une maladie donnée, puis administrer des doses de composés d'intérêt potentiel afin de surveiller la réponse. Les modèles bio-imprimés en 3D permettent donc d'obtenir une réponse au médicament plus naturelle et humaine, qui peut être surveillée et étudiée plus tôt dans le processus de développement. Nous espérons que la technologie réduira la nécessité absolue d'effectuer des études sur des animaux à l'heure actuelle. Cette utilisation répond à un besoin énorme, puisqu'il y a actuellement 90 p. 100 des nouvelles drogues expérimentales qui n'aboutissent pas à la pharmacie en raison de lacunes sur les plans de la sécurité et de l'efficacité. Dans certains cas, celles-ci sont décelées après que le médicament soit considéré comme étant à la fois efficace et sécuritaire chez les animaux.

Grâce à la technologie de bio-impression 3D, l'équipe d'Aspect a mis au point un modèle imprimé en 3D des cellules musculaires lisses qui forment les voies respiratoires humaines dans le but de

candidates against diseases such as asthma. We are able to manufacture those tissues rapidly and at sufficient scale to do parallel testing. Our company is presently working with pharmaceutical companies to advance the model and test drug candidate compounds.

Another important application of 3-D bioprinting is in medicine, directly through 3-D bioprinting of replacement human tissue, so this would be an application of 3-D printing and regenerative medicine. It's actually the dream of the community to one day have the means to create entire human organs using patient's own cells. Clearly this outcome would have a profound impact on medicine by reducing or eliminating the need for organ donors and the many challenges with organ rejection.

However, realizing this bold vision demands contributions from across Canada and globally. I think our company and our lab are taking a very collaborative approach to this problem. In this regard, our start-up company is working with global medical leaders, DePuy Synthes and Johnson & Johnson, to develop 3-D bioprinting technology to address the medical need for replacement knee meniscus. We are establishing collaborations with universities across Canada to tackle this challenge.

In closing, I believe that Canadian researchers and companies are presently positioned to have a leading and major role in this area. I do suggest we take continued and increased effort to build on Canadian successes by supporting research and industry clusters, working in those areas and further supporting and developing highly qualified engineering and science talent in Canada.

I would like to acknowledge that Canada is already doing a lot, and part of my message is to evidence the positive role these programs and organizations are having. At Aspect, we have benefitted from the Industrial Research Assistance Program, or IRAP, through direct funding of R&D activities in support of the IRAP industrial technology advisers, who have been absolutely outstanding. Our company is collaborating with university researchers, and those partnerships are benefitting from the NSERC programs, specifically their partnership grants.

I also want to acknowledge essential research support provided by CMC Microsystems, an organization that is helping numerous Canadian researchers get access to design and prototyping capacity, a necessary capability for taking our ideas from the lab and into Canadian start-ups.

With that, I thank you for this opportunity, and I look forward to your questions.

**The Chair:** Thank you. I will now turn Dr. Julielynn Wong, Founder, Chairman and Chief Executive Officer, 3D4MD.

tester et d'étudier des médicaments d'intérêt pour le traitement de maladies comme l'asthme. Nous sommes en mesure de fabriquer ces tissus rapidement et à une échelle suffisante pour réaliser des essais en parallèle. Notre entreprise travaille actuellement en collaboration avec des sociétés pharmaceutiques afin de faire progresser le modèle et de faire l'essai de composés d'intérêt.

Une autre application importante de la bio-impression 3D relève de la médecine. En effet, on pourrait faire la bio-impression 3D directe de tissu de remplacement humain. Il s'agit ici d'une utilisation de l'impression 3D en médecine régénérative. En fait, le milieu rêve d'avoir un jour les moyens de créer des organes humains entiers à partir des cellules du patient. Voilà qui aurait évidemment une incidence profonde sur la médecine, puisque cela réduirait ou éliminerait le besoin de donneurs d'organes et les nombreux défis que pose le rejet d'organes.

Toutefois, la réalisation de cette vision audacieuse exige des contributions à l'échelle nationale et internationale. Je pense que notre entreprise et notre laboratoire adoptent une démarche très collaborative à ce chapitre. C'est donc dans cette optique que notre entreprise en démarrage collabore avec des chefs de file mondiaux en médecine, comme DePuy Synthes et Johnson & Johnson, afin de développer une technologie de bio-impression 3D en réponse aux besoins médicaux de remplacement du ménisque. Nous établissons donc des partenariats avec des universités d'un bout à l'autre du Canada afin de relever ce défi.

Pour terminer, je crois que les chercheurs et les entreprises du Canada sont prêts à jouer un rôle de premier plan dans ce domaine. Je suggère donc de multiplier les efforts afin de tirer parti des réussites canadiennes en appuyant les grappes de recherche et l'industrie, en travaillant dans ces domaines, et en soutenant davantage la formation d'ingénieurs et de scientifiques hautement qualifiés au Canada.

J'aimerais souligner que le Canada en fait déjà beaucoup, et je veux, entre autres, montrer le rôle positif que jouent ces programmes et ces organismes. À Aspect, nous avons pu bénéficier du Programme d'aide à la recherche industrielle — ou PARI — par un financement direct d'activités de R-D qui aide les conseillers en technologie industrielle, qui sont absolument exceptionnels. Notre entreprise collabore avec des chercheurs universitaires, et les programmes du CRSNG, en particulier leurs subventions de partenariat, profitent à ces partenariats.

Je veux également souligner l'aide à la recherche essentielle que fournit CMC Microsystems, un organisme qui aide de nombreux chercheurs canadiens à se doter d'une capacité de conception et de prototypage, une capacité nécessaire pour que nos idées conçues en laboratoire puissent être intégrées dans les jeunes entreprises canadiennes.

Cela dit, je vous remercie de m'avoir permis de comparaître devant vous, et je suis impatient de répondre à vos questions.

**Le président :** Merci. C'est maintenant au tour de la Dre Julielynn Wong, fondatrice, directrice générale et chef de la direction de 3D4MD.

[Translation]

**Dr. Julielynn Wong, Founder, Chairman and Chief Executive Officer, 3D4MD:** Good afternoon, Mr. Chair and distinguished senators.

[English]

I'm a Queen's University- and Harvard-educated public health and aerospace medicine physician who founded 3D4MD, an organization that makes low-cost 3-D printing and drone technology solutions to save lives, time and money.

3D4MD has demonstrated 3-D printing technologies in two analogue space missions and one International Space Station mission. We have published our outcomes in peer-reviewed medical journals, filed 14 pending patents and partnered with over 30 organizations. We have received a number of awards and grants, including the Canadian Medical Association's inaugural Joule Innovation grant.

3-D printing is an affordable, portable, patient-centred, cost-saving, labour-saving and environmentally friendly technology for health care. Our work has identified the following useful health care applications of 3-D printing: unforeseen objects needed to prevent or treat a medical condition in a remote setting; custom-made expensive or difficult-to-obtain specialized medical items; medical models for education; and pre-surgical planning for uncommon, complex high-stakes operations.

In December 2014, I used solar energy to power my 3-D printer to make the first medical supplies, including custom mallet finger splints, on site at the remote Mars Desert Research Station. In January 2015, I brought my 3-D printer in a carry-on suitcase and printed the first custom mallet splint on site for a patient at Sunnybrook Health Sciences Centre in Toronto.

3-D printing custom mallet splints lowers costs and offers greater convenience for patients. The material cost of 3-D printing this mallet splint is less than half the material cost for a handmade splint. If a clinic has two 3-D printers, they can be operated simultaneously to print two identical custom splints if the patient desires an alternate splint for hygienic reasons. In the rare event that a splint breaks, a 3-D printer can manufacture an identical replacement. We also 3-D printed that same splint out of material containing 25 per cent recycled plastic drink bottles.

Statistics show that nearly 4 million Canadians have a disability. Many people with disabilities can't get assistive devices that allow them to participate fully in everyday life. We

[Français]

**Dre Julielynn Wong, fondatrice, directrice générale et chef de la direction, 3D4MD :** Bonjour, monsieur le président et distingués sénateurs.

[Traduction]

Je suis spécialiste en médecine de la santé publique et en médecine aérospatiale et diplômée de l'Université Queen's et de l'Université Harvard. J'ai fondé 3D4MD, un organisme qui propose des solutions technologiques économiques de drones et d'impression 3D pour sauver des vies et économiser du temps et de l'argent.

3D4MD a fait la démonstration de technologies d'impression 3D dans le cadre de deux missions spatiales analogues et d'une mission de la Station spatiale internationale. Nous avons publié nos résultats dans des revues médicales évaluées par des pairs, fait 14 demandes de brevets et collaboré avec plus de 30 organisations. Nous avons reçu un certain nombre de prix et de subventions, dont la subvention à l'innovation de Joule de l'Association médicale canadienne.

L'impression 3D est une technologie des soins de santé abordable, portable, axée sur les patients, économique sur le plan des coûts et de la main-d'œuvre et écologique. Nos travaux nous ont permis de déterminer les applications en soins de santé d'impression 3D utiles suivantes : objets imprévus nécessaires pour prévenir ou traiter un trouble médical en région éloignée; articles médicaux spécialisés fabriqués sur mesure ou difficiles à obtenir; modèles médicaux pour la formation; et planification préchirurgicale pour des opérations complexes, peu communes dont les enjeux sont importants.

En décembre 2014, j'ai utilisé l'énergie solaire pour alimenter mon imprimante 3D afin de fabriquer les premières fournitures médicales, dont des attelles digitales sur mesure pour un doigt en maillet, sur place, à la Mars Desert Research Station. En janvier 2015, j'ai transporté mon imprimante 3D dans une valise et j'ai imprimé la première attelle digitale faite sur mesure sur place pour un patient du Centre Sunnybrook des sciences de la santé de Toronto.

L'impression 3D d'attelles faites sur mesure réduit les coûts et est plus pratique pour les patients. Le coût matériel de l'impression 3D de cette attelle représente moins de la moitié du coût matériel de la fabrication d'une attelle à la main. Si une clinique possède deux imprimantes 3D, elle peut les faire fonctionner en même temps pour imprimer deux attelles identiques faites sur mesure si, pour des raisons d'hygiène, le patient souhaite avoir une deuxième attelle. Dans les rares cas où une attelle se brise, une imprimante 3D peut fabriquer une attelle de remplacement identique. Nous avons également imprimé en 3D la même attelle à partir de matériaux contenant à 25 p. 100 du plastique de bouteilles recyclées.

Des statistiques indiquent que près de quatre millions de Canadiens ont un handicap. Bon nombre de personnes handicapées ne peuvent pas obtenir d'appareils fonctionnels qui

make award-winning 3-D printable assistive devices that can be made on community-based 3-D printers in out-patient clinics, libraries, schools, maker spaces, print shops and people's homes. And this saves time and money for people with disabilities.

Last summer, we signed a contract to set up the nation's first 3-D printing service in an assisted living facility to make lower-cost and personalized assistive devices on demand for 1,000 seniors living at Mon Sheong Court in Markham. This is an award-winning design created by a Canadian-Chinese female high school student of a 3-D printable writing aid that fits any pen or pencil and is five times cheaper than a pen with proprietary refill cartridges that is sold to patients with limited grasp.

To cite another example, almost 2.4 million Canadians have diabetes. We designed a \$1, 3-D printable handle that attaches to an insulin syringe. This device could allow diabetic patients with limited use of their hands to continue self-injections and avoid having a home care nurse visit their home twice a day.

We also helped a veterinarian who wanted 3-D printed bone models to teach residents and to plan a complex surgery to repair the legs of a rescue dog.

We've learned that it's possible to upload an imaging scan to a privacy-compliant website and have 3-D printed surgical models or guides shipped to you in less than one week by an ISO-certified company.

A recent report authored by Stanford radiologists concluded that outsourcing the 3-D printing of medical models saves money because in-house 3-D printing adds overhead and staffing costs to hospitals.

We recommend the Canadian government prioritize resources for 3-D printing based on a simple four-step framework.

Step one: How many people does the solution impact? The more the better.

Step two: Can the solution be crowdsourced and can the solution be created using free software? Crowdsourcing and freeware can substantially reduce research and development time and costs.

Step three: What is the evidence to show that the solution saves more lives, time or money compared to existing alternatives?

leur permettraient de participer pleinement aux activités de la vie quotidienne. Nous faisons des appareils fonctionnels par impression 3D — qui ont remporté des prix — pouvant être fabriqués à l'aide d'imprimantes 3D et aidant les gens dans des cliniques externes, des bibliothèques, des écoles, des laboratoires ouverts, des imprimeries et à domicile. Cela permet aux personnes handicapées d'économiser du temps et de l'argent.

L'été dernier, nous avons signé un contrat pour l'établissement des premiers services d'impression 3D du pays dans une résidence-services afin de fabriquer sur demande des appareils fonctionnels personnalisés et à faibles coûts pour 1 000 aînés qui vivent à Mon Sheong Court, à Markham. J'ai ici le modèle primé — créé par une élève du secondaire sino-canadienne — d'un outil d'aide à l'écriture imprimable en 3D qui convient à tout crayon ou stylo et qui coûte cinq fois moins cher qu'un crayon avec cartouches de recharge qui est vendu à des patients ayant une poigne limitée.

Je vous donne un autre exemple. Près de 2,4 millions de Canadiens souffrent de diabète. Nous avons conçu un outil qu'on peut lier à une seringue à insuline et qui ne coûte que 1 \$. Cet outil pourrait permettre aux patients diabétiques dont l'usage des mains est limité de continuer à se faire des injections eux-mêmes, ce qui ferait en sorte qu'ils n'auraient pas besoin qu'une infirmière leur rende visite deux fois par jour.

Nous avons également aidé un vétérinaire qui voulait des modèles d'os imprimés en 3D servant à la formation des résidents et à la planification de chirurgies complexes pour réparer les pattes d'un chien de secours.

Nous avons appris qu'il est possible de transférer un examen d'imagerie vers un site web respectant la vie privée et de faire envoyer à une personne des modèles ou des guides chirurgicaux imprimés en 3D en moins d'une semaine par une entreprise ayant obtenu la certification ISO.

Selon un récent rapport rédigé par des radiologues de Stanford, l'externalisation des services d'impression 3D de modèles médicaux permet d'économiser de l'argent, car l'impression 3D à l'interne fait augmenter les coûts indirects et les coûts de dotation pour les hôpitaux.

Nous recommandons que le gouvernement canadien établisse les priorités liées aux ressources pour l'impression 3D en fonction d'un cadre simple constitué de quatre étapes.

Première étape : sur combien de personnes cette solution aura-t-elle des effets? Plus elles sont nombreuses, mieux c'est.

Deuxième étape : peut-on recourir à l'externalisation ouverte et créer la solution à l'aide d'un logiciel gratuit? L'externalisation ouverte et l'utilisation d'un logiciel gratuit peuvent entraîner une réduction substantielle du temps et des sommes investis en recherche et développement.

Troisième étape : quelles sont les preuves que la solution se traduira par une augmentation du nombre de vies sauvées et une diminution du temps et de l'argent investis par rapport aux autres options?

Step four: Can the 3-D printing of the solution be outsourced outside of hospitals to community facilities? Outsourcing will save time and money for our health care system, widen accessibility to maximize benefit to Canadians, support the local economy and promote community engagement with public institutions.

We are working to get Health Canada approval of the 50 devices in our rapidly expanding digital catalogue. We need government support to provide expedited regulatory review so Canadians today can benefit from access to lower cost, time-saving and personalized 3-D printable medical supplies. Our goal is to ensure the safe, ethical and appropriate use of 3-D printing in health care.

We request your funding support to build and grow our 3D4ME Exchange. This is 3D4MD's privacy-protected global platform, where patients, caregivers and health care providers can post requests for 3-D printed medical designs, connect to obtain proper clinical supervision and report long-term clinical outcomes, adverse events and cost benefit data for research publications and policy planning.

With 3-D printing, anybody can be an innovator, because if you have an idea you can draw it digitally using free software and make it physically real by clicking "print." Last fall I founded Medical Makers, a growing global network of medical innovators with chapters across 10 Canadian cities. One of our Medical Makers is a high school student, and she used free software to make a 3-D printable sensory evaluation tool that's shaped like a ninja star and is over 10 times cheaper than the gold standard device. Plus the case is 3-D printed and we can personalize it with your name.

With our digital library, we are building a legacy to benefit humanity. This year, we are launching Medical Make-A-Thons worldwide, to add 150 new 3-D printable designs to our digital catalogue to celebrate Canada's a one hundred and fiftieth birthday. We ask you to sponsor Medical Make-A-Thons at home and abroad to promote universal and accessible health care globally, to advance our federal government's disability agenda worldwide and to use grassroots innovation projects to teach Canadian students cutting-edge STEM skills — that is, skills in science, technology, engineering and math — for future jobs in this digital age.

Quatrième étape : l'impression 3D de la solution peut-elle être confiée à l'extérieur des hôpitaux, à des installations communautaires? L'externalisation entraînera des économies de temps et d'argent pour notre système de soins de santé; permettra d'élargir l'accès pour que les Canadiens en tirent le maximum d'avantages; appuiera l'économie locale; et favorisera l'engagement communautaire dans les institutions publiques.

Nous tentons de faire approuver par Santé Canada les 50 appareils de notre catalogue numérique dont le contenu augmente rapidement. Nous avons besoin de l'aide du gouvernement pour qu'un examen réglementaire soit effectué rapidement afin que les Canadiens puissent avoir accès à des fournitures médicales qui coûtent moins cher, qui permettent de gagner du temps et qui peuvent être imprimées en 3D. Notre objectif, c'est de faire en sorte que dans les soins de santé, l'impression en 3D soit utilisée de façon sécuritaire, selon les règles de l'éthique et d'une bonne façon.

Nous demandons du soutien financier pour la création et le développement de la 3DF4ME Exchange. Il s'agit d'une plateforme protégeant la vie privée où les patients et les fournisseurs de soins peuvent faire des demandes pour des modèles médicaux imprimés en 3D, obtenir une supervision clinique adéquate et communiquer des résultats cliniques à long terme, des événements indésirables et des données sur les coûts et les avantages pour les publications de recherche et la planification des politiques.

Grâce à l'impression 3D, n'importe qui peut innover, car si on a une idée, on peut la dessiner en utilisant un logiciel gratuit et la rendre concrète en appuyant sur « imprimer ». L'automne dernier, j'ai créé Medical Makers, un réseau grandissant d'innovateurs du domaine médical présent dans 10 villes canadiennes. L'un de nos *medical makers* est une élève du secondaire, et elle a utilisé un logiciel gratuit pour créer un outil d'évaluation sensorielle imprimable en 3D qui a la forme d'une étoile ninja et qui coûte au moins 10 fois moins cher que l'outil de référence. De plus, la boîte est imprimée en 3D et nous pouvons la personnaliser avec le nom de la personne.

Avec notre bibliothèque numérique, nous bâtissons un héritage pour l'humanité. Cette année, nous lançons le Medical Make-A-Thons pour ajouter 150 nouveaux modèles imprimables en 3D à notre catalogue numérique afin de souligner le 150<sup>e</sup> anniversaire du Canada. Nous vous demandons de soutenir le Medical Make-A-Thons ici et à l'étranger pour favoriser des soins de santé universels et l'accès aux soins de santé partout dans le monde; promouvoir le programme du gouvernement fédéral en matière d'invalidité partout dans le monde; et utiliser des projets d'innovation pour que les étudiants canadiens acquièrent des compétences de pointe en STIM — sciences, technologie, ingénierie et mathématiques — pour l'obtention d'emplois qui seront offerts en cette ère numérique.



Innovation happens at the interface of different disciplines, so 3-D printing belongs to all of us: students, patients, caregivers and health care providers. Together we can make solutions to save lives, time and money.

Thank you.

**The Chair:** Thank you. We will now turn to questions from senators.

**Senator Stewart Olsen:** Thank you for being here. This is fascinating.

My first question is about how you are integrating the developments with medical schools and teaching facilities. The technology is expanding so rapidly, and I would prefer, if I had to have a knee replacement, an orthopedist who has knowledge in these areas. How is that happening throughout the country?

**Mr. Ratto:** That's one of the reasons for APIL, this research and education group at Toronto General. I have provided some basic research for it, but it is being operated by cardiac anesthesiologists and medical staff who actually teach students. As part of their goal, they are interfacing directly with medical schools, particularly the University of Toronto Medical School but others as well, to provide curriculum that teaches people appropriate ways to engage with these technologies.

That is the biggest issue, which is how do we get it out of the labs and the engineering contexts, and to some degree I would say also out of the homes and the libraries, and into the context where the professionals are actually acting. That seems to me to be a key point for this work to be addressed. We need the orthopedist using it and not just the high school student.

**Senator Stewart Olsen:** Thank you. Mr. Walus, on the production of living cells, are you finding that other companies, not just health care but industry, are using the living cells that are more like humans than animals to replace their animal testing?

**Mr. Walus:** Currently, industry uses human cells as part of their drug development process, as part of pre-clinical drug development, but they use those in a 2-D format. They will do the culture in a multi-well plate, a plate that contains many different wells in which you can culture cells, and they put their drug in there and look at what happens.

What we found is that those models do not necessarily accurately represent the human response because cells cultured in 3-D will express different proteins and genes and reform their native phenotype more accurately. 3-D tissue models also use human cells, but those human cells are behaving as they would in human tissue, not this maybe more artificial response that you get

L'innovation émerge à l'interface de différentes disciplines, de sorte que l'impression 3D nous appartient tous : élèves, patients et fournisseurs de soins de santé. Ensemble, nous pouvons concevoir des solutions pour sauver des vies et économiser du temps et de l'argent.

Merci.

**Le président :** Merci. Les sénateurs vous poseront maintenant des questions.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Je vous remercie de votre présence. C'est fascinant.

J'aimerais tout d'abord savoir comment on intègre les innovations dans les écoles de médecine et les établissements de formation. La technologie se développe tellement vite, et si je devais me faire remplacer un genou, je voudrais que l'orthopédiste qui s'occupe de moi ait des connaissances dans ces domaines. Comment se déroulent les choses au pays?

**M. Ratto :** C'est l'une des raisons de la création du laboratoire, ce groupe de recherche de l'Hôpital général de Toronto. J'ai fourni des travaux de base pour cela, mais il est géré par des anesthésiologistes cardiaques et du personnel médical qui forment des étudiants, en fait. Leur but est, entre autres, d'être directement en contact avec les écoles de médecine, en particulier celle de l'Université de Toronto, mais d'autres écoles de médecine également, pour enseigner aux gens les bons moyens d'utiliser ces technologies.

C'est la grande question : comment sortir ces innovations des laboratoires et du contexte d'ingénierie — et, dans une certaine mesure, des maisons et des bibliothèques —, et les intégrer dans le contexte des professionnels. Cela me semble être un point essentiel à examiner. Il faut que les orthopédistes les utilisent et pas seulement les élèves du secondaire.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Merci. Monsieur Walus, en ce qui concerne la production de cellules vivantes, constatez-vous que d'autres entreprises, non seulement les soins de santé, mais aussi l'industrie, utilisent les cellules vivantes qui sont davantage des cellules humaines plutôt que des cellules animales pour remplacer les tests sur les animaux?

**M. Walus :** À l'heure actuelle, l'industrie utilise des cellules humaines dans le cadre de son processus de développement préclinique de médicaments, mais elle les utilise dans un format 2D. On cultive les cellules dans une plaque à cupules multiples, une plaque qui contient différentes cupules dans lesquelles on peut faire la culture cellulaire, et on y intègre le médicament et on examine ce qui se passe.

Ce que nous constatons, c'est que ces modèles ne représentent pas nécessairement fidèlement la réaction humaine, car les cellules cultivées en 3 D exprimeront des protéines et des gènes différents et reformeront leur phénotype d'origine de façon plus exacte. Dans la modélisation tridimensionnelle des tissus, on utilise également des cellules humaines, mais ces cellules se comportent

in a 2-D environment. What we are doing with our technology is creating novel tissues that can be used to test drugs that you couldn't otherwise test on these 2-D models.

You also asked about the animal studies. Animal studies right now are absolutely critical in the drug development process because they provide a system-level response. I can make you a 3-D tissue of your airway and you can see how the airway responds to that particular drug or that model, but it doesn't give you an entire-system-level response. That particular test will be hard to do away with. But we can do more of the tests on these human-relevant 3-D models and do fewer tests ultimately just to validate safety, for example, in animal studies. I do hope that in the future we'll see a reduction. We're not quite there yet.

**Senator Stewart Olsen:** Thank you very much.

**Senator Seidman:** If we ever thought about using the often overused word "awesome," we might use that word right now because that was truly an awesome presentation on all your parts and it takes some doing to get our heads around it.

If I might, Mr. Ratto, I'd like to ask you more about some language that you used, which is rather intriguing. You talked a lot about deeper attention to the social context of production, and you talked about emerging technologies and social change and the multi-disciplinary aspect of this work. Your work has been described as crossing both the boundaries between the digital and physical world and the divide between the humanities and the engineering disciplines. Could you help us understand the challenges that might be associated with this kind of work, and also what ethical considerations there might be and how you would manage to deal with that?

**Mr. Ratto:** The ethics of this work is something extreme, particularly when you get into the world of human analogues and those kinds of things.

I will try to answer your question about the intersection and the need for social knowledge by telling a short story. When we first started working on the 3-D-printed prosthetics project, it was specifically focused on a clinic in Uganda called CoRSU at the south side of Kampala. Our initial model was to basically send 3-D scanners and printers to CoRSU, have the staff there scan patients' legs, send the model back to us here in Canada, have prosthetists and orthotists work with us in the lab to take the scans of these patients' residual limbs, convert them into sockets and send the model back to Uganda for printing.

comme elles le feraient dans un tissu humain — et on n'obtient pas le résultat peut-être plus artificiel qu'on obtient dans un environnement bidimensionnel. Nous utilisons la technologie pour créer de nouveaux tissus qui peuvent être utilisés pour analyser des médicaments qu'on ne pourrait autrement pas analyser avec ces modèles 2D.

Vous avez également parlé des études sur les animaux. À l'heure actuelle, elles sont absolument essentielles dans le processus de développement de médicaments, car elles fournissent une réaction de l'ensemble du système. Je peux faire un modèle de tissu à trois dimensions de vos voies respiratoires et on pourra voir comment elles réagissent au médicament, mais on ne pourra pas savoir comment réagit l'ensemble du système. Il sera difficile d'éliminer ce test particulier. Or, nous pouvons augmenter le nombre de tests effectués sur les modèles 3D pertinents pour l'humain et effectuer moins de tests au bout du compte simplement pour vérifier l'aspect sécuritaire, par exemple, dans les études sur les animaux. J'espère que leur nombre diminuera un jour, mais nous n'en sommes pas encore là.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Merci beaucoup.

**La sénatrice Seidman :** Si nous devons penser à employer le mot « impressionnant », qui est souvent utilisé de façon exagérée, nous pourrions le faire présentement, car vous nous avez vraiment tous présenté des exposés impressionnants, et bien comprendre leur contenu exige un tour de force de notre part.

Si vous me le permettez, monsieur Ratto, j'aimerais vous poser d'autres questions sur certaines choses que vous avez dites, qui sont plutôt fascinantes. Vous avez beaucoup parlé d'une plus grande attention portée sur le contexte social de la production, et vous avez parlé des nouvelles technologies et des changements sociaux et de l'aspect multidisciplinaire de ces travaux. Vos travaux ont été décrits comme étant des travaux qui transcendent la frontière entre le monde numérique et le monde matériel ainsi que la frontière entre les sciences humaines et l'ingénierie. Pourriez-vous nous aider à comprendre les défis que pourrait poser ce type de travaux et nous parler des considérations éthiques possibles et de la façon de vous y prendre?

**M. Ratto :** Les aspects éthiques de ces travaux sont extrêmes, surtout quand on entre dans le monde des analogues humains, par exemple.

Je vais essayer de répondre à votre question sur la transcendance des frontières et le besoin de connaissances sociales en vous racontant une brève histoire. Lorsque nous avons commencé à travailler au projet sur les prothèses imprimées en 3D, il portait sur une clinique de l'Ouganda qui s'appelle CoRSU, située du côté sud de Kampala. Notre modèle initial consistait à envoyer des scanners et des imprimantes 3D à la clinique, à demander au personnel sur place de faire le scan des jambes des patients et d'envoyer le modèle au Canada, à collaborer avec des prothésistes et des orthésistes dans le laboratoire pour prendre les analyses des membres de ces patients, les convertir et envoyer le modèle en Ouganda pour l'impression.

As soon as we started thinking more about that from a more humanistic perspective, we realized that was an incredibly bad idea. From a technical point of view, it was an instrumentally rational way to proceed; it was the easiest way to carry out and deliver services. But it actually drained expertise out of that context. If I can be even a little bit bold here, another way of talking about that project in that way would have been to say that we would have had the Black people do the manual labour and the White people carry out the intellectual labour. That's the way we were configuring, potentially, a socio-technical system for developing 3-D printing.

We said we don't want to do that. We want to create a system that enhances and builds the capacity of the practitioners out in those contexts, even if, technically, it's a harder process to engage in. That idea of starting from a value- and human-based perspective and using it to inform our technological development is one way to know about the ethical issues that emerge when we go in and try to transform these contexts of expertise in medical treatment.

**Senator Seidman:** Dr. Wong and Mr. Walus, you might respond to that same question.

**Dr. Wong:** Could you repeat the question?

**Senator Seidman:** Let's specifically focus on the ethical issues from your context, because they must be rather great since you're crossing many divides here. How do you deal with that? Are there protocols, for example, and how do you protect around the ethics and the ethical considerations?

**Dr. Wong:** Having a 3-D printer is like having a 3-D photocopier. There have been ethical concerns raised about the 3-D printer taking over the job of a highly skilled health care worker like a hand therapist. If it can make a 3-D-printed custom mallet finger splint, it is essentially a robotic hand therapist. We are automating somebody's job.

My answer to that is that it's not the case. With hand therapists, there are a very small number of them, both nationally and globally. There will always be a shortage of that type of highly skilled workforce. 3-D printing is actually not replacing them by any means, because we'll never be able to train enough of them to meet the demand. It is, in fact, augmenting their work.

For example, you could have a Canadian patient living in a remote community who injures themselves and requires a custom-fitted splint for a mallet finger injury, because we know through research that's the best way to treat such injuries. As it stands right now, if that patient cannot find a local hand therapist, and they are not equally geographically distributed, nationally and worldwide, then that patient will have to research, take time and find somebody who can make these splints — not all of them do. Then they have to set up an appointment, wait for that

Dès que nous avons commencé à y réfléchir davantage d'un point de vue humain, nous avons compris que c'était une idée incroyablement mauvaise. D'un point de vue technique, c'était une façon rationnelle de procéder; c'était le moyen le plus facile de fournir des services. Or, on siphonnait alors l'expertise de ce contexte. Si je peux être même un peu hardi, une autre façon de parler ainsi de ce projet aurait consisté à dire que nous aurions demandé aux Noirs de s'occuper du travail manuel et aux Blancs, du travail intellectuel. C'est la façon dont nous étions en train de configurer, potentiellement, un système sociotechnique pour le développement de l'impression 3D.

Nous nous sommes dit que nous ne voulions pas faire cela. Nous voulions créer un système qui améliore les capacités des praticiens dans ces contextes, même si, techniquement, c'est un processus plus difficile. L'idée de commencer à partir d'un point de vue humain et d'utiliser cela comme base pour le développement technologique est une façon de connaître les questions éthiques qui émergent lorsque nous essayons de transformer ces contextes d'expertise dans le traitement médical.

**La sénatrice Seidman :** Docteure Wong et monsieur Walus, vous voulez peut-être répondre à la même question.

**Dre Wong :** Pourriez-vous répéter la question?

**La sénatrice Seidman :** Concentrons-nous sur les questions d'éthique liées à votre contexte, car elles doivent être plutôt importantes puisque vous transcendez plusieurs frontières. Que faites-vous à cet égard? Existe-t-il des protocoles, par exemple, et quelles sont vos mesures de protection sur le plan de l'éthique et des considérations éthiques?

**Dre Wong :** Avoir une imprimante 3D, c'est comme avoir une photocopieuse 3D. Des questions éthiques ont été soulevées au sujet du fait que l'imprimante 3D fait le travail d'un travailleur de la santé très spécialisé, comme un thérapeute de la main. Si l'imprimante 3D peut permettre de fabriquer une attelle digitale sur mesure, il s'agit essentiellement d'un thérapeute robotique de la main. Nous automatisons le travail d'une personne.

Je répondrais que ce n'est pas le cas. Dans ce cas, les thérapeutes de la main sont très peu nombreux, tant au pays que dans le monde. Il y aura toujours un manque criant de ce type de main-d'œuvre hautement qualifiée. L'impression 3D ne la remplace d'aucune façon, car nous ne serons jamais en mesure de former un nombre suffisant de gens pour répondre à la demande. En fait, la technologie augmente leur travail.

Par exemple, un patient canadien qui vit dans une collectivité éloignée pourrait se blesser et avoir besoin d'une attelle digitale sur mesure pour un doigt en maillet, car la recherche nous indique que c'est la meilleure façon de traiter une telle blessure. À l'heure actuelle, si ce patient ne peut pas trouver de thérapeute pour ce type de blessure près de chez lui — et il n'y a pas de répartition égale sur le plan géographique à l'échelle nationale et mondiale —, alors il devra chercher et trouver une personne qui peut fabriquer ces attelles — et ces thérapeutes ne le font pas tous.

appointment, travel to see that person, pay out-of-pocket for those expenses and then have to pay that skilled worker for their labour and material costs.

With 3-D printing, we've actually made it a lot more convenient and lower-cost to the patient. If there is no hand therapist in a remote setting, why not go to a local clinic, have your local health care staff there take a couple pictures of your hand and use free software to make a custom-fitted splint for you. It can be made there on site, but you will need the clinical supervision of a hand therapist. We have a wonderful telemedicine network here, so you could actually be evaluated and monitored remotely.

3-D printing is not, through automation, going to take away jobs. It's going to extend the reach of a highly skilled workforce, of which there is a global shortage.

**The Chair:** Mr. Walus, do you have a quick comment?

**Mr. Walus:** Yes. From our perspective, while the 3-D bioprinting technology is new, the ethical considerations and ethical protocols for dealing with human cells and using those in drug tests and whatnot are already well established, so I don't think we're actually breaking any new ground in that regard. But we are certainly breaking new technical ground.

[Translation]

**Senator Mégie:** My question is for Professor Walus. You spoke about the development of medication using the 3-D process. I'm having trouble understanding how all of that works. I understand how it could be done for the actual pill casing, but how can you do studies on the effectiveness and safety of the medication?

To my mind, the 3-D process could be used to make the casing or the powder that goes into it, but how do you evaluate the effect on the organism of the person who takes it? Can you assess that with 3-D?

[English]

**Mr. Walus:** I didn't hear the beginning, but I think I got the entire question. I think you're referring to the idea of using a 3-D printer to actually make a pill. Interestingly enough, that's something that people are investigating, and there are companies trying to make 3-D printers for pills.

Our 3-D printers do not make the drug and do not structure the drug. What we are doing is taking human cells and suspending them in a biomaterial. These living human cells and this biomaterial make the ink of the printer. That ink is patterned in

Ensuite, le patient doit prendre un rendez-vous, attendre, se déplacer pour rencontrer la personne, payer de sa poche les dépenses et payer le travailleur spécialisé pour son travail et les coûts matériels.

Grâce à l'impression 3D, nous avons simplifié la vie des patients et diminué les coûts connexes. S'il n'y a pas de thérapeute de la main dans une région éloignée, pourquoi ne pas aller à une clinique locale où le personnel des soins de santé pourrait prendre quelques photos de votre main et utiliser un logiciel gratuit pour produire une attelle sur mesure? Cela peut se faire sur place, mais vous aurez besoin de la supervision clinique d'un thérapeute de la main. Nous disposons ici d'un merveilleux réseau de télémédecine, si bien que l'évaluation et le suivi de votre état pourraient s'effectuer à distance.

Même si l'impression 3D permet l'automatisation, elle n'entraînera pas des pertes d'emploi. Au contraire, elle étendra la portée d'une main-d'œuvre hautement qualifiée, qui est en pénurie à l'échelle mondiale.

**Le président :** Monsieur Walus, avez-vous une observation à faire rapidement?

**M. Walus :** Oui. De notre point de vue, bien que la technologie de bio-impression 3D soit nouvelle, les considérations et protocoles déontologiques concernant la manipulation de cellules humaines et leur utilisation dans le cadre d'essais sur médicaments et tout le reste sont déjà très bien établis. Par conséquent, je ne pense pas que nous soyons là en terrain inconnu. En revanche, nous faisons certes œuvre de pionniers sur le plan technique.

[Français]

**La sénatrice Mégie :** Ma question s'adresse au professeur Walus. Vous avez parlé du développement de médicaments par le processus 3D. J'ai un peu de difficulté à comprendre le fonctionnement de tout cela. Pour ce qui est de la forme de la pilule, je comprends que cela peut se faire, mais comment vous y prenez-vous pour faire les études sur l'efficacité et l'innocuité de la médication?

Dans ma tête, le 3D peut servir à fabriquer la capsule ou la poudre qu'il faut mettre dedans, mais l'effet sur l'organisme, comment l'évaluez-vous? Êtes-vous capable de l'évaluer avec la méthode 3D?

[Traduction]

**M. Walus :** Je n'ai pas entendu le début, mais je pense avoir saisi la question au complet. Si je comprends bien, vous faites allusion à l'idée d'utiliser une imprimante 3D pour produire des comprimés. Curieusement, c'est une question que les gens étudient déjà, et il y a des entreprises qui essaient de fabriquer des imprimantes 3D à cette fin.

Nos imprimantes 3D ne permettent pas de produire ni de structurer des médicaments. Ce que nous faisons plutôt, c'est prélever des cellules humaines et les mettre en suspension dans un biomatériau. Ces cellules humaines vivantes et ce biomatériau

three dimensions in a similar way that you see with these objects here, except we're working right now in much smaller scale. Those cells make up this 3-D-printed structure, ultimately.

At the end of the process, we have a living 3-D-printed object. It literally contains human cells. We then take that object and put it into an incubator. That provides the appropriate environmental conditions for those cells to start reforming a tissue. Originally, they are just there on their own, but they don't like to be just there on their own; they will connect up with their neighbours and then reconstitute the structure of a human tissue.

Then we take the compound, the drug of interest that you're looking to test, and we dose that tissue with that drug. Then we put it back in the incubator, and we can watch what happens to that tissue under the effect of that drug. Ideally, we want to see the disease be pulled back or the disease response to be reduced.

So we're using our tissues as living models on which to do drug testing. We're not actually making the drugs with our printers.

[*Translation*]

**Senator Mégie:** I still don't understand. To my mind, these are high-wire acrobatics, because a living tissue is a tissue; I cut a tissue, I do a test, but the disease as such involves everything. When you test medication, it goes into one's system, it goes into the heart, the lungs, the kidneys, everything; do you have to get a sample from each organ to test the product? You do tests on the product to see if it will harm the tissue, or manage the disease. I'm having trouble understanding, but I may get there. In a few years, we will surely be able to do that. Thank you for your answer.

[*English*]

**Mr. Walus:** I actually think that you had it almost right on in the last statement you said.

**Senator Meredith:** Thank you all for your phenomenal presentations. As my colleague Senator Seidman said, this is awesome stuff. I was making a joke about passing a foot; usually you lend a hand, you pass a foot. It's just great to see the innovation that is in Canada and the fact that government has supported this through our research council and with the IRAP.

One of the concerns I have is around security. I sit on the security committee. Dr. Wong, you talked about carrying a 3-D printer in your suitcase. Do you have any concerns about the security of 3-D printing? Could all three of you comment on that for me with respect to this technology being taken in the wrong direction? I don't want to elaborate, but have you given consideration to that?

forment l'encre de l'imprimante. Cette encre est configurée en trois dimensions, un peu comme pour les objets ici, sauf que nous travaillons en l'occurrence à une échelle bien moindre. Au bout du compte, ces cellules composent la structure imprimée en 3D.

Au terme du processus, nous obtenons un objet vivant imprimé en 3D, qui contient littéralement des cellules humaines. Nous prenons ensuite cet objet et nous le plaçons dans un incubateur, qui assure les conditions environnementales propices pour permettre à ces cellules de commencer à reconstituer un tissu. Au départ, ces cellules n'ont aucun lien entre elles, mais elles n'aiment pas être seules; elles se mettent alors à s'associer aux cellules voisines, puis à reconstituer la structure d'un tissu humain.

Nous prenons ensuite le composé, c'est-à-dire le médicament que nous cherchons à tester, et nous en injectons une dose dans le tissu. Nous remettons le tout dans l'incubateur, et nous pouvons alors surveiller ce qui se passe au tissu sous l'effet du médicament. Idéalement, nous voulons voir une régression de la maladie ou une réduction de l'intervention.

Nous utilisons donc les tissus comme modèles vivants dans le cadre d'essais sur médicaments. Nous ne fabriquons pas les médicaments proprement dits au moyen de nos imprimantes.

[*Français*]

**La sénatrice Mégie :** J'ai toujours de la difficulté à comprendre. À mes yeux, il s'agit de haute voltige, parce qu'un tissu vivant, c'est un tissu; je coupe un tissu, je fais un test, mais la maladie comme telle, c'est le tout. Quand on teste un médicament, il rentre dans le système, il va dans le cœur, dans les poumons, dans les reins, partout, mais faut-il prendre un échantillon de chaque organe pour tester le produit? On fait des tests sur le produit pour voir s'il fait du tort au tissu ou s'il gère la maladie. J'ai de la difficulté à comprendre, mais peut-être que ça viendra. Dans quelques années, on pourra sûrement le faire. Enfin, je vous remercie de votre réponse.

[*Traduction*]

**M. Walus :** En fait, je pense que votre dernière affirmation était à peu près juste.

**Le sénateur Meredith :** Merci à vous tous de vos exposés remarquables. Comme l'a dit ma collègue, la sénatrice Seidman, c'est tout à fait génial. Si vous me permettez un jeu de mots, vous faites vraiment des pieds et des mains. Quel bonheur de voir l'innovation à l'œuvre au Canada et de constater que le gouvernement a appuyé ces efforts par l'intermédiaire du conseil de recherches et du PARI.

Une des questions qui me préoccupent, c'est la sécurité. Je siège d'ailleurs au Comité de la sécurité. Docteure Wong, vous avez dit que vous transportiez une imprimante 3D dans votre mallette. Êtes-vous préoccupée par la sécurité de l'impression 3D? Pourriez-vous, tous les trois, me dire ce que vous pensez des dérives possibles de cette technologie? Je ne veux pas m'étendre sur le sujet, mais y avez-vous déjà songé?

**Dr. Wong:** Having a 3-D printer, as I said before, is like having a 3-D photocopier. There is incredible flexibility with this technology. I believe that 3-D printing, like most technologies, is neither good nor bad. It all depends on the user. You can take my 3-D printer and you can use it to make a lower-cost life-saving medical device, or you can take that same printer and use it to make a gun.

But it is within us, and so I think with 3-D printing, you have to recognize it's kind of like the Internet. It is there, it exists and it's available and accessible to all of us. I think the focus should be not necessarily on what the potential negative applications are, but, in fact, what we can do as a society to encourage people to make moral choices when it comes to using technology, how we can foster that and how we can provide the environment such that people can make positive ethical choices not just for 3-D printing technology, but also for other technologies that are accessible to us as well, like drones.

**The Chair:** Dr. Ratto and Dr. Walus, do you have anything to add?

**Mr. Ratto:** A number of years ago, I 3-D printed a gun in my lab and appeared on a television program with Cody Wilson, who is the Texas law student at the time who produced that model of the Liberator handgun. We debated the question of 3-D printing and guns. As part of that work, one of the key aspects of it was yes, you could 3-D print a gun, but there were easier ways to get your hands on a gun, including, in fact, going to Home Depot, buying some springs and pieces of pipe — or going across the border.

I think Dr. Wong's statements are true: We have to learn how to make good ethical choices. The other point of it is that regulating 3-D printers in order to reduce the possibility of these negative outcomes doesn't in fact reduce those outcomes because of all the simpler venues that exist.

**Senator Meredith:** Thank you. We'll also look at the embracing of this technology. Is there anything that you can tell this committee with respect to what Canada, the government and Health Canada need to do with respect to truly embracing this?

We talked about the effectiveness, and doctor, I'm glad you talk about Uganda and our development program with respect to us assisting other countries from a medical standpoint. We have spent billions of dollars doing so.

What should our government be doing from that perspective in embracing and encouraging this technology as we look at it from an exportable sort of opportunity? I need your comments on that, please.

**Dre Wong :** Comme je l'ai dit tout à l'heure, une imprimante 3D ressemble à un photocopieur 3D. Cette technologie permet une souplesse incroyable. Je crois que l'impression 3D, comme la plupart des technologies, n'est ni bonne ni mauvaise. Tout dépend de l'utilisateur. Vous pouvez prendre mon imprimante 3D et l'utiliser pour créer un dispositif médical d'importance vitale et à moindres coûts ou, encore, vous pouvez vous en servir pour fabriquer une arme.

N'empêche que c'est à notre portée. Donc, dans le cas de l'impression 3D, il faut reconnaître que c'est un peu comme Internet. La technologie est là, elle existe et elle est disponible et accessible à nous tous. Selon moi, on ne devrait pas nécessairement se concentrer sur les applications négatives possibles, mais plutôt sur ce que notre société peut faire pour encourager les gens à exercer des choix moraux au moment d'utiliser la technologie : comment pouvons-nous favoriser de telles décisions et créer les conditions nécessaires de sorte que les gens puissent faire des choix éthiques positifs en ce qui concerne non seulement la technologie d'impression 3D, mais aussi d'autres technologies qui nous sont accessibles, comme les drones?

**Le président :** Messieurs Ratto et Walus, avez-vous quelque chose à ajouter?

**M. Ratto :** Il y a quelques années, j'ai imprimé en 3D une arme à feu dans mon laboratoire et j'ai participé à une émission télévisée avec Cody Wilson, soit l'étudiant en droit du Texas qui, à l'époque, avait produit un modèle du pistolet Liberator. Nous avons débattu de la question de l'impression 3D et des armes à feu. Dans ce contexte, un des principaux aspects était la conclusion que oui, on peut imprimer en 3D une arme à feu, mais qu'il existe des moyens plus faciles de s'en procurer : on peut notamment aller chez Home Depot pour acheter quelques ressorts et bouts de tuyaux ou, encore, traverser la frontière.

Je crois que les affirmations de la Dre Wong sont vraies : nous devons apprendre à faire de bons choix éthiques. Par ailleurs, la réglementation des imprimantes 3D en vue de réduire pareils résultats négatifs éventuels ne permet pas réellement de diminuer de tels risques parce qu'il existe justement tous ces moyens plus simples.

**Le sénateur Meredith :** Merci. Nous étudierons, nous aussi, les répercussions liées à l'adoption de cette technologie. Avez-vous des recommandations à faire au comité sur les mesures que le Canada, le gouvernement et Santé Canada doivent prendre afin de profiter véritablement de cette technologie?

Nous avons parlé de l'efficacité, et je suis content, monsieur, que vous ayez évoqué l'Ouganda et notre programme de développement dans le cadre duquel nous aidons d'autres pays du point de vue médical. Nous avons dépensé des milliards de dollars à cette fin.

Que devrait faire le gouvernement dans cette optique, en adoptant et en encourageant cette technologie, sur le plan des possibilités d'exportation? Je tiens à savoir ce que vous en pensez.

**Mr. Ratto:** I have to say that our work has been deeply funded by Grand Challenges Canada, and in some ways, one of the reasons why the work proceeded to look primarily at low- to middle-income countries as the site for its deployment was both because the problems of a lack of access to prosthetics is much greater in those contexts, but also because to some degree there is a greater appetite for innovative technologies.

That's not to say anything negative about developed world contexts or Canada specifically, but we have a lot of systems in place that have to be addressed when you're trying to innovate in these contexts. One thing we could do was really work to facilitate better ways to navigate the complexity of those systems.

I'll say for prosthetics that every province has a different way of funding and regulating them; Quebec does it differently than Ontario. For a company to operate, and again, we're a non-profit, but if we were trying to operate on a for-profit basis in deploying solutions across Canada, we would find it very difficult. In fact, it might be easier to try to deploy those solutions in the United States, where the market is both larger but also more condensed in a funny way.

I think there is a great appetite for innovation in Canada. There is a great appetite for innovation that follows from social and value-laden principles. I think we just have to build upon those capacities and extend not just in the direction of innovation, but also towards creating a Canada type of innovation, which I think is social as well as technical.

**Mr. Walus:** I'm not an expert in the regulatory part, but one thing I do notice is in the United States, the FDA is taking an active role in supporting the development of novel 3-D in vitro models for drug testing, and they are providing quite significant grant programs to do that. I think that will pay off quite a lot.

I also see that they are funding and supporting workshops to develop new policy on how to embrace this kind of technology as part of the drug development process. I haven't seen that yet in Canada, so I think there is room for us to get more engaged, because I think this will positively affect the lives of Canadians.

**Senator Gold:** Thank you, and welcome.

I remember first being exposed to 3-D printing in the 1990s as an investor in a company that was making medical devices, and in that case, dental ones. Subsequently, my son, bless his little heart, got involved with Blender, which is a freeware modelling program and 3-D printed some of his artistic directions. I'm delighted to see the continuing expansion in the medical area.

**M. Ratto :** Je dois dire que notre travail a été largement financé par Grands Défis Canada et, à certains égards, si nous avons cherché à déployer la technologie principalement dans des pays à revenu faible ou moyen, c'est non seulement parce que le manque d'accès aux prothèses constitue un problème beaucoup plus grave dans ces contextes, mais aussi parce qu'il y a, en quelque sorte, un plus grand appétit pour des technologies innovatrices.

Cela ne veut pas dire que les contextes propres aux pays développés, dont le Canada, laissent à désirer, mais il faut tenir compte des nombreux systèmes en place lorsqu'on essaie d'innover dans de tels contextes. Par conséquent, une chose que nous pourrions faire, c'est nous efforcer vraiment de mieux aider les gens à s'y retrouver dans ces systèmes complexes.

Je dirai que, dans le domaine des prothèses, chaque province s'y prend différemment au chapitre du financement et de la réglementation; ainsi, le Québec ne procède pas de la même façon que l'Ontario. S'agissant de l'exploitation d'une entreprise et, je le répète, nous sommes une entreprise sans but lucratif, mais si nous devons exercer nos activités dans un but lucratif, nous aurions beaucoup de mal à déployer des solutions partout au Canada. En fait, il serait plus facile d'essayer de déployer ces solutions aux États-Unis, où le marché est non seulement plus grand, mais curieusement plus condensé.

Je crois qu'il y a un appétit vorace pour l'innovation au Canada, surtout en ce qui concerne l'innovation axée sur des principes sociaux et empreints de valeur. Selon moi, nous n'avons qu'à miser sur ces capacités et les renforcer non seulement pour orienter de telles initiatives, mais aussi pour créer une innovation propre au Canada, sur le plan tant social que technique.

**M. Walus :** Je ne suis pas un spécialiste de la réglementation, mais j'ai remarqué qu'aux États-Unis, la FDA appuie activement la mise au point de nouveaux modèles tridimensionnels in vitro pour les essais sur médicaments, et elle offre des programmes de subventions assez importants à cet égard.

Je constate également que la FDA finance et appuie des ateliers destinés à élaborer une nouvelle politique sur la façon d'adopter ce genre de technologies dans le cadre du processus de mise au point de médicaments. Je n'ai encore rien constaté de tel au Canada; je pense donc qu'il y a lieu de nous engager davantage, parce que je suis convaincu que cela aura une incidence positive sur la vie des Canadiens.

**Le sénateur Gold :** Merci, et bienvenue.

Je me rappelle avoir été exposé à l'impression 3D pour la première fois dans les années 1990, en tant qu'investisseur dans une entreprise qui fabriquait des dispositifs médicaux, plus précisément des instruments dentaires. Ensuite, mon fils adorable a pris part au développement de Blender, un programme de modélisation de logiciels, et il a imprimé en 3D certaines de ses directions artistiques. Je me réjouis de voir l'expansion continue dans le domaine médical.

As a constitutional lawyer, I really empathize with your jurisdictional problems, province to province. *C'est la vie.*

I want to go back to your point about silos and the need to integrate the training of researchers, doctors, IT people and the like to best take advantage of this technology. We are focusing on the printing, which is kind of the end product, but behind it, of course, is the design, the modelling and the analysis of the needs, and so on and so forth.

I know there is a program at MIT — the name escapes me — that brings together multimedia and IT people and philosophers and puts together teams, and they do some really creative, multi-disciplinary work, for want of a better term.

If they exist, where are the centres in Canada — either university or research centres — that are really environments within which groups of diversely trained, competent people can come together and work on these kinds of matters, and therefore contribute, whether in the medical schools, the engineering schools and the social services demands? Are we well-equipped as a country to produce the next generation of multidisciplinary, multi-competent researchers?

**Dr. Wong:** My answer is that that is happening today. That's why I created Medical Makers. We are a growing global network of innovators, health care providers and patients working together to build solutions to save lives, time and money.

At Medical Makers, we believe that anybody can be an innovator. We have Medical Makers who are high school students. You saw examples of their work that we passed around here. We have Medical Makers who are retirees, working professionals and university students, and what actually brings us together is our creativity and compassion and wanting to solve problems with social impact.

By the way, we do interface with universities. We're actually launching a medical make-a-thon at the University of Guelph this month. I have had a number of Guelph students come through and do amazing 3-D printing work.

So my answer to you is I want you to consider looking outside the traditional network of centres of excellence and outside of academia and understand, that with the accessibility of 3-D printing, that in fact, you can have this happening at a very grassroots level.

Medical Makers came about because people heard about the work I was doing. They said, "This is amazing. How do I get involved?" I was getting pinged by people who had patients or

En ma qualité de constitutionnaliste, je comprends tout à fait les problèmes de compétence auxquels vous faites face, d'une province à l'autre. *C'est la vie.*

J'aimerais revenir à votre argument sur le travail en vase clos et la nécessité d'intégrer la formation des chercheurs, des médecins, des spécialistes de la technologie de l'information, et j'en passe, pour mieux profiter de cette technologie. Nous mettons l'accent sur l'impression, qui représente en quelque sorte le produit final, mais à l'arrière-plan, il y a évidemment la conception, la modélisation, l'analyse des besoins, et tout le reste.

Je sais que le MIT offre un programme — dont le nom m'échappe —, qui permet de rassembler les gens des domaines du multimédia et de la technologie de l'information ainsi que des philosophes pour mettre sur pied des équipes qui accomplissent un travail tout à fait créatif et multidisciplinaire, à défaut d'une meilleure expression.

S'il y a lieu, où sont les centres au Canada — qu'il s'agisse de centres universitaires ou de centres de recherche —, qui mobilisent des groupes de gens compétents provenant de différentes disciplines afin de leur permettre de travailler sur ces questions et d'apporter ainsi leur contribution, que ce soit dans le contexte des écoles de médecine ou de génie ou pour répondre aux besoins en matière de services sociaux? Notre pays est-il bien équipé pour produire la prochaine génération de chercheurs multidisciplinaires et polyvalents?

**Dre Wong :** Je dirais que c'est déjà le cas. C'est pourquoi j'ai créé Medical Makers. Nous représentons un réseau mondial en pleine croissance, composé d'innovateurs, de fournisseurs de soins de santé et de patients, qui travaillent ensemble pour créer des solutions permettant de sauver des vies et d'économiser du temps et de l'argent.

Chez Medical Makers, nous croyons que tout le monde peut innover. Certains de nos innovateurs sont des élèves du secondaire. Nous vous avons montré des exemples de leurs travaux. Parmi nos innovateurs figurent aussi des retraités, des professionnels et des étudiants universitaires; ce qui nous rassemble, c'est notre créativité, notre compassion et notre désir de résoudre des problèmes ayant des répercussions sociales.

Soit dit en passant, nous collaborons avec les universités. En fait, nous nous apprêtons à lancer, ce mois-ci, un marathon d'innovation médicale à l'Université Guelph. J'ai vu des étudiants de l'Université Guelph faire des travaux formidables grâce à l'impression 3D.

Voici donc ce que je vous réponds : allez au-delà du réseau traditionnel des centres d'excellence et du milieu universitaire et tâchez de comprendre que, grâce à l'accessibilité de l'impression 3D, l'innovation peut se produire auprès des masses.

Medical Makers a vu le jour parce que les gens ont entendu parler de mon travail. Ils ont dit : « C'est formidable. Comment puis-je y participer? » Je recevais des messages de gens qui avaient



health care providers who faced certain challenges. I was just bringing them all together. Now it's taken on a life of its own. We have so many projects going on. We're in 10 different countries.

We are happy to collaborate and partner with both industry and academia, but it's happening in people's homes. It's a virtual network. It doesn't have to be a physical one.

**Mr. Ratto:** I'll speak from a more formal side. Not to deny any of what Dr. Wong was saying, but from a more formal side, Canada has a number of really interesting programs that do cross between these divides. It has tons; I know a few.

There is a really interesting program at UBC called Engineers in Scrubs, which brings engineering and medicine together. There are equivalent programs in other universities. There is a bioengineering and biomaterials programs at the University of Toronto. The one thing about all those programs is they don't actually incorporate the humanistic and social science context that, in fact, is my home base. I'm a humanity scholar who somehow ended up in the world of technology. I study the social implications of technology and somehow I'm making it at the same time.

If I can say things about my own faculty in this context, which is the information faculty of U of T, we have faculty members from medicine, computer science, the humanities and the social sciences. We try to train our master's students in that regard.

The thing that all of these programs suffer from, to some degree, is the way in which Canada divides up its funding bodies, where you have CIHR, NSERC and SSHRC. Specifically, I have had issues with grants returned to me because CIHR thinks it's an engineering project, and SSHRC thinks it is something else. There are ways that those programs, like Engineers in Scrubs and others, can be better supported.

One thing I think is great is the NCE program, and I think you're having a great representative speaking with you tomorrow, Dr. Alex Mihailidis, talking about the AGE-WELL Network. AGE-WELL is a great example of the bringing together of all those disciplines.

I think the more we can create those opportunities, the better. More to that point, the more we can create educational programs as well, not just the granting and the research programs, but the pedagogy that moves between those types of work, the better off we will be.

**The Chair:** In addition, I wanted to mention we'll be having witnesses on March 29 who are likely to be able to cover some of these issues as well.

des patients ou de fournisseurs de soins qui étaient aux prises avec certaines difficultés. Je n'ai fait que les rassembler. Aujourd'hui, le projet a pris son envol. Nous avons une présence dans 10 pays.

Nous sommes heureux de collaborer avec l'industrie et le milieu universitaire, mais l'innovation se produit dans les foyers. C'est un réseau virtuel. Nul besoin d'avoir un réseau physique.

**M. Ratto :** Je vais parler des initiatives plus officielles. Sans vouloir nier les propos de la Dre Wong, sur le plan officiel, le Canada a un certain nombre de programmes vraiment intéressants qui permettent de combler ces fossés. Il y en a des tonnes; je n'en connais que quelques-uns.

L'Université de la Colombie-Britannique offre un programme tout à fait intéressant, appelé Engineers in Scrubs, qui réunit l'ingénierie et la médecine. On trouve des programmes équivalents dans d'autres universités. Il y a un programme de bio-ingénierie et de biomatériaux à l'Université de Toronto. La seule lacune de tous ces programmes, c'est qu'ils ne tiennent pas compte du contexte humain ou social, qui constitue en fait mon domaine de spécialisation. Je suis un universitaire spécialisé en sciences humaines, qui a atterri, je ne sais trop comment, dans le monde de la technologie. J'étudie les répercussions sociales des technologies et, curieusement, je suis aussi un fabricant.

Permettez-moi de vous présenter ma faculté à la lumière de ce contexte; il s'agit de la faculté des sciences de l'information à l'Université de Toronto, qui rassemble des membres du corps professoral des facultés de médecine, d'informatique, des sciences humaines et des sciences sociales. C'est dans cette optique que nous essayons de former nos étudiants à la maîtrise.

Ce dont souffrent tous ces programmes, à certains égards, c'est la façon dont le Canada répartit son financement entre les organismes subventionnaires, soit les IRSC, le CRSNG et le CRSH. Dans mon cas particulier, j'ai eu des problèmes concernant des demandes de subventions qui m'ont été refusées parce que les IRSC trouvent qu'il s'agit d'un projet d'ingénierie et le CRSNG pense que c'est quelque chose d'autre. Il y a donc moyen de mieux appuyer des programmes comme Engineers in Scrubs et d'autres de ce genre.

Un programme que je trouve formidable est celui des Réseaux de centre d'excellence ou RCE. Si je ne me trompe pas, vous recevrez demain un excellent représentant de ce programme, M. Alex Mihailidis, qui vous parlera du Réseau AGE-WELL. C'est là un bel exemple de mise en commun de toutes ces disciplines.

À mon avis, plus nous pouvons créer de telles possibilités, mieux ce sera. Par ailleurs, plus nous pouvons créer des programmes éducatifs — pas seulement des programmes de subventions et de recherche, mais aussi des programmes pédagogiques à la base de ces travaux —, meilleurs seront nos résultats.

**Le président :** Je tiens à ajouter que nous recevrons, le 29 mars, des témoins qui pourront probablement aborder, eux aussi, certaines de ces questions.

**Senator Griffin:** I'm sitting in for Senator Tony Dean. Senator Meredith asked my main question, but I do have a smaller one. We'll deal with him.

Are the existing regulations for medical devices appropriate for the assessment of your 3-D printed medical products? If not, what changes would you propose?

**Dr. Wong:** We're going through that process right now. Whether you manufacture on a 3-D printer or through another alternative manufacturing process, you want to have quality control. In some ways with 3-D printing, it's a lot easier because you have automated stuff. When I click "print," I would expect to have the same device manufactured in an identical way every time. My answer to you is we are discovering that right now as we go through applying to get regulatory clearance of the over 50 devices in our digital catalogue. I'm more than happy to follow up with you with a written brief and communications if I do identify the issues that you have requested.

**Mr. Ratto:** The only comment I have is that I was very glad to discover when we first started this work that these devices are not regulated. Custom prosthetics and orthotics are not regulated. The practitioner that produces them is regulated. As long as they are made by somebody who is licensed as a practitioner, they are basically covered off, except in Quebec, where it's another situation.

The interesting thing has more to do with how they are paid for than necessarily how they are regulated. In Ontario, ADP pays for these devices. One of the interesting things about ADP is that it will not pay for a centrally fabricated device. If you wanted to design this and send this to a service bureau to print, in other words not print in your office but somewhere else, ADP potentially wouldn't cover it. So regulation and payment are complex and, as you say, jurisdictionally different.

**Senator Petitclerc:** Thank you very much for this very exciting presentation. It's fascinating. My question will be for you, Mr. Ratto, because I'm fascinated by the prosthetics. I have a 30 year background of a Paralympic athlete, so I have seen the evolution of prosthetics. I have been part of international aid trips as well, and I have seen the challenges internationally with people needing prosthetics.

You have all touched on this a little bit, but I want to have a better idea on how democratic this is now and in the future, in Canada and abroad. When I see that, I'm thinking you're going to save the world, because it looks like everything is advantageous, from what I hear. It's cheaper, quicker and more precise. And we know this changes lives. I have memories of

**La sénatrice Griffin :** Je remplace le sénateur Tony Dean. Le sénateur Meredith a posé la question principale que j'avais, mais j'ai une question complémentaire. Nous nous occuperons de lui plus tard.

Dans sa forme actuelle, le Règlement sur les instruments médicaux convient-il pour l'évaluation de vos produits médicaux imprimés 3D? Sinon, quels changements proposeriez-vous?

**Dre Wong :** Nous sommes actuellement engagés dans ce processus. Le contrôle de la qualité est nécessaire, qu'on utilise une imprimante 3D ou un autre procédé de fabrication. À certains égards, c'est beaucoup plus facile dans le cas de l'impression 3D, car c'est automatisé. Lorsque j'appuie sur « imprimer », je m'attends à avoir un instrument identique chaque fois. Ma réponse, c'est que nous découvrons actuellement ce qu'il en est, car nous sommes à l'étape de l'homologation des quelque 50 instruments de notre catalogue numérique. C'est avec plaisir que je ferai un suivi en vous présentant un mémoire écrit et d'autres renseignements si je constate des problèmes liés à votre question.

**M. Ratto :** Je dirai simplement que lorsque nous avons commencé à faire ce genre de choses, j'ai été heureux de constater que ces instruments ne sont pas réglementés. Les prothèses et les orthèses sur mesure ne sont pas réglementées; c'est l'orthésiste-prothésiste qui est assujéti à la réglementation. Essentiellement, ces produits sont couverts tant qu'ils sont fabriqués par une personne détenant une licence de praticien, sauf au Québec, où la situation est différente.

L'aspect le plus intéressant n'est pas nécessairement la réglementation applicable, mais plutôt le mode de paiement. En Ontario, ces appareils sont financés par le PAAF, qui a une particularité digne d'intérêt : il ne finance pas les appareils fabriqués dans une installation centralisée. Ces appareils pourraient ne pas être couverts par le PAAF si vous décidiez d'en faire la conception, mais d'en confier l'impression à un service externe, autrement dit, si vous les faisiez imprimer ailleurs qu'à votre cabinet. Donc, la réglementation et le financement sont des enjeux complexes qui varient d'un endroit à l'autre, comme vous l'avez indiqué.

**La sénatrice Petitclerc :** Merci beaucoup de cette excellente présentation. C'est fascinant. Ma question s'adresse à vous, monsieur Ratto, parce que les prothèses me fascinent. J'ai été athlète paralympique pendant 30 ans, ce qui m'a permis de suivre l'évolution des prothèses. J'ai aussi participé à des voyages d'aide internationale. Je connais donc les problèmes auxquels les gens qui ont besoin de prothèses sont confrontés à l'échelle internationale.

Vous avez tous abordé cet aspect, brièvement, mais j'aimerais avoir une meilleure idée de l'accessibilité de cette technologie, aujourd'hui et demain, au Canada et à l'étranger. Lorsque je regarde cela, j'en viens à penser que vous allez sauver le monde, parce que cela ne semble avoir que des avantages, d'après ce que j'entends. C'est moins coûteux, plus rapide et plus précis, et nous

friends that had to go through one year of waiting and then if it's the wrong measurement by one millimetre, they have to go back on the list.

To me, this seems really good. Is it reaching the population right now? When do you expect it? Do you see it like as an international democratization of helping persons with disability?

**Mr. Ratto:** Our work at Nia is specifically focused on exactly that. It's serving and scaling this opportunity out to a broader context. It is democratic in the sense that it increases availability by increasing the ability of practitioners to produce devices. It's not democratic in making it possible for anyone to produce a good device.

You mentioned that this is more accurate. Not really. In fact, from my research, a prosthetic is good not because of how it was made, 3-D printed or a traditional plaster-based process, but based on the skill of the prosthetist. A good prosthetist makes a good prosthetic.

It's democratic in the sense that we can speed up, increase the capacity and in some cases deliver to remote context. It's not democratic in the sense that it takes away the need for the clinical practitioner. That is of great benefit to us, but it's also a point where we struggle because, of course, we have to retrain and re-skill, and we have to validate these technologies for a class of clinical practitioner who is used to working in a different way.

Much of our work is focused on providing the legitimate clinical evidence that, in a sense, proves the quality of these activities. We go to prosthetic conferences, and we're going to the International Society for Prosthetics and Orthotics' World Congress in Cape Town in May to present this. All we're presenting is, "They are as good as." That's as far as we are willing to go at this point.

But yes, I do think that in the end, prosthetics and orthotics is going in this direction. Getting it there will take not just the technical work, as I said before, but a lot of social, organizational, economic and legal activities as well.

**Dr. Wong:** Since 2015, 3D4MD has been working with Canadian high school and university students to make lower-cost prosthetic devices like this prosthetic hand. This one here, actually, which you're welcome to look at, it's based on an open-source design. It costs less than \$25 to make. It is about 40 times cheaper than an off-the-shelf prosthetic of comparable functionality. And in fact, with 3-D printing, you can pick different colours. This patient's family wanted a colour prosthetic that matched her skin tone, which is what we did for her. And so, yes, so it's democratizing, as Matt pointed out, access to

savons que cela peut changer des vies. Je me rappelle que des amis ont dû attendre un an pour avoir un appareil. Une erreur d'un millimètre pouvait les renvoyer sur la liste d'attente.

Cette technologie me semble vraiment bonne. La population y a-t-elle accès, actuellement? Sinon, quand sera-t-elle accessible, à votre avis? Croyez-vous que cela favorisera la démocratisation de l'aide aux personnes handicapées à l'échelle internationale?

**M. Ratto :** Nos travaux à Nia Technologies étaient axés sur cet aspect précis. L'idée est de servir les gens et de généraliser l'utilisation de la technologie. C'est une démocratisation, dans le sens qu'elle accroît l'accessibilité en améliorant la capacité de production des praticiens pour ces appareils, et non dans le sens de permettre à tout le monde de fabriquer des appareils convenables.

Vous avez mentionné que c'est plus précis. Ce n'est pas vraiment le cas. En fait, selon mes recherches, la qualité d'une prothèse ne dépend pas du mode de fabrication — qu'il s'agisse de l'impression 3D ou d'un procédé conventionnel à l'aide d'un moulage de plâtre —, mais de l'habileté du prothésiste. Il faut un prothésiste compétent pour faire une bonne prothèse.

C'est une démocratisation dans le sens que cela permet d'accélérer les choses, d'augmenter la capacité et, dans certains cas, d'offrir un service dans des régions éloignées. Cela ne veut donc pas dire qu'il n'est plus nécessaire de consulter un clinicien. C'est très avantageux pour nous, mais cela entraîne son lot de difficultés, car nous devons évidemment offrir de la formation et des cours de perfectionnement, en plus de valider ces technologies pour une catégorie de cliniciens habitués à travailler autrement.

Une bonne partie de notre travail est axée sur la recherche de données cliniques légitimes qui, à certains égards, attestent de la qualité de ces activités. Nous participons à des conférences sur les prothèses. En mai, nous irons au congrès international de la Société internationale de prothèse et orthèse, au Cap, pour présenter cette technologie. Nous nous contenterons de dire que c'est comparable. Nous ne voulons pas nous avancer davantage pour le moment.

En fin de compte, je suis convaincu que c'est là l'avenir du domaine des prothèses et des orthèses. Pour en arriver là, toutefois, il ne faut pas uniquement nous concentrer sur l'aspect technique, comme je l'ai indiqué précédemment. Il y a aussi beaucoup de choses à faire sur les plans social, organisationnel, économique et juridique.

**Dre Wong :** Depuis 2015, 3D4MD a travaillé avec des étudiants canadiens de niveau secondaire et universitaire pour fabriquer des prothèses à coût réduit, comme cette main prothétique. Je précise que cette main — que je vous invite à examiner — a été conçue avec un modèle de source ouverte. Son coût de fabrication est de moins de 25 \$, ce qui est environ 40 fois moins coûteux qu'une prothèse en vente libre offrant des fonctionnalités comparables. Je précise que l'impression 3D, il est possible de choisir la couleur. La famille de la patiente que vous voyez ici voulait que la couleur de l'appareil s'harmonise

prosthetics on an unprecedented global scale.

However, I also want you to be aware that it is democratizing innovation in the prosthetics sector. One of our medical make-a-thon themes is making 3-D printable adaptive sports equipment for disabled athletes so they can participate fully in athletic competitions like their able-bodied counterparts. We see that as a huge, unaddressed need, particularly because this year, it would be timed with the Invictus Games. There is lots of democratization in terms of access and innovation in prosthetics.

**Mr. Walus:** Our technology is different because we're using living cells. In our case, it tends to be quite a bit more expensive to do, orders of magnitude more. It's not something that I foresee people doing in their own homes. But we are democratizing innovation, because these 3-D bioprinting systems, which are now appearing in university labs across the world, are able to reproduce a biological experiment that maybe we designed and sent the digital files over to that lab.

I see 3-D printing in general democratizing innovation. In the cases that were just described, I see that happening even at a user level. In our case, it's definitely happening at the research lab level.

**Senator Raine:** This is super interesting. Are you using this in orthotics? Because it seems to me there is a more efficient way, so for footbeds, so that's more of a cast, isn't it? What about for joint and cartilage replacement? Where are we at in those two fields?

**Mr. Ratto:** That's an orthotic. That's an ankle foot orthosis. What you're talking about is orthotic, which comes from a different class of medical practitioner, a pedorthist, which is a custom footbed that is produced. These are made for people suffering from not a disability, necessarily, but an inability to walk or some other problems. These are more clinical devices. Orthotics are generally more accessible devices. There are companies that are 3-D printing them, though none of them in Canada as of yet. But that is happening.

There are a number of companies that are 3-D imprinting orthopaedic implants. I mentioned one in my research notes, a lumbar cage, which is used for spinal fusion. In most cases, these are not necessarily patient-specific 3-D printed, but they are printed with certain types of surfaces on them that you couldn't fabricate in any other way. Those surfaces encourage the

avec son teint, et c'est ce que nous avons fait. Donc, comme Matt l'a indiqué, la technologie permet en effet une démocratisation sans précédent de l'accès aux prothèses à l'échelle mondiale.

Je tiens toutefois que vous sachiez qu'elle démocratise aussi l'innovation dans le secteur des prothèses. L'un des thèmes de notre concours de fabrication d'instruments médicaux est la fabrication d'équipement de sport adapté imprimable en 3D destiné aux athlètes handicapés pour leur permettre de participer pleinement aux compétitions sportives, comme leurs homologues non handicapés. Nous considérons qu'il y a là des besoins considérables qui ne sont pas comblés, surtout cette année, en raison de la tenue des Jeux Invictus. Dans le domaine des prothèses, on observe une forte démocratisation sur les plans de l'accès et de l'innovation.

**M. Walus :** Notre technologie est différente parce que nous utilisons des cellules vivantes. Donc, pour nous les coûts sont considérablement plus élevés. Il n'y a pas de comparaison possible. Je ne vois pas comment les gens pourraient faire ce genre de choses à domicile. Nous favorisons toutefois la démocratisation des activités d'innovation, car ces systèmes de bio-impression 3D, qu'on voit de plus en plus dans les laboratoires universitaires à l'échelle mondiale, peuvent être utilisés pour reproduire des expériences de biologie que nous pourrions avoir conçues. Il suffit alors d'envoyer le fichier numérique à ces laboratoires.

Je considère que l'impression 3D, dans le sens général, favorise la démocratisation de l'innovation. À mon avis, dans les situations qui ont été décrites, ce serait même possible à l'échelle des utilisateurs, mais dans notre cas, l'innovation de fait uniquement dans les laboratoires de recherche.

**La sénatrice Raine :** C'est extrêmement intéressant. Utilisez-vous cela dans le domaine des orthèses? Il me semble y avoir des méthodes plus efficaces. Dans le cas des assises plantaires, on a plutôt recours à un moulage, n'est-ce pas? Qu'en est-il du remplacement d'une articulation ou du cartilage? Où en sommes-nous dans ces deux domaines?

**M. Ratto :** C'est une orthèse; une orthèse pédi-jambière. Vous parlez d'orthèses, des orthèses plantaires faites sur mesure, qui sont fabriquées par d'autres praticiens, les podorthoésistes. Ces orthèses ne sont pas nécessairement conçues pour des personnes handicapées, mais pour des personnes qui ont de la difficulté à marcher, par exemple. Les dispositifs orthétiques sont des dispositifs cliniques, généralement moins coûteux. Certaines entreprises les fabriquent grâce à l'impression 3D. Cela ne se fait pas encore au Canada, mais cela se fait.

Plusieurs entreprises fabriquent des prothèses orthopédiques par impression 3D. J'ai donné un exemple dans mes notes de recherche, la cage lombaire, que l'on utilise pour la spondylodèse. Dans la plupart des cas, l'impression 3D ne sert pas nécessairement à fabriquer un dispositif en fonction des caractéristiques propres au patient. Elle sert plutôt à obtenir des

ingrowth of bone and fixation into the biology of the patient.

There are a number of products on the market right now that use additive manufacturing for orthopaedic implants — hips, knees, a lot of different stuff. They tend to be the more expensive ones.

**Dr. Wong:** There is a company based in San Francisco called UNYQ. They make 3-D printed scoliosis braces. Because a typical scoliosis patient is a female teenager, getting her to wear her brace 24 hours a day for months at a time can be very difficult. We know if these patients aren't compliant with their brace, they will probably require surgery, which is something we try to avoid.

They are able to take a scan of a scoliosis patient's torso, and if you look online, they make these beautiful scoliosis braces. The design of scoliosis braces really hasn't changed in decades. I hope they will obtain the data to show that with 3-D printing, you can do complex things. You can make things specific to a patient, but as well to their personal aesthetic tastes. They make these beautiful reticulated lacework-like scoliosis braces. You have never seen these before. They are phenomenal.

The hope is that by making something patient-centred that speaks to their personal aesthetic, that the patients will be more compliant and thereby avoid surgery. I am waiting for that data to come out, but it makes sense. Keep an eye out for that.

**Mr. Walus:** In our case, we can make the cartilage itself. Right now, we are working with Johnson & Johnson on a knee meniscus project. That's very exciting. There is a big need for that.

In the future, I can see tissue implants for plastic surgery — not plastic anymore; it's an actual tissue — and these are technically lower-hanging fruit than trying to print a functional organ like a kidney or a liver. I see those areas as being viable in the relatively short term.

**The Chair:** You mentioned the facility of all this and how easy and accessible it is, and you have implied "inexpensive" relative to some traditional routes. Dr. Wong, you mentioned the cost of one particular printout, the hand that you just passed around.

In terms of the printer, we have got the individual at home who is going to need a relatively simple device like we're talking about being readily printed out. What is the cost of the printer and roughly what is the overall cost to the individual of a single item? I recognize we're at the beginning of this. Costs are going to go

types de surface qu'on ne pourrait fabriquer autrement. On parle de surfaces qui favorisent l'interposition osseuse et la fusion aux vertèbres du patient.

On trouve actuellement divers implants orthopédiques fabriqués par impression tridimensionnelle : des hanches, des genoux et beaucoup d'autres. En général, ce sont les produits les plus coûteux.

**Dre Wong :** À San Francisco, une entreprise nommée UNYQ fabrique des corsets pour la scoliose par impression 3D. La scoliose touche habituellement les adolescentes; porter un corset 24 heures par jour pendant des mois peut être une expérience très difficile. Nous savons que ces patientes devront probablement être opérées si elles ne portent pas leur corset selon les recommandations du médecin. C'est ce que nous cherchons à éviter.

L'entreprise parvient à faire une représentation numérisée du torse de la patiente atteinte de scoliose. Si vous consultez leur site web, vous pourrez voir les magnifiques corsets qu'elle fabrique. Les corsets pour la scoliose n'ont pas vraiment évolué depuis des décennies. J'espère qu'on pourra obtenir des données démontrant la complexité que permet l'impression tridimensionnelle. Il est possible de fabriquer des appareils adaptés au corps des patients, mais aussi à leurs goûts. Cette société fabrique de magnifiques corsets pour la scoliose qui ont l'aspect de la dentelle. Vous n'avez jamais rien vu de tel. Ils sont fantastiques.

Ce qu'on espère, c'est qu'en fabriquant des appareils qui plaisent aux patientes, elles auront plus tendance à les porter, et qu'elles éviteront ainsi une intervention chirurgicale. J'attends la publication des données, mais ce raisonnement a du sens. Je vous invite à surveiller cela de près.

**M. Walus :** De notre côté, nous fabriquons du cartilage. Nous collaborons actuellement avec Johnson & Johnson pour un projet sur le ménisque du genou. C'est très excitant. Les besoins sont énormes.

Je pense qu'à l'avenir, les implants tissulaires seront utilisés en chirurgie plastique; on utiliserait donc du vrai tissu humain plutôt que des plastiques. Sur le plan technique, c'est plus réaliste que l'impression d'un organe fonctionnel comme un rein ou un foie. À mon avis, ces utilisations seront viables à relativement court terme.

**Le président :** Vous avez mentionné la facilité d'utilisation et l'accessibilité de toutes ces choses, et vous avez laissé entendre que c'était moins coûteux que les méthodes conventionnelles. Docteur Wong, vous avez mentionné le coût d'un produit imprimé précis, soit la main que vous avez fait circuler.

En ce qui concerne l'imprimante comme telle, nous savons que des gens voudront imprimer à la maison les dispositifs relativement simples dont ils ont besoin, comme ceux dont nous parlons. Quel est le prix d'une imprimante? Pour un particulier, quel est le coût total approximatif, par article? Je suis conscient

down rapidly. We have already seen dramatic changes in that regard. Give us a ballpark figure.

**Dr. Wong:** Desktop 3-D printers typically range from \$300 to \$3,000. Those printers print either a rigid or flexible plastic. That printer feedstock is typically pennies a gram. But the truth is that people don't need to purchase 3-D printers for their homes; if they choose to do so, that's fine. The reason is because they are in public libraries. If you want to use one, go to your public library.

**The Chair:** The scanning capability to do your own physical measurement so that it's integrated into the computer program?

**Dr. Wong:** Your smartphone is a 3-D scanner. You can download a free app that turns your smartphone into a 3-D scanner.

**The Chair:** We saw the one where you can look at your veins so you don't get all punched up by the person taking blood samples.

**Mr. Ratto:** In addition to regular phones being 3-D scanners, they are now making phones that contain 3-D scanners. This is one made by Lenovo, and if you look at this back cover, it contains a 3-D scanner. You can use this to capture depth information of the room around you or of components. We are trialing it now as a way to capture the topology of patients' residual limbs.

**The Chair:** Dr. Walus, you gave a very good description of your printing of cells to create cell colonies and for testing. In one of our previous presentations, we had an individual describing the state of the art with regard to whole organs. The difficulty in there is nutrient and communication flow among the cells embedded in the scaffold. Therefore, right at the moment, there is a relatively short lifetime for that. It's clearly work in progress.

You obviously don't have that problem in terms of your specific examples that you have given. Would you have comments on where you think this is going with regard to moving up from the cell colony into perhaps the capability of communication among cells in printed organs?

**Mr. Walus:** There are definitely major challenges left to make a whole organ; for example, a kidney. Right now, we are essentially making micro tissues or parts of organs. You correctly pointed out that providing nutrients for thick tissues is very challenging. In fact, if it's a thick cellular mass, there is no way that tissue will survive. The cells and the inner part of the tissue will just die.

que c'est quelque chose de nouveau et que les prix baisseront rapidement. Il y a déjà eu une baisse considérable à cet égard. Donnez-nous un chiffre approximatif.

**Dre Wong :** Habituellement, le prix des imprimantes 3D de bureau se situe entre 300 \$ et 3 000 \$. Le matériau d'impression, du plastique rigide ou souple, ne coûte habituellement que quelques cents le gramme. Toutefois, les gens n'ont pas à acheter une imprimante 3D. Si c'est leur choix, cela ne pose pas problème, mais ils peuvent avoir accès à une imprimante dans les bibliothèques publiques. Si vous voulez en utiliser une, allez à la bibliothèque publique.

**Le président :** Qu'en est-il de la capacité de numérisation des caractéristiques physiques d'une personne en vue du versement des données dans le logiciel?

**Dre Wong :** Votre téléphone intelligent est un numériseur 3D. Vous pouvez télécharger une application gratuite qui permet de transformer votre téléphone intelligent en numériseur 3D.

**Le président :** Nous avons vu une application qui permet de voir le réseau vasculaire, ce qui évite de se faire piquer à de multiples reprises par la personne qui prend des échantillons sanguins.

**M. Ratto :** Outre les applications pour transformer un téléphone en numériseur 3D, certains téléphones ont maintenant un numériseur intégré. Celui-ci est fabriqué par Lenovo; le couvercle du dessous que vous voyez ici contient un numériseur 3D. Il peut être utilisé pour mesurer les dimensions de cette salle ou d'autres composantes. Nous menons actuellement des essais pour capturer la morphologie des membres résiduels des patients.

**Le président :** Monsieur Walus, vous avez donné une bonne description du procédé d'impression des cellules pour la création de colonies cellulaires et la tenue d'essais. Un des témoins que nous avons entendus précédemment a parlé des avancées pour les organes complets. Les difficultés à cet égard sont liées aux nutriments et aux flux des communications entre les cellules imbriquées sur l'échafaudage. Par conséquent, pour le moment, ces choses ont une durée de vie relativement limitée. C'est évidemment un domaine en évolution.

Manifestement, vous n'avez pas eu de telles difficultés dans le cas des exemples précis dont vous avez parlé. Pourriez-vous parler des prochaines étapes de recherche pour passer d'une colonie cellulaire à une possible communication entre les cellules d'un organe imprimé?

**M. Walus :** Il reste encore d'importantes difficultés à surmonter pour fabriquer un organe complet, un rein, par exemple. En ce moment, nous produisons essentiellement des tissus en microvolumes ou des parties d'organe. Vous avez souligné, à juste titre, qu'il est très difficile de fournir un apport en substances nutritives aux tissus épais. En fait, les tissus d'une masse cellulaire épaisse ne peuvent survivre. Les cellules et la partie interne du tissu mourront.

One of the things the entire community is working on is vascularization. The research community is making major progress in that. People have shown examples of vascularized models, but it's still early on. Vascularization is a major challenge to making a whole organ model.

**The Chair:** In a recent issue of *New Scientist*, there was a description of a two-section unit of backbone that had been printed. Essentially, the backbone replacement acts as a scaffold for it. They had succeeded in printing a modified cellular structure on the surface that would allow a compatible juncture with a human interface, but it was an actual flexible backbone so it provided both the strength of boned tissue and the flexibility of a normal backbone. I thought it was a remarkable combination of the two types of techniques you're talking about here.

Regarding your comments, Dr. Ratto, about jurisdictional blockages, it is well known that it is easier to do business around the world than it is across this country. We have free trade agreements that we brag about, yet we're not capable of trading with ourselves. There is something fundamentally wrong with this model, in many people's opinion.

You gave an example of the challenges of funding. When we hit radical changes in the direction of research capabilities, this occurs. However, the evidence seems to suggest that there are some outside of the traditional granting agencies' access to funding that provide that bridging. If history is an example, things like biotechnology arose with exactly the same kinds of issues; that is, the cross-disciplinary issues and dimension. Once there is the established knowledge, which there already is in Canada, we hope the granting agencies will break down their silo capabilities and move into the theory.

The issue of funding those who do research that has an impact in the health area has always been a problem in funding across the jurisdictions. A chemist develops something that has a medical application, yet they don't qualify in those various areas. We will have to deal with those things rapidly if we are going to remain competitive in this area. You've brought forward a number of important issues.

**Senator Seidman:** I would like to ask you a couple of questions about evidence. I think some of you used or talked about the concept of evidence. Dr. Ratto, I want to ask you about APIL. You said the main purpose is to resolve issues associated with preventable medical error. Of course, as you said, it is a huge issue, the third leading cause of fatalities in the U.S. Is there work done to demonstrate that APIL, for example, has indeed helped reduce medical error?

La vascularisation est l'un des aspects sur lesquels se concentre l'ensemble de la communauté scientifique. Elle fait d'ailleurs d'importants progrès dans ce domaine. Certains ont montré des exemples de modèles de vascularisation, mais la recherche ne fait que commencer. Il va sans dire que la vascularisation est un aspect fondamental pour la fabrication d'un organe complet.

**Le président :** Dans un récent numéro de la revue *New Scientist*, on trouve une description d'un segment de deux vertèbres imprimées en 3D. Essentiellement, les vertèbres de remplacement servent d'échafaudage pour la colonne. On a réussi à imprimer, sur la surface, une structure cellulaire modifiée afin de permettre la compatibilité avec le tissu humain. Cependant, on a réussi à reproduire les caractéristiques de la colonne vertébrale, de sorte que le produit a la solidité du tissu osseux et la souplesse de vertèbres naturelles. J'ai trouvé que c'était une combinaison remarquable des deux types de techniques dont vous avez parlé.

Monsieur Ratto, concernant vos observations sur les obstacles liés aux diverses administrations, il est bien connu qu'il est plus facile de faire des affaires avec divers pays du monde qu'à l'intérieur de nos propres frontières. Nous nous targuons d'avoir toutes sortes d'accords de libre-échange, mais nous sommes incapables de favoriser le commerce intérieur. Beaucoup estiment que ce modèle est foncièrement défectueux.

Vous avez donné un exemple des problèmes de financement qui surviennent lorsqu'on observe un changement radical dans l'orientation des capacités de recherche. Cependant, les données semblent indiquer qu'il existe, outre les organismes subventionnaires conventionnels, d'autres sources de financement qui permettent de combler les lacunes. Si le passé peut servir d'exemple, on constate que le secteur de la biotechnologie a connu les mêmes difficultés, c'est-à-dire des problèmes liés aux activités multidisciplinaires et à la portée. Il est à espérer que lorsque les connaissances auront été établies — ce qui est déjà le cas au Canada —, les organismes subventionnaires mettront fin au cloisonnement et s'intéresseront à la recherche sur la théorie.

Le problème du financement des chercheurs du secteur de la santé a toujours été lié au financement des activités dans les diverses administrations. À titre d'exemple, un chimiste développe un produit qui a une application médicale, mais n'est pas admissible au financement dans les diverses régions. Nous devons régler ces choses rapidement si nous voulons demeurer concurrentiels dans ce domaine. Vous avez soulevé plusieurs enjeux importants.

**La sénatrice Seidman :** J'aimerais vous poser quelques questions sur la preuve. Je pense que certains d'entre vous ont utilisé le concept de la preuve ou en ont discuté. Monsieur Ratto, je veux vous poser une question sur l'APIL. Vous avez dit que son but premier consiste à résoudre des questions associées aux erreurs médicales évitables. Bien entendu, comme vous l'avez dit, c'est un problème de taille, la troisième cause de décès aux États-Unis. Des travaux ont-ils été effectués pour démontrer que l'APIL, par exemple, a contribué à réduire les erreurs médicales?

**Mr. Ratto:** The efficacy of 3-D printing as an adjacent tool for training is being shown in a range of publications and academic contexts. Some of those papers that came out of the work of APIL are listed in the notes that I sent you, but that's not just the work of APIL. There are a range of folks working on these issues.

In some ways, the 3-D printing part does not matter as much as the use of things like surgical phantoms, which is a longer tradition, and the ways in which the standard model of medical training, which is see one, do one, teach one, is disrupted by increased access to phantoms. By "phantoms," I mean human analogues that can be used for carrying out analogue surgical procedures. Increasing the amount of time that medical students are able to spend on these analogues increases their skill and reduces error. There are obvious examples of that.

I think the research on whether or not getting the actual brain of the patient you're going to do neurosurgery on, doing that work and how that will benefit the procedure that you then carry out, is primarily anecdotal at this point. I don't know how many really durable studies have been done directly on that point. There are a number, but I think people are still working through that part.

Anecdotally, surgeons seem to love it. The corollary to that is patients love it because those same models that help the surgeon understand the surgery often help the surgeon translate that to the patient, so patient knowledge is increased as well.

**Dr. Wong:** One of the challenges for getting the evidence for the benefits of 3-D printed surgical models is that they are probably of greatest advantage for complex, high-stakes, uncommon cases, so it's very difficult to get a control for comparison and then to be able to say the operative times were shorter because we had a 3-D printed model. The Mayo Clinic started 3-D printing a number of years ago because they had a set of conjoined twins that they were going to separate. Those are not common cases, so it's hard to get a large enough powerful sample size to be able to definitively say this is a benefit.

The other thing is that even though 3-D printing a medical model may decrease operative times, there is still the time of that surgeon who had to prepare and use that model. These types of measurements, qualitative and quantitative, are very difficult to demonstrate a true time and cost savings of 3-D printed models.

[Translation]

**Senator Mégie:** I don't want to put a damper on things, don't worry; I know how important evolving technology is in the development of medicine. However, I would like to know — as the area you work in is very exciting — if on your team you have an expert on health economics to advise you on costs. Everyone knows, as reports show, that health care costs are rising exponentially. Here we are talking about a technology that is

**M. Ratto :** L'efficacité de l'impression 3D en tant qu'outil adjacent pour la formation est démontrée dans diverses publications et différents milieux universitaires. Certains de ces articles qui ont découlé des travaux à l'APIL sont énumérés dans les notes que je vous ai envoyées, mais il n'y a pas que le travail de l'APIL. Plusieurs personnes se penchent sur ces questions.

D'une certaine manière, l'impression 3D n'importe pas autant que l'utilisation de fantômes chirurgicaux notamment, et la façon dont le modèle standard de la formation médicale, qui consiste à regarder, à faire et à enseigner, est perturbé par l'accès accru à des fantômes. Par « fantômes », j'entends des analogues humains qui peuvent être utilisés pour effectuer des procédures chirurgicales analogues. En augmentant le temps que les étudiants en médecine peuvent passer à étudier ces analogues, on améliore leurs compétences et on réduit les erreurs. Il y a des exemples flagrants pour le prouver.

Je pense que les recherches pour déterminer si l'obtention d'un modèle du cerveau du patient qui subira une neurochirurgie aidera à la procédure sont en grande partie non scientifiques pour l'instant. Je ne sais pas combien d'études viables qui portent sur le sujet ont été réalisées. Il y en a un certain nombre, mais je pense que l'on travaille encore sur ce point.

Soit dit en passant, les chirurgiens semblent adorer cette technologie. Les patients l'adorent aussi, car ces modèles aident le chirurgien à comprendre la procédure et à l'expliquer au patient, si bien que le patient est mieux informé également.

**Dre Wong :** L'un des défis pour prouver les avantages associés aux modèles chirurgicaux imprimés en 3D, c'est que ces modèles sont probablement plus bénéfiques pour les cas complexes, inhabituels et à risque élevé, si bien qu'il est très difficile d'obtenir un point de référence pour confirmer que la durée des chirurgies a été moins longue parce qu'un modèle a été imprimé en 3D. La clinique Mayo a commencé l'impression 3D il y a de cela plusieurs années, car elle devait procéder à une chirurgie pour séparer des jumeaux siamois. Ce ne sont pas des cas courants, alors il est difficile d'obtenir un échantillon suffisamment grand pour pouvoir dire que c'est un avantage.

Par ailleurs, même si un modèle médical imprimé en 3D peut réduire la durée des procédures, il y a quand même le temps que le chirurgien doit passer à se préparer et à utiliser le modèle. Ces types de mesures qualitatives et quantitatives permettent très difficilement d'établir si l'impression 3D a permis de faire des économies de temps et d'argent.

[Français]

**La sénatrice Mégie :** Je ne veux pas vous paraître rabat-joie, ne soyez pas inquiets, je sais que l'évolution de la technologie est très importante pour l'évolution de la médecine. Par contre, j'aimerais savoir — car le domaine dans lequel vous travaillez est très excitant —, si vous aviez dans votre équipe un expert en économie de la santé pour vous conseiller sur les coûts. Effectivement, tout le monde sait que les rapports sortent et que les coûts liés aux



evolving and that will be costly, even if there will be advantages for patients in terms of individual costs. Do you have a health economics expert who can provide economic benchmarks and guidance as to how far you can go?

[English]

**Dr. Wong:** I'm going to refer back to the framework that I spoke about earlier that I suggest be adopted by our government. I want to reemphasize that when you use crowdsourcing and outsourcing for 3-D printing, the costs are very low. As we said before, if you choose to buy a 3-D printer — and you don't have to because they are in public libraries as well as schools and people's homes — it's not that expensive; it's under \$3,000. We make a point of gathering the evidence to convince ourselves that our 3-D printed solution saves lives or time or money — more so compared to alternative solutions.

For example, later today, I'm going to show you a 3-D printed custom figure of eight splint that we made for a Toronto woman with cerebral palsy. Normally, she needs to wear these splints on her right hand for the rest of her life. They do break and they have to be replaced. From a time cost to the patient, she has to research, book an appointment, wait for an appointment, travel, take time off work and pay that hand therapist for their labour, time and material costs. There is time and cost for that patient; whereas we made her 3-D printed splints, and she can go to the public library, pick the colour she wants, print another splint for less than \$2 and not have to miss work.

We are writing up these reports as case reports, because we understand these research publications will demonstrate the value of this technology to our patients, health care providers and the health care system.

**Mr. Ratto:** Based on the work at APIL, APIL has as part of their training resources a cardiac ultrasound phantom called the Blue Phantom, I believe, which costs around \$40,000. They created their own version of the Blue Phantom using inexpensive 3-D printing technology, and that cost about \$60. Obviously, these are not entirely comparable models, but there's an article here that looks at the resolution and quality of training provided by the Blue Phantom versus the one they produced themselves. The evidence demonstrates that they're fairly comparable, and there is a huge price difference.

**Senator Meredith:** You stole my question with respect to costs, Dr. Wong, but I'm delighted to see in your presentation that 3-D printing is an affordable, patient-centred, cost-saving, labour-saving, environmentally friendly technology for health care. In terms of engagement of young people around this technology, I'm delighted to see that with your Medical Makers, but my number one question is around funding and research, and

soins de santé évoluent de façon exponentielle. Ici, on fait face à une technologie qui évolue et qui sera coûteuse, même s'il y aura des avantages pour les patients en termes de coûts individuels. Avez-vous un expert en économie de la santé qui vous met des balises de type économique, pour vous indiquer jusqu'où vous pouvez aller?

[Traduction]

**Dre Wong :** Je vais revenir au cadre que j'ai mentionné plus tôt et que je suggère à notre gouvernement d'adopter. Je tiens à répéter que lorsque vous avez recours à l'externalisation et à l'impartition pour l'impression 3D, les coûts sont très faibles. Comme nous l'avons dit, si vous choisissez d'acheter une imprimante 3D — et que vous n'êtes pas obligés de le faire parce qu'il y en a dans les bibliothèques publiques, dans les écoles et dans les maisons —, ce n'est pas si dispendieux; c'est moins de 3 000 \$. Nous mettons un point d'honneur à recueillir des preuves pour nous convaincre que notre solution imprimée en 3D sauve des vies ou économise du temps ou de l'argent, et ce, davantage que les solutions de rechange.

Par exemple, plus tard aujourd'hui, je vais vous montrer un modèle imprimé en 3D de huit attelles que nous avons fabriqué pour une femme de Toronto atteinte de paralysie cérébrale. Elle devra porter ces attelles sur sa main droite pour le restant de ses jours. Elles se brisent et doivent être remplacées. La patiente doit faire des recherches, fixer un rendez-vous, attendre son rendez-vous, se déplacer, s'absenter du travail et payer une thérapeute pour son travail, son temps et les coûts du matériel. C'est du temps et de l'argent que la patiente doit consacrer. Avec des attelles en 3D, elle pourrait se rendre à la bibliothèque publique, choisir la couleur qu'elle veut, imprimer une autre attelle pour moins de 2 \$, et elle n'aurait pas à s'absenter du travail.

Nous rédigeons ces rapports en tant que rapports de cas, car nous comprenons que ces publications de recherche démontreront la valeur de cette technologie pour nos patients, les fournisseurs de soins de santé et le système de soins de santé.

**M. Ratto :** Grâce à ses travaux, l'APIL a, dans le cadre de ses ressources de formation, un fantôme d'échographie cardiaque du nom de Blue Phantom, je crois, qui coûte environ 40 000 \$. Le laboratoire a créé sa propre version du Blue Phantom en utilisant la technologie d'impression 3D abordable, pour la somme d'environ 60 \$. De toute évidence, ce ne sont pas des modèles entièrement comparables, mais il y a un article qui compare la résolution et la qualité de la formation offertes par le Blue Phantom à celles du modèle que les chercheurs ont produit eux-mêmes. Les résultats démontrent qu'ils sont assez comparables, et la différence de prix est énorme.

**Le sénateur Meredith :** Vous m'avez volé la question que je voulais poser concernant les coûts, docteur Wong, mais je suis ravi de voir dans votre mémoire que vous dites que l'impression 3D est une technologie pour les soins de santé abordable, écologique et axée sur le patient qui permet de réaliser des économies et de réduire le recours à la main-d'œuvre. Pour ce qui est de la participation des jeunes à l'égard de cette technologie, je

the chair alluded to it. That's with respect to out-of-the-box thinking here around funding that's necessary to move you forward. Can you elaborate what that will take with respect to potential individuals, organizations or businesses lining up to support you and ensure this innovative technology goes out en masse?

**Dr. Wong:** That's a great question. I'm happy to follow up with a written submission that would explain these details more.

**The Chair:** That's a very wise idea, because that's a complex issue. If we can get a written statement, that would be extremely helpful.

The on-camera part of this meeting has been tremendously useful and helpful to us. Your explanations were excellent, and this was focused on 3-D printing. We can clearly see the stages that are examples of existing technology, and the imagination is unlimited in terms of where this potentially can go. In this kind of technology, we've already seen examples of youth who are taking products such as the vein identification from a \$5,000 commercial product into a free app on your cell phone. The direction that much of this will move in is obviously almost unlimited. It's exciting to be here at a stage where things are really happening; it's not just pie-in-the-sky. The examples already are tremendously important to those who benefit from them, and the potential is enormous.

With that, I thank you on behalf of the committee. I'm going to adjourn the meeting, and we're immediately going to go to a private demonstration of 3-D printing.

(The committee adjourned.)

---

OTTAWA, Thursday, March 9, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 10:30 a.m. to continue its study on the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in our health care system.

**Senator Kelvin Kenneth Ogilvie** (*Chair*) in the chair.

[*Translation*]

**The Chair:** Welcome to the Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology.

[*English*]

I'm Kelvin Ogilvie, from Nova Scotia, chair of the committee. I will start by asking my colleagues to introduce themselves, starting on my right.

**Senator Seidman:** Judith Seidman, Montreal, Quebec.

suis ravi de voir cette participation chez vos fabricants, mais ma principale question porte sur le financement et la recherche, ce à quoi le président a fait allusion. Il faut faire preuve de créativité en ce qui concerne le financement. Pouvez-vous expliquer ce qu'il faudra faire pour offrir du soutien aux personnes, aux organisations et aux entreprises qui en font la demande et pour s'assurer que cette technologie novatrice arrive sur le marché en très grandes quantités?

**Dre Wong :** C'est une excellente question. Je me ferai un plaisir de vous faire parvenir un mémoire écrit pour vous fournir des explications plus détaillées.

**Le président :** C'est une bonne idée, car c'est une question complexe. Si nous pouvons obtenir un mémoire écrit, ce serait extrêmement utile.

La séance publique de cette réunion nous a été très utile. Vos explications étaient excellentes et portent surtout sur l'impression 3D. Nous pouvons clairement voir les étapes qui sont des exemples de cette technologie existante, et l'imagination n'a pas de limite quant au potentiel. Avec ce type de technologie, nous voyons déjà des jeunes qui prennent des produits comme un appareil de reconnaissance des vaisseaux sanguins, un produit commercial de 5 000 \$, et qui le transforment en une application gratuite que vous pouvez utiliser sur votre téléphone cellulaire. Les possibilités sont pratiquement illimitées. Je suis ravi d'être ici à l'étape où les choses évoluent vraiment; ce ne sont pas seulement des idées utopiques. Les exemples sont déjà extrêmement importants pour ceux qui en bénéficieront, et le potentiel est énorme.

Sur ce, je vous remercie au nom du comité. Je vais lever la séance, et nous allons immédiatement passer à une démonstration privée de l'impression 3D.

(La séance est levée.)

---

OTTAWA, le jeudi 9 mars 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 10 h 30, afin de poursuivre son étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans notre système de santé.

**Le sénateur Kelvin Kenneth Ogilvie** (*président*) occupe le fauteuil.

[*Français*]

**Le président :** Je vous souhaite la bienvenue au Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie.

[*Traduction*]

Je m'appelle Kelvin Ogilvie, sénateur de la Nouvelle-Écosse et président du comité. Pour commencer, je demande à mes collègues de se présenter, à partir de ma voisine de droite.

**La sénatrice Seidman :** Judith Seidman, de Montréal.

**Senator Stewart Olsen:** Carolyn Stewart Olsen, New Brunswick.

**Senator Raine:** Nancy Greene Raine from British Columbia.

[Translation]

**Senator Petitclerc:** Chantal Petitclerc from Quebec.

[English]

**Senator Hartling:** Nancy Hartling, New Brunswick.

**Senator Merchant:** Good morning. Pana Merchant, from Saskatchewan.

[Translation]

**Senator Cormier:** René Cormier from New Brunswick.

[English]

**Senator Meredith:** Don Meredith, from Ontario.

**The Chair:** Today we are continuing our study on the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in the health care system. So far, the committee has heard from federal research agencies, technology futurists and individual researchers. Today we are going to hear about two of Canada's centres of excellence involved in innovative research in these areas.

Because there was no absolute preference, I will call the witnesses in the order in which they appear on the agenda. That means I will start with Dr. Alex Mihailidis, Scientific Director and Associate Professor, AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc. Please proceed, doctor.

**Alex Mihailidis, Scientific Director and Associate Professor, AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc.:** Mr. Chair, honourable senators and other members of the committee, I'm here today as a representative of AGE-WELL, which stands for aging gracefully across environments using technology to support wellness, engagement and long life.

AGE-WELL is Canada's technology and aging network funded by the Canadian government and our partners to ensure Canada remains globally competitive in this field, specifically in the areas of robotics, artificial intelligence and other advanced technologies in the care of our aging population.

AGE-WELL is a network of centres of excellence or NCE, as you just heard. We have over 140 industry, not-for-profit organizations, government, care providers, end users and academic partners. Our network also brings together approximately 150 funded and affiliated researchers from 33 universities and research centres across Canada.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Carolyn Stewart Olsen, du Nouveau-Brunswick.

**La sénatrice Raine :** Nancy Greene Raine, de la Colombie-Britannique.

[Français]

**La sénatrice Petitclerc :** Chantal Petitclerc, du Québec.

[Traduction]

**La sénatrice Hartling :** Nancy Hartling, du Nouveau-Brunswick.

**La sénatrice Merchant :** Bonjour. Pana Merchant, de la Saskatchewan.

[Français]

**Le sénateur Cormier :** René Cormier, du Nouveau-Brunswick.

[Traduction]

**Le sénateur Meredith :** Don Meredith, de l'Ontario.

**Le président :** Aujourd'hui, nous poursuivons l'étude de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé. Jusqu'ici, nous avons entendu des organismes fédéraux de recherche, des futurologues de la technologie et des chercheurs à titre personnel. Nous entendons aujourd'hui les témoignages des représentants de deux centres canadiens d'excellence qui font de la recherche innovante dans ces domaines.

Comme je n'ai absolument aucune préférence, j'inviterai les témoins à faire leurs exposés dans l'ordre dans lequel figurent leurs noms dans l'ordre du jour. Nous entendons donc d'abord le représentant d'AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc., son directeur scientifique et professeur agrégé Alex Mihailidis. Vous avez la parole.

**Alex Mihailidis, directeur scientifique et professeur agrégé, AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc. :** Monsieur le président, mesdames et messieurs les sénateurs et mesdames et messieurs les autres membres du comité, je viens témoigner au nom d'AGE-WELL, qui signifie vieillir avec grâce partout avec l'aide de la technologie contribuant au mieux-être, à l'engagement et à la longévité.

AGE-WELL est le réseau canadien de la technologie et du vieillissement financé par le gouvernement du Canada et nos partenaires, pour permettre à notre pays de rester concurrentiel dans ce domaine, plus précisément la robotique, l'intelligence artificielle et d'autres technologies de pointe utilisées dans les soins de notre population vieillissante.

AGE-WELL est un réseau de centres d'excellence, comme vous venez de l'entendre. Nous comptons parmi nos partenaires plus de 140 industries, organismes sans but lucratif, utilisateurs finaux et universitaires. Notre réseau réunit également quelque 150 chercheurs subventionnés et affiliés de 33 universités et centres de recherche du Canada.

We work closely with older adults and caregivers who over the course of my career and throughout the development of AGE-WELL, have provided invaluable insight, expertise and purpose to our work.

The aim of AGE-WELL is to help current and future generations of older adults in Canada to enjoy the best quality of life possible. We do this by developing technologies and services that increase their safety and security, support their independent living and enhance their social participation.

I commend the Senate for embarking on this study. My remarks today will focus mainly on home health care, but many of these technologies may have implications for direct and indirect patient health care as well.

What is the challenge? This is the key question AGE-WELL has been trying to identify. We know from work with older adults and caregivers that there is a growing expectation for technologies to be integrated seamlessly into our daily lives. Older adults and their caregivers are becoming tech savvy and a computer in everyone's pocket is no longer enough. Technologies like wearable devices, smart homes and mobile robots are entering the marketplace and the community at increasingly rapid rates. These are significant emerging markets on a global scale and Canada is at a critical moment where we often see a gap between the innovation of technologies, practice and decision making. AGE-WELL is actively working to close this gap through transdisciplinary research, training, partnerships, knowledge mobilization and the commercial development of our technologies.

Many older adults face complex health issues and daily challenges that result in their not being able to remain independent in their own homes and communities. These are often referred to as wicked problems that require more complex and personalized solutions that often go beyond the traditional boundaries of health care systems. Keeping people out of expensive hospitals and long-term care as long as possible is win-win scenario with obvious benefits for seniors, caregivers and the health care system.

I will now talk a bit deeper about the role of artificial intelligence or AI. AI-based systems can provide solutions that are personalized to an individual's needs. This is crucial given the diverse population of older adults in Canada, including those experiencing dementia. I have often heard from seniors in our network. They say to me, "Alex, if there is one message to get across it is when you've seen one senior, you've seen one senior."

Here are three examples of AI-based technologies currently being developed by AGE-WELL investigators. The first is using AI-based systems in smart homes. These are new sophisticated

Nous travaillons étroitement avec des personnes âgées et des fournisseurs de soins dont les précieux commentaires et l'inestimable expertise, offerts tout au long de ma carrière et au fil du développement du réseau, ont donné un sens à nos efforts.

Le but d'AGE-WELL est d'aider les générations actuelles et futures de Canadiens âgés à jouir de la meilleure qualité de vie possible. Pour ce faire, nous élaborons des technologies et des services qui augmentent leur sécurité et leur sûreté, contribuent à leur vie autonome et accroissent leur participation sociale.

Je félicite le Sénat de s'être engagé dans cette étude. Aujourd'hui, mes propos porteront principalement sur les soins de santé à domicile, mais plusieurs de ces technologies peuvent aussi avoir des incidences directes ou indirectes sur les soins offerts aux patients.

Donc, quel est le défi? Voilà la question centrale à laquelle AGE-WELL essaie de répondre. Nous savons, par notre étroite collaboration avec les personnes âgées et les fournisseurs de soins, que les attentes pour l'intégration fluide des technologies dans le quotidien augmentent. Les personnes âgées et leurs fournisseurs de soins sont de plus en plus technophiles, si bien qu'il ne suffit plus maintenant que tous aient un ordinateur en poche. Les technologies, qu'elles prennent la forme de dispositifs portables, de maisons intelligentes ou de robots mobiles, arrivent de plus en plus vite sur le marché et dans la communauté. Il s'agit de marchés émergents et de grande importance à l'échelle mondiale, et le Canada se trouve à un point critique où des écarts entre les innovations technologiques, la pratique et les processus décisionnels sont régulièrement constatés. AGE-WELL tâche de combler ces écarts au moyen de recherches transdisciplinaires, de formation et de partenariats, de même que par la mobilisation des connaissances et l'élaboration commerciale de technologies.

De nombreuses personnes âgées sont aux prises avec des problèmes de santé complexes et doivent chaque jour relever des défis qui les empêchent de rester autonomes dans leur propre maison et dans leur collectivité. Ces problèmes, que l'on qualifie souvent de « pernicieux », exigent des solutions plus complexes et plus personnalisées, qui vont généralement au-delà des limites habituelles des secteurs de la santé. Il serait avantageux pour tout le monde que l'on cherche à éviter le plus longtemps possible aux personnes âgées les dispendieux soins hospitaliers et de longue durée, mais ce serait elles, les fournisseurs de soins et le secteur de la santé qui en retireraient les bénéfices les plus évidents.

Voyons de plus près le rôle de l'intelligence artificielle. Les systèmes fondés sur l'intelligence artificielle peuvent offrir des solutions adaptées aux besoins d'une personne. C'est essentiel, compte tenu de la diversité de la population canadienne de personnes âgées, y compris de celles qui sont atteintes de démence. Les personnes âgées de notre réseau m'ont souvent dit de faire passer le message suivant : toutes les personnes âgées sont différentes.

Voici trois exemples de technologies d'intelligence artificielle que les chercheurs d'AGE-WELL développent à l'heure actuelle. Le premier utilise des systèmes fondés sur l'intelligence artificielle

technologies that address various aspects of daily living. These technologies allow Canadians to remain independent longer and age in place at home and in their communities.

As an older adult walks into their smart home, there may be a floor tile that collects vital signs such as heart rate and blood pressure. They may have an intelligent mirror that helps with tasks such as washing their hands and brushing their teeth.

Motion sensors can detect falls and connect the older adult to a family member or emergency services. These sensors can even collect long-term data and provide useful trends on patterns of daily living. For instance, after monitoring a person for three months in one of our projects we can predict the onset of dementia with approximately 85 per cent accuracy using AI technology.

A second example is the use of cognitive computing, a type of AI to create a tool for family members that allows them to better search for the products and services they need. Think of it as a personalized search engine that takes plain language descriptions and finds solutions that take into account the unique needs of older adults and caregivers.

The third example is AGE-WELL's development of intelligent scooters and power wheelchairs. Using intelligent control technologies that will compensate for a user's limitations, individuals can become more mobile in their environment and continue to navigate their environments without harm to themselves or others sharing these spaces.

These are all examples of integrating AI into the lived environments of older adults and their caregivers. We can also introduce robots into these environments.

As the cost of building technologies decreases and the popularity of 3-D printing increases, robots are becoming a more viable solution for supporting older adults. These advances will not only impact individuals who need assistance but will also have implications in the workplace and may be able to address the labour and skills shortages of the future. Older adults and caregivers will need to adapt to new patterns of working and living once these technologies are in place. With advances in the field of robotics, many of which you heard from in previous testimony by Dr. Goldie Nejat, who is part of AGE-WELL, we need to understand the role of robots and what applications will be important to assist older adults while keeping costs down.

dans des maisons intelligentes. Il existe de nouvelles technologies sophistiquées pour les divers aspects du quotidien. Elles permettent aux Canadiens de rester autonomes plus longtemps et de vieillir chez eux et dans la communauté.

Lorsqu'une personne âgée entre dans sa maison intelligente, les carreaux du plancher pourraient enregistrer ses signes vitaux, comme sa fréquence cardiaque et sa pression artérielle. Un miroir intelligent pourrait l'aider à accomplir certaines tâches comme se laver les mains ou se brosser les dents.

Des détecteurs de mouvements pourraient déceler les chutes et faire entrer la personne âgée en communication avec un membre de sa famille ou les services d'urgence. Ils pourraient même recueillir des données à long terme et faire d'utiles révélations sur les habitudes quotidiennes de la personne. Par exemple, trois mois de collecte de données permettent, dans un de nos projets, de prévoir l'apparition de la démence avec 85 p. 100 d'exactitude.

L'informatique cognitive est un deuxième exemple, celui de l'emploi de l'intelligence artificielle permettant de créer un outil grâce auquel les membres de la famille pourraient rechercher plus efficacement les produits et les services dont ils ont besoin. On peut la voir comme une sorte de moteur de recherche personnalisé qui reçoit des descriptions en langage clair et qui trouve des solutions tenant compte des besoins particuliers des personnes âgées et de leurs fournisseurs de soins.

Les scooters intelligents et les fauteuils électriques qu'AGE-WELL développe sont le troisième exemple. Grâce à des technologies de contrôle intelligent qui compenseront leurs limites, les personnes âgées pourront devenir plus mobiles dans leur environnement et continuer à se déplacer sans risquer de se blesser ni de blesser quelqu'un qui se trouve à proximité.

Il s'agit, dans tous les cas, d'exemples d'intégration de l'intelligence artificielle dans le quotidien des personnes âgées et de leurs fournisseurs de soins, dans lequel nous pouvons aussi intégrer des robots.

Avec la diminution des coûts de développement des technologies et la popularité croissante de l'impression 3D, les robots deviennent des solutions de plus en plus viables pour aider les personnes âgées. Ces percées ne viseront pas que les personnes qui ont besoin d'aide : elles pourront également remédier à l'insuffisance des compétences et combler les pénuries de main-d'œuvre que connaîtra le marché du travail de demain. Les personnes âgées et les fournisseurs de soins devront s'adapter à de nouvelles habitudes de travail et de vie quand ces technologies seront en place. Avec les progrès de la robotique, dont beaucoup viennent de vous être révélés par le témoignage de Mme Goldie Nejat, qui fait partie d'AGE-WELL, nous devons comprendre le rôle des robots et déterminer les applications qui seront importantes pour aider les personnes âgées, tout en limitant les coûts.

Robots that can pick up heavy objects, transfer people on and off the toilet and perform other physically complex tasks are unlikely to be feasible anytime soon. However, robots will be able to provide cognitive and emotional support and help older adults stay healthy, independent and living at home.

AGE-WELL investigators are creating mobile assistive robots that can remind older people who have cognitive impairment of the steps involved in daily tasks like preparing meals, doing exercises and taking medications. These robots will also provide cognitive support through brain training memory games. Telepresence is making remote medical visits possible through robotics as well.

I would like to close by saying that no matter the solution, we need to understand that these new technologies are only tools used by caregivers and others to supplement and support the care they are already providing. They are not replacements. They cannot be seen as replacements for the human touch that is needed in caregiving.

AGE-WELL is studying the needs of older adults and caregivers and the broader policy and regulatory environment for implementing these technologies. Investigating the ethical, cultural and social aspects of introducing new technologies and issues of access are key projects in our network.

Finally, we are also working on the creation of innovation hubs that tackle the complex challenges at the intersection of aging and technology across Canada. These hubs are bringing together local partners in expertise and skills to create solutions to some of the wicked problems facing health care and our seniors.

This is an important moment in history, with an opportunity to push innovation forward and help older adults to age in place. AGE-WELL will continue in our mission to position Canada as a global leader in development of technologies for healthy aging.

**The Chair:** I will now turn to Dr. Mehran Anvari, Scientific Director for the Centre for Surgical Invention and Innovation.

**Dr. Mehran Anvari, Scientific Director, Centre for Surgical Invention and Innovation:** Good morning, senators. Thank you for the invitation. My remarks are a bit less formal. I am a professor of surgery at McMaster University and hold a chair in surgical innovation. I have been working in the field of robotics and surgery for over 20 years.

What originally attracted me to the field of robotics was to deal with the primary problem of improving access for Canadians who live in very remote parts of Canada. After a trip to Nunavut I

Il est peu probable que l'on voie apparaître sous peu des robots capables de soulever des objets lourds, d'asseoir une personne sur la cuvette des toilettes et de la relever ou de réaliser d'autres tâches physiquement difficiles. Ils pourront cependant offrir du soutien cognitif et émotionnel et aider les personnes âgées à continuer de vivre chez elles en bonne santé et en conservant leur autonomie.

Les chercheurs d'AGE-WELL créent des robots mobiles d'assistance pouvant rappeler aux personnes âgées qui ont un déficit cognitif les étapes à suivre pour réaliser leurs tâches du quotidien, comme préparer des repas, faire de l'exercice et prendre des médicaments. Ces robots fourniront également de l'aide cognitive au moyen de jeux de mémoire destinés à stimuler le cerveau. Et grâce à la téléprésence, les visites médicales à distance seront rendues possibles.

Je voudrais conclure en précisant que, peu importe la solution, nous devons comprendre que ces nouvelles technologies ne sont que des outils que les fournisseurs de soins et d'autres intervenants utilisent en complément des soins qu'ils offrent déjà. Elles ne sont pas censées remplacer les contacts humains qui sont essentiels dans le domaine des soins.

AGE-WELL étudie les besoins des personnes âgées et des fournisseurs de soins ainsi que le contexte stratégique et réglementaire plus vaste dans lesquels mettre en œuvre ces technologies. L'étude des aspects éthiques, culturels et sociaux de l'introduction de ces nouvelles technologies et l'étude des problèmes d'accès sont au cœur des projets de notre réseau.

Enfin, nous créons aussi des pôles d'innovation qui permettent d'aborder les problèmes complexes, à la croisée des chemins du vieillissement et de la technologie, partout au Canada. Ces pôles réunissent des partenaires locaux dans la recherche de solutions à certains des problèmes « pernicieux » du secteur de la santé et d'autres qui touchent nos personnes âgées.

Nous sommes à un moment important de l'histoire qui nous offre la chance de promouvoir l'innovation et d'aider les personnes âgées à vieillir chez elles. AGE-WELL poursuivra sa mission qui est de faire du Canada un chef de file mondial dans le développement de technologies qui contribuent au vieillissement tout en restant en bonne santé.

**Le président :** Entendons maintenant le Dr Mehran Anvari, qui est le directeur scientifique du Centre pour l'invention et l'innovation en chirurgie.

**Dr Mehran Anvari, directeur scientifique, Centre pour l'invention et l'innovation en chirurgie :** Mesdames et messieurs, bonjour. Je vous remercie de votre invitation. Je mettrai un peu moins de cérémonie dans mon exposé. Je suis professeur de chirurgie à l'Université McMaster et titulaire d'une chaire d'innovation chirurgicale. Je travaille depuis plus de 20 ans dans le domaine de la robotique et de la chirurgie.

J'ai d'abord été attiré par le domaine de la robotique pour répondre au problème de première importance qui est d'améliorer l'accès pour les habitants des régions très éloignées du Canada.

realized that even though on paper people have access, the access for many Canadians comes at the cost of travelling thousands of miles.

We successfully used robotics to perform remote telesurgery almost 12 years. In 2003, my team and I performed a number of very complex surgeries on patients in remote northern communities in Ontario. They needed to undergo surgery but would have otherwise had to travel south to Toronto and Hamilton. This showed that it's feasible to use robotics to improve access.

What followed after were significant research and the realization that all of our research will not have an impact on Canadians until and unless companies decide that there is a commercial market for it.

That was a hard lesson for a scientist like me to learn. I was really glad when the Government of Canada introduced the CECR program in 2008. Because we were successful in getting that, I have seen many ideas and IP, intellectual property, generated as part of that quite remarkable research. It is still leading in the world and in various science books around the world although it is not in reality because of the commercial thing. We are now able to take some of those ideas.

Our CECR, the Centre for Surgical Invention and Innovation, has the primary aim of developing a novel intelligent generation of medical surgical robotics with the direct aim of improving quality and access to surgical and interventional procedures for Canadians and people around the world.

Our systems aim to provide improvement for patient care by allowing the skilling of the procedures, allowing more targeted and accurate performance of procedures and by improving access. Every procedure and every system we develop can be teleoperated. A physician from a remote area can operate and perform procedures on patients at a completely different distance.

It will also improve health care by reducing the steps in every aspect of our health care. We cut out the inefficiencies introduced at every step. Our first system that's being commercialized is for early detection and treatment of breast cancer in high-risk women. Anyone who has gone through that will tell you how many steps there are from screening to diagnosis to treatment.

Producing something which can perform a one-stop, see-and-treat procedure both in diagnosis and treatment would save not only a significant wait from the patients' perspective but would also cut out interventions leading to a potential surgical solution from the assistance perspective.

Un voyage dans le Nunavut m'a fait comprendre que même si, en théorie, cet accès existe, il oblige de nombreux Canadiens à franchir des milliers de kilomètres.

Depuis près de 12 ans, la robotique nous permet d'effectuer des opérations de téléchirurgie. En 2003, mon équipe et moi avons effectué un certain nombre d'opérations chirurgicales très complexes sur des patients qui se trouvaient dans des endroits éloignés du Nord de l'Ontario. Ces opérations nécessaires les auraient normalement obligés à descendre à Toronto et à Hamilton. Nous avons montré que la robotique pouvait améliorer l'accès.

Par la suite, la recherche s'est intensifiée, mais nous avons constaté que la nôtre n'aurait pas d'effet sur les Canadiens tant que des entreprises ne discerneraient pas de marché pour son acquis.

Pour le scientifique que je suis, la leçon a été rude. J'ai vraiment été heureux lorsque le gouvernement du Canada a lancé le programme des Centres d'excellence en commercialisation et en recherche, les CECR, en 2008. Nous en étant prévalus, j'ai vu la fécondité de cette recherche tout à fait remarquable en idées et en propriété intellectuelle. Elles restent prédominantes dans le monde et dans divers ouvrages scientifiques publiés partout dans le monde, mais les contraintes de la commercialisation en empêchent la concrétisation. Nous sommes désormais en mesure d'en appliquer.

Notre centre d'excellence, le Centre pour l'invention et l'innovation en chirurgie, a pour objectif principal de mettre au point une génération nouvelle et intelligente de robots chirurgicaux, avec, comme visée directe, l'amélioration de la qualité et de l'accès aux opérations chirurgicales et autres interventions pour les Canadiens et l'humanité.

Nos systèmes visent à améliorer le soin des patients en permettant l'augmentation des compétences pour les opérations, un déroulement plus ciblé et plus précis des opérations et un accès amélioré. Chaque opération et chaque système que nous mettons au point sont télécommandables. Le médecin peut opérer des patients à distance.

Cela permettra aussi d'améliorer les soins en réduisant le nombre d'étapes à suivre partout dans le système. Nous supprimons à toutes les étapes les causes d'inefficacité qui y sont introduites. Notre premier système commercialisé sert à la détection et au traitement rapides du cancer du sein chez les femmes exposées à un risque élevé. Toutes celles qui sont passées par ce processus savent combien d'étapes comptent le dépistage, le diagnostic et le traitement.

Un système d'examen et de traitement en une manipulation n'écourterait pas seulement beaucoup l'attente chez les patients, mais il réduirait aussi, chez les soignants, le nombre d'interventions conduisant éventuellement à une solution chirurgicale.

Our centre is working with MDA, Macdonald, Dettwiler & Associates, Canada's preeminent robotic manufacturer which has been in the field of robotics for almost 30 years, producing space robotics like the iconic Canadarm and others. This has always put Canada on the map. We are using many of the same technologies now in the surgical field of health care. The combination of our CECR with MDA has been successful in developing systems now to a commercial end.

In my presentation I included a little imagine of my own road, realizing that the research we do at universities at TRL 1, 2 and 3 has a long way to go to commercial. Until you get to the market at technology readiness level 9 you will not impact patient care.

The government supports research. It also needs to support all steps necessary to get that research into the market because without that we won't make impact in patient care.

We are hopeful. We have created a start-up with MDA to take our first system to commercial success. We have a number of systems that will tackle early detection and treatment of other cancers, particularly prostate, kidneys, lungs and liver.

I do believe that robotics and cognitive computing are here to stay and will have a significant part to play in improving our health care. Particularly in a country like ours with a vast surface area with remote areas it is almost essential. Without this we will not be able to maintain our precious health care the way we want to.

**The Chair:** I will now open the floor to questions from my colleagues.

**Senator Stewart Olsen:** Thank you, gentlemen, for being here. It's fascinating. I have two questions, one for each of you. I think it is quite a challenge under the AGE-WELL system, but I'm wondering if the provinces are involved in your network and how much of an uptake they are giving you. Do you sense they are willing to pay the money for these innovations?

If you had a top 10 for the smart home, what would be the most useful thing that's being used?

**Mr. Mihailidis:** In terms of provincial uptake a critical aspect of our AGE-WELL network is to develop partnerships with each and every province to ensure we can leverage our resources as much as possible and to ensure they are willing to look at innovations coming out of our network.

Notre centre collabore avec MDA, Macdonald, Dettwiler & Associates, l'éminent fabricant canadien du secteur de la robotique depuis près de 30 ans, créateur d'équipement robotique spatial comme l'emblématique bras canadien et d'autres appareils qui ont toujours été des vecteurs de notoriété pour le Canada. Nous utilisons maintenant beaucoup de ces mêmes technologies en chirurgie. Le concours de notre centre d'excellence en commercialisation et en recherche et de MDA a permis de créer des systèmes maintenant rendus à la commercialisation.

Dans mon exposé, j'ai inclus une représentation simplifiée de mon propre parcours, qui fait comprendre que nos recherches universitaires aux niveaux de maturité technologique 1, 2 et 3 ont encore beaucoup de chemin à parcourir avant d'accéder à la commercialisation. Tant qu'elle n'atteint pas le niveau 9, la technologie n'a aucune influence sur le soin des patients.

Le gouvernement appuie la recherche. Il a aussi besoin d'appuyer toutes les étapes nécessaires pour faire parvenir l'acquis de cette recherche sur le marché, parce que, sinon, nous n'avons aucune influence sur le soin des patients.

Nous sommes remplis d'espoir. Nous avons créé une entreprise encore jeune avec MDA pour accompagner notre premier système jusqu'à la réussite commerciale. Nous possédons d'autres systèmes qui permettront de nous attaquer à la détection et au traitement rapides des autres cancers, particulièrement de la prostate, du rein, du poumon et du foie.

Je crois en l'avenir de la robotique et de l'informatique cognitive, et les deux joueront un rôle important dans l'amélioration de notre système de santé. Particulièrement dans un pays vaste comme le nôtre, c'est presque essentiel. Sinon, nous ne pourrions pas maintenir notre précieux système de santé comme nous le souhaitons.

**Le président :** Commençons la période de questions.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Messieurs, je vous remercie d'être ici. C'est fascinant. J'ai deux questions, une pour chacun de vous. Je crois que le système d'AGE-WELL s'est donné beaucoup d'ambitions, mais je me demande si les provinces participent à votre réseau et dans quelle mesure elles adhèrent à vos objectifs. Avez-vous l'impression qu'elles financeront volontiers ces innovations?

Quel serait le gadget le plus utile qu'on trouve dans la maison intelligente?

**M. Mihailidis :** Un aspect essentiel des liens de notre réseau AGE-WELL avec les provinces est les partenariats noués avec chacune d'elles pour nous assurer de pouvoir démultiplier le plus possible la puissance de nos ressources et piquer sa curiosité pour les innovations issues de notre réseau.



I should mention that our innovations are not just technologies. They are also the services, the policies and the service delivery models required in order to get these technologies into the health care system. This is a key aspect we are working on with the provinces.

A good example, as I mentioned in my opening remarks, are innovation hubs that we are developing across the country. One of our first ones will be launched with the Province of New Brunswick. We're looking specifically at a hub around policy as it applies to technology in the health care system for seniors. This is something the province has significantly come on board with and is working with various partners to ensure that happens. We will do similar models across the country as well.

In terms of the top 10 smart homes, from my own research and the research we are doing in the network we see applications around people with dementia as being very viable and existing right now. We are already seeing technologies that are allowing people with dementia to remain in their own homes longer and safer, because the smart home is providing reminders of the various activities they need to complete. These may be anything from washing hands, brushing teeth, preparing a simple meal to taking medications. We are seeing significant increase in the uptake of technology in that type of application.

Those activities may seem to be simple ones that we are addressing. However, when you talk to family members about the big issues, the wicked problems they are facing and why they are not able to return to their jobs because they are providing constant monitoring care, it often comes down to the basic activities of daily living they are providing, monitoring, prompting or reminding. If we have technology to do that, it will solve that issue.

From a caregiver's perspective of returning to work smart home systems are having a significant impact as well. Individuals are able to return to their workplaces and use the technologies they have set up in their loved one's home to monitor and ensure they are safe and secure and completing activities. We will see an increase in that application as well from the caregiver's perspective.

We have been hearing from workplaces and insurance companies: "How can we provide this technology as part of a benefit package?" No longer are you getting medical and dental but you are also getting access to caregiving technologies that will allow you to become a productive part of the workforce once again.

**Senator Stewart Olsen:** Dr. Anvari, you mentioned surgical innovation when doing surgery in remote areas. Can you tell me how that would work? Do you have a robot there or are you instructing via teleconferencing a doctor who is there? How does that actually happen?

**Dr. Anvari:** You actually have a robot there that is operated by an expert at a distance. To set up the robot, you may have a nurse or a less trained physician who can actually do that.

Ces innovations ne sont pas seulement technologiques. Il y en a d'indispensables dans les services, les politiques et les modèles de prestation de services pour introduire ces technologies dans le système de santé. Nous collaborons avec les provinces à cet aspect important.

Un bon exemple, que j'ai mentionné dans ma déclaration préliminaire, sont les pôles d'innovation que nous créons partout au Canada. Nous lancerons l'un des premiers au Nouveau-Brunswick. Nous visons précisément un pôle pour la politique des technologies dans le système de santé pour personnes âgées. Nous bénéficions du concours non négligeable de la province, qui collabore avec divers partenaires pour en assurer l'éclosion. Nous produirons des modèles semblables ailleurs dans le pays.

Quant aux applications des meilleures maisons intelligentes, mes propres travaux de recherche et ceux de notre réseau nous en font voir actuellement de très viables pour les personnes atteintes de démence. Nous voyons déjà des technologies qui permettent à ces personnes de rester plus longtemps chez elles et en sécurité, parce que les maisons intelligentes leur rappellent diverses tâches à faire, comme se laver les mains, prendre leurs médicaments, se brosser les dents ou se préparer un repas simple. Nous constatons une augmentation sensible de l'adoption de technologies dans ce type d'applications.

Ces activités peuvent sembler simples. Toutefois, selon ce que nous disent les membres de la famille qui doivent prodiguer des soins continus, les problèmes les plus complexes qui les empêchent de retourner travailler se résument souvent à des activités de la vie de tous les jours qu'ils doivent accomplir, superviser ou rappeler à l'être cher. Si nous avions cette technologie pour les remplacer, le problème serait résolu.

Les systèmes de maison intelligente peuvent jouer un rôle important à ce chapitre. Les fournisseurs de soins pourraient retourner travailler grâce aux technologies installées dans la maison de l'être cher pour surveiller ses activités et faire en sorte qu'il soit en sécurité. Nous assisterons à une augmentation de l'utilisation de cette technologie chez les fournisseurs de soins.

Les employeurs et les compagnies d'assurances nous demandent souvent comment ils pourraient offrir cette technologie dans le cadre d'un régime de soins de santé. En plus d'avoir accès à des soins dentaires et médicaux, les gens auraient également accès à des technologies dans la prestation des soins en vue d'être de nouveau productifs au travail.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Docteur Anvari, vous avez parlé de l'innovation en chirurgie dans les régions éloignées. Pourriez-vous me dire ce qu'il en est exactement? Est-ce que vous utilisez un robot ou si vous donnez des directives par téléconférence à un médecin qui est sur place? Comment cela se passe-t-il?

**Dr Anvari :** En fait, il y a un robot qui est contrôlé par un expert à distance. Une infirmière ou un médecin un peu moins spécialisé pourrait régler le robot au préalable.

In the regional surgeries I was actually performing complex surgery with a local surgeon who had not performed any of the operations but could set up the robot and be there. He was being trained in the midst of it. With the current systems it's simpler. We have automated many of the steps so radiologists anywhere can operate it at a distance. We are going to do a demonstration between Hamilton and Quebec City where a patient will undergo a procedure by a physician thousands of miles away.

The next level is autonomy. We are now working with IBM's Watson to incorporate that so that the robot can actually make decisions. Each of these steps will hopefully reduce patient need to travel. Right now patients often have to travel to get to expertise. What we want to do is to be able to bring the expertise to the patient.

To add to what was asked earlier, in my own field provinces are very supportive of the idea because they can see how it can help them. The problem often comes later on when you actually have a company which now has to sell because procurement in medical systems in Canada is very complex. This is an area about which I hear from companies.

We have received an ample amount of support at the provincial and territorial levels in Quebec, Ontario, Northwest Territories and Nunavut. They are all keen to support this early phase of developmental research.

When the company starts they have to go through procurement, which is very complex in the medical field. That's often where they hit roadblocks. We should somehow address this. Frankly, what we have seen is that a lot of the innovative companies that Canada has produced have had to migrate south of the border to become commercially successful, which is an unfortunate reality, because they can sell their products more easily.

**Senator Seidman:** Thank you both very much for your presentations. I have a question for each of you, if I might.

Mr. Mihailidis, in your presentation you identified AGE-WELL as a network of centres of excellence. It has been our experience at this committee in many studies we have done to hear the challenges associated with centres of excellence, let alone Networks of Centres of Excellence, in terms of many competing demands, silos and other various things.

You say you have over 140 industry, non-profit organizations, government, care providers, end users and academic partners. It is a large number of organizations, groups and people under one umbrella. How do you set priorities for development? Have you been reviewed to assess effectiveness or successes in moving to commercialization?

Lorsque j'ai travaillé dans les régions, j'ai exercé des chirurgies complexes aux côtés d'un chirurgien local qui n'a pratiqué aucune des interventions, mais qui pouvait régler le robot et intervenir au besoin. Il a été formé pour le faire. Avec les systèmes actuels, c'est encore plus simple. Nous avons automatisé bon nombre des étapes, de sorte que des radiologues de n'importe où peuvent utiliser la technologie à distance. Nous allons en faire la démonstration entre Hamilton et Québec. Un patient subira une intervention par un médecin qui se trouve à des milliers de kilomètres.

La prochaine étape sera l'autonomie. Nous collaborons actuellement avec l'intelligence artificielle Watson d'IBM afin qu'un jour, le robot en vienne à prendre des décisions. Et nous espérons que ces étapes nous permettront de réduire le nombre de déplacements que les patients doivent faire pour subir des interventions. En ce moment, nous demandons aux patients de se rendre sur les lieux de l'expertise, mais nous aimerions faire le contraire, c'est-à-dire amener l'expertise aux patients.

Pour revenir à ce qui a été dit plus tôt, sachez que dans mon domaine, les provinces appuient cette idée, car elles savent à quel point cela peut être utile. Le problème survient souvent plus tard, c'est-à-dire lorsqu'une entreprise doit vendre son produit parce que l'approvisionnement dans le domaine médical au Canada est très complexe. C'est ce que j'entends souvent de la part des entreprises.

Nous avons reçu un vaste appui à l'échelle provinciale et territoriale au Québec, en Ontario, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Nunavut. Les gouvernements sont tout à fait disposés à appuyer cette étape préliminaire de la recherche sur le développement.

Lorsqu'une entreprise se lance dans le domaine, elle doit d'abord passer par le processus d'approvisionnement, et c'est là que ça achoppe. Elle se heurte à de nombreuses embûches. Il faudrait y remédier. À vrai dire, nous avons vu de nombreuses compagnies innovantes au Canada qui ont dû migrer aux États-Unis pour pouvoir réussir. C'est malheureux, mais c'est la réalité. Il est plus facile pour elles d'y vendre leurs produits.

**La sénatrice Seidman :** Je vous remercie de vos déclarations. J'ai une question pour chacun d'entre vous.

Monsieur Mihailidis, dans votre déclaration, vous avez présenté AGE-WELL comme un réseau de centres d'excellence. D'après les études que nous avons réalisées par le passé, nous savons qu'il y a des difficultés associées aux centres d'excellence, sans parler des Réseaux de centres d'excellence, étant donné les exigences conflictuelles et le fait que certains groupes travaillent en vase clos et ainsi de suite.

Vous dites que vous comptez parmi vos partenaires plus de 140 entreprises, organismes sans but lucratif, organisations gouvernementales, fournisseurs de soins, utilisateurs finaux et universitaires. Il s'agit donc d'un très grand nombre d'organisations, de groupes et de gens au sein d'une même administration. Cela dit, comment établissez-vous vos priorités en

**Mr. Mihailidis:** In terms of your first question, all of our priorities are essentially set from the bottom up, and that is from our stakeholders. Even in the preparation of the application that went into the NCE program three years ago, we did what we called cross-Canada knowledge cafes where we invited seniors, caregivers and other stakeholders to come to us and say, "These are our problems and this is what we feel technology can solve." We continue to do that on a consistent basis. We continue to go back to our stakeholders and advisory groups to ensure we are hitting the right problems.

This has continued to be reviewed throughout our structure, right up to our board of directors. On our board we have several agencies, health care providers and other key stakeholders representing their organizations and their specific interests, not only to our board but to our entire management structure.

We try to maintain the involvement of our stakeholders as much as possible. This is ingrained into the projects themselves. We will not provide any funding to any project unless their stakeholders and partners are involved and have some skin in the game, whether that's industry, government or not-for-profit. Whoever it may be, they are putting something into the project, whether it is money, expertise, their time or whatever it may be.

This has been important for us. Because of this all of our projects have been grounded in real-life problems. We review the projects on a yearly basis. If we see that notion has been lost, funding will be cut to that project or we will work with that project and those investigators to ensure they are getting back on course and listening to the stakeholders themselves.

For example, we also do calls for new projects from time to time. These are small catalyst projects, as we call them. These are new research questions and projects around knowledge translation and commercialization that we fund. When we set the calls for these things, we go back to stakeholders and ask, "What are the key things that are now affecting you?" Last year, the resounding answer that came back from all of our stakeholders, including our industry partners, was technology to help seniors remain in the workforce. We did a specific call asking for projects only in that particular area, and that's what we funded.

**Senator Seidman:** I would like to follow up on the second part of that question, which I'm not sure you answered, that has to do with how you evaluate for effectiveness and success and if that has actually happened.

matière de développement, compte tenu de cette diversité de groupes? Avez-vous fait l'objet d'un examen afin d'évaluer leur efficacité ou leur réussite du point de vue de la commercialisation?

**M. Mihailidis :** Pour répondre à votre première question, sachez que nous établissons toutes nos priorités selon une démarche ascendante, et ce sont nos intervenants qui les déterminent. Même dans la préparation de la demande qui a été soumise au programme des RCE il y a trois ans, nous avons organisé ce que nous appelions des cafés-causeries partout au Canada où nous invitons les personnes âgées, les fournisseurs de soins et d'autres intervenants pour nous indiquer quels sont les véritables problèmes et ce que la technologie pourrait leur apporter. Nous continuons de le faire régulièrement. Nous consultons nos intervenants et nos groupes consultatifs pour nous assurer de concentrer nos efforts là où c'est nécessaire.

Cette révision se poursuit dans l'ensemble de notre structure, jusqu'au conseil d'administration. Plusieurs organismes, fournisseurs de soins de santé et autres intervenants clés siègent au conseil d'administration pour représenter leurs intérêts, non seulement au sein du conseil, mais aussi de toute notre structure de gestion.

Nous nous efforçons de respecter notre engagement de faire participer nos intervenants le plus possible à nos projets. Nous n'allons pas accorder de financement à un projet s'il n'y a pas d'intervenants ou de partenaires qui ont pris part à nos décisions, qu'il s'agisse de représentants de l'industrie, du gouvernement ou du secteur à but non lucratif. Quoi qu'il en soit, ils investissent quelque chose dans le projet, que ce soit de l'argent, de l'expertise, du temps ou des ressources.

C'est important pour nous. Grâce à cette approche, tous nos projets sont axés sur des problèmes concrets. Nous évaluons les projets chaque année. Si nous constatons que nous avons perdu cette notion, nous réduirons le financement accordé à ce projet ou nous prendrons les mesures nécessaires pour le remettre sur la bonne voie, à la lumière de ce que nous disent nos intervenants.

Par exemple, nous lançons également de temps à autre des appels d'offres pour de nouveaux projets. Ce sont de petits projets catalyseurs, comme nous les appelons. Il s'agit des nouveaux projets et questions de recherche que nous finançons dans le domaine de l'application des connaissances et de la commercialisation. Nous demandons à nos intervenants quels sont les thèmes clés récurrents. L'an dernier, nos intervenants, y compris nos partenaires de l'industrie, souhaitaient qu'on puisse mettre au point des technologies destinées à aider les personnes âgées à demeurer sur le marché du travail. Nous nous sommes donc concentrés là-dessus et nous avons financé des projets à cet égard.

**La sénatrice Seidman :** J'aimerais revenir à la deuxième partie de la question, à laquelle je ne crois pas que vous avez répondu, c'est-à-dire comment vous vous y prenez pour évaluer l'efficacité et la réussite, et si vous l'avez fait jusqu'à maintenant.

**Mr. Mihailidis:** We are developing a framework. You heard that from my colleague when he mentioned the technology readiness level scales, or the TRLs. We have adopted that and modified it for our own purposes because we are not just developing technology. We have developed an evaluation framework based on that particular scale, plus some additional measures required by the NCE program.

All of our projects are measured on a consistent basis. That includes indicators around commercial success but also around knowledge translation and knowledge mobilization. We are not just about commercializing product but about getting knowledge and information out there as well.

These are requirements of all projects. We are only 18 months in. We are still developing the framework. We are still waiting to see additional commercial successes come out of our network. However, in our first 18 month we have had two start-up companies that AGE-WELL has supported and funded. One was in the area of intelligent wheelchairs, called Braze Mobility, and the other one was in the area of dementia diagnostics using artificial intelligence, called WinterLight Labs.

The way we have essentially measured their success is through the amount of investment they have been able to garner and the amount of leveraging they have been able to do, based on funding we have given them. Both have been quite successful. One company has gone through another series of fundraising from VCs, which we obviously consider a great success. The other one has started to receive orders already, in particular from the U.S. and from Canada. We use that as a measure of success as well.

It is ongoing process. It is evolving. We have been working closely with our other NCE partners and NCE itself to develop these evaluation frameworks. We expect that over the next year or so we will start to see more indicators come out.

**Senator Meredith:** Thank you both for your presentations. I have a quick supplementary question for you, Dr. Anvari, with respect to the Senator Stewart Olsen's question about operations from a distance and how you eloquently explained that.

How do you deal with the connectivity issues with respect to technology? I think that is very vital in that certain areas do not have connectivity, especially in the North. Please explain that for me, and then talk about commercialization and what it is going to take to get us to the full commercialization of some of your products.

**Dr. Anvari:** One of the reasons we have moved toward automation and autonomy is that you now need fewer commands. In the telesurgery I did on patients I had to have to triple redundancy in case the line went because I was in control of the robot and performing the procedures. Now that it is automated, you plan the procedure and the system does the procedure based on what you planned. Once that planning is done

**M. Mihailidis :** Nous établissons un cadre. Comme vous l'a dit mon collègue, nous avons des échelles de niveau de maturité technologique. Nous avons adopté cette méthode et nous l'avons modifiée pour qu'elle réponde à nos propres besoins, parce que nous ne faisons pas que mettre au point des technologies. Nous avons élaboré un cadre d'évaluation en fonction de ces échelles, en plus de certaines mesures supplémentaires requises dans le cadre du programme des Réseaux de centres d'excellence.

Tous nos projets sont évalués régulièrement en fonction d'indicateurs de réussite commerciale et de transposition et mobilisation des connaissances. Par conséquent, il n'y a pas que la commercialisation des produits; nous nous penchons aussi sur ces deux aspects.

Ce sont les exigences pour tous les projets. Nous avons commencé il y a à peine 18 mois, alors nous en sommes encore à établir le cadre. Nous attendons de voir s'il y aura d'autres succès commerciaux au sein de notre réseau. Cependant, à ce stade-ci, notre réseau a déjà appuyé et financé deux jeunes entreprises. La première, qui s'appelle Braze Mobility, travaille dans le domaine des fauteuils roulants intelligents, et l'autre, WinterLight Labs, utilise l'intelligence artificielle pour détecter la démence.

Nous calculons essentiellement leur niveau de réussite en fonction de la valeur des investissements qu'elles ont pu obtenir et la mesure dans laquelle elles ont su tirer profit du financement que nous leur avons accordé. Les deux ont connu du succès. L'une d'elles a mené des activités de collecte de fonds en capital de risque; nous considérons qu'il s'agit d'une belle réussite. L'autre a déjà commencé à recevoir des commandes, en particulier des États-Unis et du Canada. C'est donc un autre indicateur de réussite.

Le processus est en cours et évolue constamment. Nous collaborons étroitement avec nos partenaires des RCE et le RCE lui-même pour établir ces cadres d'évaluation. Nous nous attendons à voir davantage d'indicateurs au cours de la prochaine année sur lesquels nous pourrions nous fonder.

**Le sénateur Meredith :** Merci à vous deux pour vos exposés. J'aurais une brève question complémentaire pour vous, docteur Anvari, qui donne suite à la question de la sénatrice Stewart Olsen au sujet de vos interventions à distance. Vous les avez expliquées avec beaucoup d'éloquence.

Mais qu'en est-il de la connectivité? Je pense que c'est un aspect essentiel, car certains endroits éloignés n'ont aucune connectivité, particulièrement dans le Nord. J'aimerais que vous me donniez des explications à ce sujet et que vous reveniez sur la question de la commercialisation et de ce qu'il faut faire pour rendre possible la commercialisation de vos produits.

**Dr. Anvari :** L'une des raisons pour lesquelles nous nous sommes tournés vers l'automatisation et l'autonomie, c'est que nous avons maintenant besoin de moins de commandes. En téléchirurgie, il fallait avoir un système de commande à triple redondance pour contrôler le robot et pratiquer les interventions. Maintenant que c'est automatisé, on planifie l'intervention, et le système pratique l'intervention en fonction de ce qui a été planifié.

and the system starts working, pre-planning has already gone into it. Autonomy now allows the system to actually make minor changes to its direction based on findings. Each of these steps will make these capabilities better.

I totally agree that the reason we could not do telesurgery in Nunavut was that they use microwaves for a long portion and anything flying through would affect it. In many places if you use satellites, the time delay or the latency would make it difficult. That's why we moved from teleoperability to automation and are moving toward autonomy.

If I may say, from our centre's perspective we have a much simpler paradigm because we work with one major Canadian company and a half-dozen related companies. As a clinician, the success I look at is if we actually positively impact patient care. Everything else about economic growth, start-ups and commercialization is important in that road toward patient care at the end of the day. However, what has always allowed our CECR to say what solutions we want to bring to the market? Where can we make the most impact in quality of care in our climate?

You also have to take into account that there are many areas in which you can move forward, but you have to bring the regulatory agencies with you. The FDA, Health Canada and NCE are having a hard time with automation, let alone autonomy. It's a journey that you have to take with these regulatory bodies to understand where you are moving to. They are coming along. I am hoping this paper will allow them to explore these areas because the technology is certainly moving faster than the regulatory requirements. I think we need to be moving as fast.

We could have autonomy right now, frankly; autonomy is not so difficult. The reason we don't have it is not because we can't create an autonomous system. It's the fact that it will not get any regulatory approval at this stage. We have to get there.

In automation with pre-planned procedures the system can actually make a diagnosis based on algorithms, but we allow that to occur by the physician who plans the procedure and the system does it.

**Mr. Mihailidis:** I want to add one point to the aspect of commercialization in this area. We have two very different fields we're looking at here.

In the area of technology and aging one significant thing we need to look at is the way we commercialize these things and the service delivery models of these technologies. In looking at the technologies that are being developed for seniors and caregivers, not only in AGE-WELL but really around the world, the majority of these are not medical devices. They do not need to go through

Une fois qu'on a procédé à la planification et que le système s'amorce, c'est la planification préalable qui entre en jeu. L'autonomie nous permet maintenant d'apporter des ajustements mineurs aux directives au fur et à mesure que nous faisons des découvertes. Chacune de ces étapes nous permettra de renforcer ces capacités.

Je suis entièrement d'accord avec vous pour dire que nous ne pourrions pas pratiquer la téléchirurgie au Nunavut car on utilise des micro-ondes sur une longue surface et tout ce qui vole au-dessus pourrait avoir une incidence. À de nombreux endroits, si on se sert de satellites, le délai ou la latence peuvent compliquer les choses. C'est pourquoi nous sommes désormais passés à l'automatisation et que nous nous orientons vers l'autonomie.

Si je puis me permettre, je considère que notre modèle est beaucoup plus simple parce que nous travaillons avec une grande entreprise canadienne et six entreprises connexes. En tant que médecin, j'estime que le succès se mesure par rapport aux soins qui sont prodigués aux patients. Tout le reste, que ce soit la croissance économique, les jeunes entreprises et la commercialisation, est important pour y arriver. Cependant, nos CECR doivent se demander quelles sont les solutions que nous voulons le plus mettre sur le marché. Qu'est-ce qui nous permettrait le plus d'améliorer la qualité des soins au pays?

Même s'il y a de nombreux secteurs dans lesquels on peut réaliser des progrès, on doit également tenir compte des organismes de réglementation. La FDA, Santé Canada et le programme des RCE ont de la difficulté avec l'automatisation, sans parler de l'autonomie. Ils doivent bien comprendre la voie dans laquelle nous nous engageons. Ça s'en vient. J'espère que ce document leur permettra d'explorer ces domaines, car la technologie est certes beaucoup plus rapide que la réglementation. Je pense qu'il est temps d'apparier tout cela.

Nous pourrions atteindre l'autonomie dès maintenant; à vrai dire, ce n'est pas un objectif difficile à réaliser. La raison pour laquelle nous n'y arrivons pas, c'est parce que nous ne pouvons pas créer de système autonome. Pour ce faire, nous devons obtenir une approbation réglementaire.

Avec l'automatisation, grâce aux interventions planifiées d'avance, le système peut établir un diagnostic en fonction d'algorithmes, mais c'est le médecin qui doit planifier l'intervention pour que le système s'exécute.

**M. Mihailidis :** J'aimerais ajouter quelque chose concernant la commercialisation. Nous nous intéressons à deux domaines très différents.

Dans les domaines de la technologie et du vieillissement, nous devons nous pencher sur la façon de commercialiser ces technologies et les différents modèles de prestation de services. Si on regarde les technologies qui sont mises au point pour les personnes âgées et les fournisseurs de soins, non seulement au sein du réseau AGE-WELL, mais aussi partout dans le monde, la

the traditional health care channels and the typical regulatory aspects that a medical device or surgical robot would have to go through.

A lot of these can be considered consumer products. They should be technologies that you could go to your local big box electronics store to purchase and install for your loved one or for yourself, if you have that capability. We are starting to see that trend more and more. More caregivers are coming to us and saying, "I went to an electronics shop on the weekend and bought some sensors and a little microprocessor and built my own fall detection system."

This is going to be a growing trend, especially in the area of technology and aging and in the assistive technology field in general. Looking at new ways of commercializing and service delivery, outside of the traditional routes we've been thinking about in this group and others, will be really critical in order to ensure success in our field.

**Senator Meredith:** Mr. Mihailidis, you mentioned in the closing part of your presentation investigating the ethical, cultural and social aspects of introducing new technologies and issues.

My question is for both of you. Dr. Anvari, you talked about the autonomous robot doing the operation. How do you deal with the ethical issues related to embracing these new technologies? I would like your comments on that, please.

**Mr. Mihailidis:** Within AGE-WELL we have a whole theme or module looking at the ethics of introducing these types of technology, in particular introducing robotics and smart home systems with potentially vulnerable users such as people with dementia.

We have researchers, projects and other outreach programs that are looking specifically at those questions and trying to understand how to incorporate these types of things into the work we're doing.

In recent years we've been seeing the example of sex and gender. How do sex and gender play a role in the introduction and the development of these technologies in the first place? That's a key aspect.

In terms of the cultural issues that's another critical one as well. We see very different approaches in the way the technology is being used and in the way caregiving is being provided across various ethnicities and cultural groups.

We heard about the work around surgical robots in the North. That's an issue we're also dealing with. How can technology be used in indigenous communities to provide care to the elders in those communities? We have a few projects out of the University of Saskatchewan and elsewhere that are looking at that issue.

majorité d'entre elles ne sont pas des dispositifs médicaux. Elles n'ont pas besoin de passer par les voies traditionnelles du domaine médical ni par tous les processus réglementaires habituels auxquels devrait se soumettre un instrument médical ou un robot chirurgical.

Bon nombre de ces technologies sont considérées comme des produits de consommation. On devrait pouvoir les acheter dans un magasin électronique à grande surface et les installer pour l'être cher ou soi-même, si on en a la capacité. Nous constatons que c'est une tendance émergente. De plus en plus de fournisseurs de soins nous disent : « Je suis allé dans une boutique électronique au cours de la fin de semaine, j'ai acheté des capteurs et un petit microprocesseur, et j'ai construit mon propre système de détection de chute. »

C'est une tendance grandissante, particulièrement dans les domaines de la technologie, du vieillissement et de la technologie d'assistance en général. Il est nécessaire d'envisager de nouveaux moyens de commercialiser les technologies et de nouveaux modes de prestation de services. Il faut sortir des sentiers battus si on veut réussir dans notre domaine.

**Le sénateur Meredith :** Monsieur Mihailidis, dans votre conclusion, vous avez dit que vous vous penchiez sur les aspects éthiques, culturels et sociaux de l'introduction de ces nouvelles technologies.

Ma question s'adresse à vous deux. Docteur Anvari, vous avez parlé du robot autonome qui pratique l'intervention. Comment composez-vous avec les questions d'ordre éthique? J'aimerais connaître votre avis là-dessus.

**M. Mihailidis :** Au sein de notre réseau, nous avons tout un thème ou un module qui traite de l'éthique à l'égard de ces types de technologies, en particulier la robotique et les systèmes de maison intelligente pour les utilisateurs vulnérables tels que les personnes atteintes de démence.

Nous avons des chercheurs, des projets et d'autres programmes dont le but est justement d'intégrer ces aspects à notre travail.

Au cours des dernières années, nous avons pu voir l'influence du genre et du sexe. Dans quelle mesure ces deux notions jouent-elles un rôle dans l'introduction et le développement de ces technologies? C'est un aspect fondamental.

Les enjeux culturels sont également importants. Nous observons des approches très différentes dans la façon d'utiliser la technologie et de fournir des soins au sein des divers groupes ethniques et culturels.

On a entendu parler de ce qui a été accompli dans le Nord dans le domaine de la robotique. Nous nous sommes également penchés là-dessus. De quelle façon peut-on avoir recours à la technologie dans les collectivités autochtones afin de venir en aide aux aînés de ces collectivités? Nous avons quelques projets en branle à l'Université de la Saskatchewan et ailleurs qui traitent de cet enjeu.

It's amazing how the technology is being shaped differently based on what we are learning from these various cultures and different ethics issues. It is a very critical part. We're really trying to get the message across to our researchers that these aspects and variables need to be ingrained right at the start of the project. They cannot be afterthoughts, as they typically are, especially in technology development.

**Dr. Anvari:** All of our procedures are with patient consent. I would like to make sure the senators realize that although our systems are teleoperable, 95 per cent or more of their use is in everyday hospitals where the patient is there to improve accuracy and reliability, to reduce pain, and to minimize cosmetic scarring, et cetera.

The majority of the systems we build will be used every day in big hospitals and small hospitals, but you are also allowed access to the remote. In every procedure in the medical field the patient consents. One of the first questions I was asked was, "How would patients accept a robot performing a procedure instead of a physician?" My question was answered. This is something we didn't know 15 years ago. The reality is that patients accept a procedure if it's done at the highest level and improves their quality of health care.

I may daresay that robots often come with the belief that they're going to do it better and faster. A good example is the Da Vinci system, which is used in prostate surgery. The reality is that there is no good evidence that it makes a huge difference compared to laparoscopy. It does make a difference compared to open prostatectomy, but now almost 95 per cent of the procedures in the United States are robotic and Canada is moving that way as well. That's very master-slave; it's not a telerobot or an autonomous robot. It's not automated.

Patients accept robots if they perceive this as improved health care. There is no concern regarding their interactions. With telesurgery, after the first two patients there were patients who realized the benefits and we had no shortage of patients coming in asking for the bionic surgery. The reality is that we need to make sure we don't build up patient expectation too much and appropriately talk about the risks and benefits of the procedure to get informed consent, which is like every procedure. From a patient point of view, they easily accept robots in their health care.

**Senator Meredith:** When they consent to that, then, in terms of any risks from an ethical standpoint the doctor is not liable and so forth.

**Dr. Anvari:** Correct, they consent because they understand all of the risks and benefits. The doctor is liable if they don't explain the full extent.

C'est incroyable de voir à quel point la technologie est façonnée différemment si on tient compte de ces éléments éthiques et culturels. Ils jouent un rôle essentiel. Nous essayons de faire comprendre à nos chercheurs que ces aspects et ces variables doivent être intégrés dès le départ au projet. Ils ne peuvent pas être ajoutés ultérieurement, comme c'est souvent le cas, surtout en ce qui concerne le développement des technologies.

**Dr Anvari :** Toutes nos interventions sont pratiquées avec le consentement des patients. Je veux m'assurer que les sénateurs sachent que même si nos systèmes sont télécommandables, dans 95 p. 100 des cas ou plus, on y a recours à l'hôpital, lorsque le patient est là, pour améliorer la précision et la fiabilité, réduire la douleur et minimiser la cicatrisation, et ainsi de suite.

La majorité des systèmes que nous construisons serviront quotidiennement dans les grands et les petits hôpitaux, mais on y aura également accès dans les régions éloignées. En médecine, le patient doit consentir à toutes les interventions. L'une des premières questions que l'on m'a posées était : « Pourquoi les patients accepteraient-ils qu'une intervention soit réalisée par un robot plutôt que par un médecin? » J'ai trouvé la réponse. C'est une chose que nous ne savions pas il y a 15 ans. Dans les faits, les patients acceptent de subir une intervention s'il s'agit du plus haut niveau d'interventions et qu'elle améliore la qualité des soins.

J'irais même jusqu'à dire que l'on croit souvent que les robots sont meilleurs et plus rapides. Le système da Vinci, que l'on utilise dans les chirurgies de la prostate, en est un bon exemple. Dans les faits, rien ne démontre que c'est beaucoup mieux qu'une laparoscopie. C'est mieux qu'une prostatectomie par voie abdominale ouverte, mais à l'heure actuelle, les robots réalisent 95 p. 100 des interventions aux États-Unis, et le Canada s'est également engagé dans cette voie. Cela se rapproche beaucoup à un rapport de maître à esclave. Ce n'est pas un télérobot ou un robot autonome. Ce n'est pas automatisé.

Les patients acceptent le recours aux robots lorsqu'ils ont l'impression que cela améliorera les soins. Les interactions ne les préoccupent aucunement. Dans le cas de la téléchirurgie, après les deux premiers patients, d'autres patients se sont rendu compte de ses avantages, et nous n'avons plus manqué de personnes qui optent pour la chirurgie bionique. En réalité, nous devons veiller à ne pas trop gonfler les attentes et à parler convenablement des risques et des avantages de l'intervention pour obtenir un consentement éclairé. C'est ainsi pour toutes les interventions. Les patients acceptent facilement que les robots contribuent aux soins.

**Le sénateur Meredith :** Lorsque le patient donne son consentement, sur le plan éthique, le médecin n'est alors plus responsable des risques.

**Dr Anvari :** En effet. Les patients donnent leur consentement parce qu'ils comprennent tous les risques et les avantages d'une intervention. Le médecin est tenu responsable s'il ne fait pas le tour de la question.

**Senator Griffin:** I'm filling in for Senator Tony Dean today. I'm not sure what questions he would ask because I think he is having surgery.

Anyway, with regard to anything, the federal government has economic instruments and regulatory instruments. You've mentioned both. In particular, regarding the regulatory agencies, you indicated that they're having trouble keeping up with technology that is evolving so rapidly.

What would be needed in terms of regulatory advances or changes to enable us to make faster progress?

**Dr. Anvari:** Both jurisdictions understand, and I say "both" because I'm looking at the North American continent. All agencies are looking at improving their structures to deal with the pace of advancement in technology. Often the regulatory requirements include clinical studies and multiple randomized studies, all of which take years to complete and makes the process take longer.

They are looking how they can build on their knowledge and reduce the path toward regulatory advancement without reducing the oversight necessary to prevent a cavalier introduction of technology. This is a fine line. Being very up to date with how technology is evolving in these fields allows them to make that judgment.

I certainly wouldn't want to be in their shoes. I understand the problem they have. One of the things both Health Canada and FDA have done is to have panels such as this one where they actually hear from the experts where technology is moving and how rapidly. How can they make sure that they're ahead of that curve rather than always fall behind? Autonomy is coming to us in things like the Google Car and Uber. Society is looking at how to introduce autonomous robots into society, and health care is one of the areas.

I would certainly think that Health Canada has to study and look at how they can license this degree of autonomy in health care. It is a gradual learning process.

**Mr. Mihailidis:** In addition, these regulatory bodies need to understand that there are other ways of collecting the same level of quality of evidence to support the efficacy of these new technologies.

Currently, everyone refers to the RCT or the randomized control trial as the gold standard. You take a control group and an intervention group and randomize them. A lot of times with the new technology being developed, RCTs should not be considered the gold standard. They are very difficult to do sometimes, especially when you introduce new technologies that are expensive to build, et cetera. They need to understand and accept other approaches.

**La sénatrice Griffin :** Je remplace le sénateur Tony Dean aujourd'hui. J'ignore quelles questions il poserait, car je pense qu'il subit une intervention chirurgicale.

Quoi qu'il en soit, le gouvernement fédéral a toujours des instruments économiques et réglementaires. Vous avez mentionné les deux. Plus précisément, à propos des organismes de réglementation, vous avez indiqué qu'ils ont de la difficulté à suivre le rythme effréné de l'évolution technologique.

De quels progrès ou changements réglementaires aurions-nous besoin pour progresser plus rapidement?

**Dr Anvari :** Les deux pays comprennent ce qu'il en est — je pense au continent nord-américain. Tous les organismes cherchent à améliorer leurs structures pour suivre le rythme des progrès technologiques. Les exigences réglementaires reposent souvent sur des études cliniques, dont la réalisation demande toujours des années, ce qui allonge le processus.

Les organismes cherchent des moyens de tirer parti de leurs connaissances dans le but de faire progresser la réglementation sans réduire la surveillance nécessaire pour prévenir l'adoption cavalière de technologies. La ligne est mince. Le fait de suivre le plus possible l'évolution de la technologie dans ces domaines permet de trancher.

Je ne voudrais certainement pas être à leur place. Je comprends le problème auquel ils font face. L'une des mesures prises par Santé Canada et la FDA consiste à rencontrer des groupes d'experts, comme celui-ci, pour savoir dans quelle direction la technologie évolue et à quelle vitesse. Comment peuvent-ils s'assurer d'avoir une longueur d'avance plutôt que de toujours accuser du retard? L'autonomie nous est rendue possible grâce à des choses comme l'auto de Google et Uber. Nous cherchons des moyens d'intégrer des robots autonomes à notre société, et la santé est un des domaines concernés.

À mon avis, Santé Canada doit assurément étudier la question pour déterminer comment autoriser un tel niveau d'autonomie dans le domaine de la santé. C'est un processus d'apprentissage graduel.

**M. Mihailidis :** De plus, ces organismes de réglementation doivent comprendre qu'il existe d'autres façons tout aussi bonnes de recueillir des données visant à prouver l'efficacité de ces nouvelles technologies.

À l'heure actuelle, tout le monde considère la méthode des essais contrôlés aléatoires comme le modèle d'excellence. La méthode consiste à recourir à un groupe témoin et à un groupe d'intervention pour mener des essais aléatoires. Bien souvent, compte tenu des nouvelles technologies mises au point, la méthode des essais contrôlés aléatoires ne devrait pas être considérée comme le modèle d'excellence. Ces essais sont parfois très difficiles à effectuer, notamment lorsqu'il s'agit de nouvelles technologies coûteuses, entre autres choses. Il faut comprendre et accepter d'autres méthodes.



In the classic example that's relevant here in terms of assisted technology you don't need to do an RCT to show that a power wheelchair helps someone who is paralyzed to get from point A to B. You do not need that level of scientific rigour, so to speak, that people consider an RCT to be part of.

We have to continue to educate our regulatory bodies, whether it's Health Canada or others, in terms of other ways that data can be collected and presented that will show the same level of rigour that an RCT or other approach would have.

**Senator Griffin:** The second part comes back to the economic instruments or the financial power of the government. One reference was made that government needs to support research to get technology into the market.

I assume there is some support currently. What additional support would you see being needed?

**Dr. Anvari:** The CECR program has been very positive. CECRs have seen their research often from various NCEs evolve to a commercial end. I also see a closer collaboration with the government's body of experts in financing and all the commercial aspects to help these start-ups to not only start in Canada but remain in Canada. As I said, part of that is the difficulty in my field of procurement and how they remain competitive in the world if they stay in Canada.

Those are the steps that are important. Canada is doing a wonderful job. We rank very high in the amount of research we generate from the funding we get. We also rank reasonably well in innovation, helping it get to the market. Where we fall is actually creating wealth from all those innovative industries because so many go south.

How do we actually ensure that they succeed in Canada supplying the rest of the world? That certainly is a step that will be beneficial.

**The Chair:** On that note, I asked other witnesses, after they finished, if they would provide me, through the clerk, with any ideas they have gleaned with regard to how to make our systems more effective and how to assist evolving entrepreneurs with these areas. Perhaps you could follow up on that because it's too complex for us to get into a full discussion at these meetings. It's an important part of this discussion.

Je vais vous donner l'exemple classique dans le domaine des technologies assistées par ordinateur, à savoir qu'il n'est pas nécessaire de faire des essais contrôlés aléatoires pour montrer qu'un fauteuil roulant électrique aide une personne paralysée à se rendre du point A au point B. Il n'est pas nécessaire de faire preuve d'une telle rigueur scientifique, pour ainsi dire, en envisageant de faire des essais contrôlés aléatoires.

Nous devons continuer de sensibiliser nos organismes de réglementation, qu'il s'agisse de Santé Canada ou autres, aux autres méthodes de collecte et de présentation de données qui sont aussi rigoureuses que les essais contrôlés aléatoires ou que d'autres méthodes à notre disposition.

**La sénatrice Griffin :** Ma deuxième question nous ramène aux instruments économiques ou au pouvoir financier du gouvernement. On a entre autres mentionné que le gouvernement doit soutenir la recherche pour assurer la mise en marché de la technologie.

Je suppose qu'il offre actuellement un certain soutien. À votre avis, que doit-il faire de plus?

**Dr Anvari :** Le programme des CECR s'est révélé très positif. Les CECR ont vu leurs travaux de recherche, qui proviennent souvent de différents réseaux de centres d'excellence, prendre une tournure commerciale. Je vois également une collaboration plus étroite avec les groupes d'experts du gouvernement en ce qui a trait au financement et à tous les aspects commerciaux visant à aider ces entreprises en démarrage non seulement à lancer leurs activités au Canada, mais aussi à y rester. Comme je l'ai dit, c'est en partie attribuable aux difficultés liées à l'approvisionnement dans mon domaine et à la façon dont elles peuvent demeurer concurrentielles ailleurs dans le monde lorsqu'elles restent au Canada.

Ces mesures sont importantes. Le Canada fait un excellent travail. Nous figurons parmi les pays où se fait le plus de recherche en fonction du financement que nous recevons. De plus, nous faisons raisonnablement bonne figure en matière d'innovation, en aidant la commercialisation. Par contre, nous ne nous en sortons pas aussi bien pour ce qui est de créer de la richesse à partir de l'ensemble des industries innovatrices, car elles sont nombreuses à s'exiler chez nos voisins du Sud.

Comment pouvons-nous faire en sorte qu'elles réussissent à approvisionner le reste du monde à partir du Canada? Une mesure en ce sens serait certainement avantageuse.

**Le président :** À propos, j'ai demandé à tous les autres témoins de me faire parvenir, par l'entremise de la greffière et après leur comparution, les idées qu'ils ont recueillies concernant la façon d'accroître davantage l'efficacité de nos systèmes et d'aider nos entrepreneurs dynamiques dans ces domaines. Vous pourriez peut-être nous revenir là-dessus, car il est trop complexe pour nous d'approfondir la question pendant nos séances. C'est un aspect important de la discussion.

The overwhelming majority of our witnesses are Canadian. They are moving into commercial activity and they are all experiencing some difficulties. If you could provide the clerk with your thoughts after you leave, we would welcome them.

**Senator Petitclerc:** Thank you for your presentations. I found it very interesting and at the same time very hopeful, especially since you are talking about the group that I am going to be part of in 40 years, let's say.

I would like you to expand on access. I'm interested in learning about all the things that you mentioned in the home: monitoring, health, safety, help and entertainment, whether it is robots or artificial intelligence.

I would like to have an image or an idea of this is accessed now. To me, it seems like it's very high technology. It is probably expensive and sometimes you need experts to actually deliver it from where it is to the individual.

What is the situation now? How do you see it in 10 years or 40 years when I'm there?

**Mr. Mihailidis:** That's a very good question. If you asked me that question five years ago, I would have said that access was very poor and still far away because things were too expensive. Things have dramatically changed in this area. In the past five years we've seen robots go from hundreds of thousands of dollars, to tens of thousands, thousands and to hundreds of dollars now.

If we focus on the issue around robots, we're starting to see this whole new class of robots being available. I like to refer to them as appliance-type robots. Just like your refrigerator, stove and dishwasher, everyone seems to also have a little robot on their counter, whether it's a product like the Amazon Echo, the Google Home, or new things such as the Jibo that's come out. These robots are only costing hundreds of dollars and they are actually quite sophisticated. They're not robots in the traditional sense. They don't move around. They don't walk up and down stairs. They don't carry things, but they're using many aspects that we use in robotics and other aspects of artificial intelligence.

These devices are incorporating a lot of things that they have been trying to be put into use for several years to care for seniors such as speech recognition, sensing and helping to control various aspects of their environment whether it's environmental controls or other issues. Because these platforms are now available and several of these companies are making the platforms more open so that we can develop our application on top of them, we're starting to see this rapid influx of new technologies such as smart home systems that are being applied in the support of seniors.

The access is there. As I mentioned before, it's really fascinating to see that the access is being opened beyond the traditional developers. It's not just the researchers, the engineers like me, or the computer scientists that are doing this. Caregivers

La grande majorité de nos témoins sont canadiens. Ils entreprennent des activités commerciales et se heurtent tous à certaines difficultés. Nous serions ravis que vous fussiez parvenir vos idées à la greffière après votre départ.

**La sénatrice Petitclerc :** Merci de vos exposés. Je les ai trouvés très intéressants et très encourageants, surtout parce que vous parlez du groupe dont je vais faire partie dans 40 ans, à peu près.

J'aimerais que vous en disiez plus long sur l'accès. Je m'intéresse à toutes les choses dont vous avez parlé qui peuvent servir à la maison, c'est-à-dire pour la surveillance, la santé, la sécurité, l'assistance et le divertissement, qu'il s'agisse de robots ou d'intelligence artificielle.

J'aimerais avoir un portrait ou une idée de l'accès qui est maintenant offert. À mes yeux, on semble parler de la fine pointe de la technologie. C'est probablement coûteux, et il faut que des experts se déplacent pour livrer le produit.

Quelle est la situation actuelle? À votre avis, où en serons-nous dans 10 ou 40 ans, lorsque je ferai partie du groupe concerné?

**M. Mihailidis :** C'est une excellente question. Si vous me l'aviez posé il y a cinq ans, je vous aurais dit que l'accès est très mauvais et que ce n'est pas pour demain, car ces technologies coûtaient trop cher. Les choses ont radicalement changé. Au cours des cinq dernières années, nous avons vu le prix des robots passer de centaines de milliers de dollars à des dizaines de milliers de dollars, et ils coûtent maintenant des centaines de dollars.

Parlons des robots. Une toute nouvelle catégorie de robots est maintenant disponible. J'aime les comparer à des appareils ménagers. Comme pour les réfrigérateurs, les cuisinières et les lave-vaisselle, tout le monde semble avoir un petit robot sur son comptoir, qu'il s'agisse d'un produit comme l'Amazon Echo, le Google Home ou d'un nouveau produit comme le Jibo, qui vient de sortir. Ces robots ne coûtent que des centaines de dollars et sont à vrai dire très sophistiqués. Ce ne sont pas des robots au sens traditionnel. Ils ne se déplacent pas. Ils ne montent pas ou ne descendent pas les marches. Ils ne transportent rien, mais ils ont de nombreuses composantes utilisées en robotique et dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Ces appareils ont recours à de nombreuses choses qu'on essaie d'utiliser depuis plusieurs années pour prendre soin des aînés, comme la reconnaissance vocale, la détection de divers aspects du milieu de vie pour les contrôler, qu'il s'agisse de contrôles environnementaux ou autres. Étant donné que ces plateformes sont maintenant disponibles et que plusieurs de ces entreprises les rendent plus ouvertes afin que nous puissions y intégrer les applications que nous créons, nous commençons à voir un grand nombre de nouvelles technologies, comme les systèmes de maison intelligente, être utilisées dans le but d'aider les aînés.

L'accès est là. Comme je l'ai déjà mentionné, il est vraiment fascinant de voir qu'il ne se limite plus aux concepteurs de logiciel. Cela ne se limite pas qu'aux chercheurs, car c'est également ce que font les ingénieurs, comme moi, ou les informaticiens. Les

and family members are purchasing these systems and developing their own systems on top of them to provide the care that's required for the specific situation in their own home.

In the next five years this is going to continue. We're going to see an influx of these new applications and new technologies that can be used in the home, not only for seniors but for everyone. That's kind of our Holy Grail of a smart home. It's not just something that gets installed once you turn 65 or 85. As I grow it's a home that grows with me. It changes and it adapts. We all experience points of disability in our lives, whether it's long term or acute. As we age and decline cognitively or physically, the home should recognize this and change.

These are the types of technologies we are trying to focus on now. It's not so much about the standoff device or the single robot or the single sensor. It's more looking at integrating these systems into a living environment that adapts to you as you need it.

**Senator Raine:** Many of the questions I was going to ask have already been asked.

I find it quite intriguing that in the use of robots to assist in home care the evolution, as you say, will come through consumer products. There will be lots of back and forth. These will be designed as the caregivers themselves see them becoming increasingly helpful.

I'm above the baby boom era. We're all looking at more people becoming seniors and wanting to stay in their homes. There is a big market. To me, one of the things that's really interesting is I consider myself to be a bit technologically challenged, yet I know that people 10, 20 or 30 years younger than me have no problem at all. If you look at children in the schools today, there are classes and clubs for kids involved in robotics and robotic development.

I'm wondering if there's a way at the research level, maybe in university or in your network, to harness that youthful free-thinking and have them work directly with care facilities and get that experience so that they understand the needs of seniors and maybe can be part of that transfer of knowledge and technology.

**Mr. Mihailidis:** Absolutely. That's a very good point and something we're trying to do more and more through community events.

We've all heard of hackathons and other events where the public gets together for 36 hours. They're given a challenge and essentially sit there and build something for two or three days straight. These have been very good events in terms of bringing these various generations together. We've gone to events where

fournisseurs de soins et des proches achètent ces systèmes et mettent au point leurs propres applications pour prodiguer à la maison les soins nécessaires selon les circonstances.

Cette situation se poursuivra au cours des cinq prochaines années. Nous allons voir un grand nombre de ces applications et de ces nouvelles technologies être utilisé à la maison, non seulement pour soigner les aînés, mais aussi toutes les autres personnes. C'est un peu comme le Saint-Graal d'une maison intelligente. On ne se contente pas de l'installer lorsque les gens atteignent 65 ou 85 ans. À mesure que je vieillis, ma maison évolue. Elle change et s'adapte. Nous avons tous des périodes d'invalidité au cours de notre vie, une invalidité grave ou à long terme. À mesure que nous vieillissons et que nous perdons nos capacités cognitives ou physiques, notre maison devrait en tenir compte et s'adapter.

C'est le genre de technologies sur lesquelles nous essayons maintenant de mettre l'accent. Il ne s'agit pas tant d'un appareil activé à distance ou d'un simple robot ou capteur. Il est plus question d'intégrer ces systèmes à un milieu de vie qui s'adapte lorsque c'est nécessaire.

**La sénatrice Raine :** On a déjà posé une grande partie de mes questions.

Je trouve curieux que l'évolution — comme vous le dites — dans le domaine des robots conçus pour contribuer aux soins à domicile passe par les produits de consommation. Il y aura beaucoup d'échanges. Ces robots seront conçus à mesure que les fournisseurs de soins verront qu'ils deviennent de plus en plus utiles.

Je suis née avant le baby-boom. Nous savons tous qu'un nombre croissant d'aînés veulent rester chez eux. Il y a un énorme marché. À mes yeux, l'une des choses vraiment intéressantes, c'est que je crois que mes capacités sont un peu limitées sur le plan technologique, et je connais pourtant des gens 10, 20 ou 30 ans plus jeunes qui n'ont aucune difficulté. Prenons, par exemple, les enfants en âge de fréquenter l'école. Il existe des cours et des clubs destinés à ceux qui font de la robotique.

Sur le plan de la recherche, je me demande s'il existe un moyen, peut-être dans les universités ou dans votre réseau, d'exploiter les idées de ces jeunes penseurs en les faisant travailler directement avec les établissements de soins pour qu'ils comprennent les besoins des aînés et puissent peut-être participer à ce transfert de connaissances et de technologies.

**M. Mihailidis :** Tout à fait. C'est un très bon point et une chose que nous essayons de faire de plus en plus grâce à des activités communautaires.

Nous avons tous entendu parler des marathons de programmation ou d'autres activités qui réunissent les membres du public pendant 36 heures. En gros, on leur donne un défi et ils ont deux ou trois jours ininterrompus pour construire quelque chose. De très bonnes activités ont été organisées pour rapprocher

I've seen families with small children participating and seniors and people from industry all getting together in this area.

The issue with these kinds of hackathons community events is typically nothing useful comes out of them in terms of commercially viable product because they are done so quickly. At AGE-WELL we're running, in collaboration with an organization called Hacking Health our ideathons.

Across the country we're holding one-day events where we bring the general public together. Anyone can enter, whether you're a child, adolescent, adult or older adult. They work directly with our stakeholders. We bring in caregivers and older adults. They hear directly from them and deal directly with the individuals in terms of what their issues are.

At the end of the day, they formulate their teams, come up with an idea or a solution to care for a senior. They have one month to put a video together and submit it to us. Then we go through a judging process. We're doing it across four cities: Toronto, Montreal, Halifax and Vancouver. Our grand finale will be at our national conference in Winnipeg this October. We've held the one in Montreal already where about 180 people attend, again a wide variety in terms of age ranges.

We find these kinds of events and others we put on really useful for doing intergenerational design of the technologies. We also find that they really love getting together. We've seen several models of these working outside the technology space. For example, in the U.S. there are models of Montessori schools where children plus older adults with dementia are sharing in the same space, in the same classroom. If we can bring those types of models to the technology development world even more, we will see a significant impact on the types of technology that are coming out, the usefulness of these technologies and what future generations should be looking at.

I'll give one quick story and then I'll close off my remarks. When I started as a graduate student many years ago in biomedical engineering, the first thing my supervisor did at that point was made me volunteer for two months in the long-term care facility at Sunnybrook Hospital where we house many of our veterans. The whole point was to get me involved. I was part of those were changing them, feeding them and getting them dressed.

That experience as an engineer at that point kind of seemed to me like: Why is he making me do this? If he's watching, thank you very much. It gave me insights that I continue to have to this day. I also make my graduate students go through the same experience. Having that hands-on experience is invaluable to

les différentes générations. Nous avons assisté à des activités où j'ai vu des parents avec de jeunes enfants participer ainsi que des aînés et des gens de l'industrie.

Le problème de ce genre d'activités communautaires, des marathons de programmation, c'est qu'ils ne mènent habituellement pas à la création de produits viables sur le plan commercial compte tenu de leur courte durée. Au réseau AGE-WELL, nous organisons des marathons de réflexion en collaboration avec une organisation appelée Hacking Health.

D'un bout à l'autre du pays, nous faisons des activités d'une journée destinées au grand public. Tout le monde peut participer : les enfants, les adolescents et les adultes, jeunes ou âgés. Les participants travaillent directement avec nos intervenants. Nous faisons venir des fournisseurs de soins et des adultes âgés. Les fournisseurs parlent directement avec les participants, qui leur font part de leurs problèmes.

À la fin de la journée, ils forment une équipe et trouvent une idée ou une solution pour prendre soin d'un aîné. Ils ont un mois pour créer une vidéo et nous la soumettre. Nous évaluons ensuite les vidéos. Nous organisons cette activité dans quatre villes : Toronto, Montréal, Halifax et Vancouver. La grande finale aura lieu à notre conférence annuelle à Winnipeg, en octobre. Nous sommes déjà passés par Montréal, où environ 180 personnes étaient présentes, des gens de tous âges, encore une fois.

Nous trouvons les activités de ce genre et d'autres activités que nous organisons très utiles pour favoriser la création intergénérationnelle de technologies. Nous constatons également que les participants adorent se réunir. Nous avons vu plusieurs modèles de la sorte fonctionner en dehors du secteur des technologies. Par exemple, aux États-Unis, il y a le modèle des écoles Montessori où les enfants et des adultes âgés atteints de démence partagent le même espace, la même salle de classe. En recourant à ce genre de modèles dans le monde de la mise au point de technologies, nous aurions une incidence considérable sur le genre de technologies qui en découlerait et sur l'utilité de ces technologies, ainsi qu'une meilleure idée de ce que les générations futures devraient examiner.

Je vais raconter une petite histoire avant de terminer mes observations. Quand j'ai commencé mes études supérieures en génie biomédical il y a de nombreuses années, la première chose que mon superviseur m'a demandée était de faire du bénévolat pendant deux mois à l'établissement de soins de longue durée de l'hôpital Sunnybrook, où nous logeons beaucoup de nos anciens combattants. Il voulait que je me sente concerné. Je faisais partie de ceux qui changeaient les patients, qui les nourrissaient et qui les habillaient.

En tant qu'ingénieur, je me suis demandé à l'époque où il voulait en venir. J'en ai toutefois tiré des connaissances que j'utilise encore aujourd'hui. Je demande à mes étudiants diplômés d'en faire autant. Il est précieux d'avoir une expérience d'ordre pratique pour comprendre les problèmes, les terribles problèmes

understand the problems, these wicked problems I mentioned that we really need to solve. It has impacted the research of my own group and hopefully the research within AGE-WELL too.

**Dr. Anvari:** Definitely the outreach programs at each of our centres are key in helping stimulate young scientists of the future. They also bring them into touch with what are the needs in society. In our last robotic competition the winner was someone who produced a voice-activated wheelchair at a very low cost. It's incredible.

Every robotic manufacturer struggles with making the system easy to use. The simplicity of use will lead to its commercial success. If you need a PhD in computer engineering to use a robot, that robot is not going to be used. That's part and parcel of why companies need to be engaged with researchers. I can tell you as a researcher you always want to find a solution which does many things.

The first system I patented was a sophisticated robot with six arms which could do many different surgeries. This was instead of doing one procedure extremely well. As for the commercial side let's walk before you run. Let's make it simple, safe, reproducible, and something that every radiologist and every technician can use.

To your point, I don't know what Alex does, but whatever system they commercialize at the end should not be something that seniors can't use. It has to be easy to use by the user; otherwise it won't be commercially successful.

**Mr. Mihailidis:** You raise an important point. That's where artificial intelligence is having its largest impact. A very complex system can be made to seem very simple on the front end. The power of AI is allowing us to make our technologies more usable but still keep the sophistication and the customization required.

[Translation]

**Senator Cormier:** Thank you, gentlemen, for your statements. I live in a small region in northern New Brunswick, and I fully understand the positive impact of the arrival of new technologies such as yours for many people like us who have to travel for work, for instance. We are hearing a lot of experts on this topic. I was discussing this with my mother, who is 93. She uses new technologies like Skype at home, in her house. She is independent. As I discussed these matters with her, I felt a lot of hesitation on her part.

que j'ai mentionnés et que nous devons vraiment résoudre. Ce que j'ai appris ainsi a une incidence sur les travaux de recherche de mon propre groupe et — je l'espère — sur les travaux du réseau AGE-WELL.

**Dr Anvari :** Les programmes de sensibilisation mis en œuvre dans nos centres sont sans aucun doute essentiels pour stimuler les jeunes scientifiques de demain. Ils leur permettent également de constater les besoins dans notre société. La gagnante de notre dernier concours de robotique est une personne qui a créé un fauteuil roulant à activation vocale qui est très abordable. C'est extraordinaire.

Il est toujours difficile pour les fabricants de concevoir des systèmes de robotique qui sont faciles à utiliser. Leur succès commercial repose justement sur cette facilité d'utilisation. Si un doctorat en informatique est nécessaire pour se servir d'un robot, celui-ci va rester sur les tablettes. C'est exactement pour cette raison que les entreprises doivent travailler de pair avec les chercheurs. Je peux vous dire d'expérience que nous, chercheurs, sommes toujours en quête de solutions permettant de multiples applications.

J'ai obtenu mon premier brevet pour un robot perfectionné qui possédait six bras lui permettant de faire de nombreuses interventions chirurgicales différentes. C'était ce que j'avais cherché à obtenir, de préférence à un robot qui ne ferait qu'une seule chose, mais avec un maximum d'efficacité. Pour la commercialisation, il faut commencer par des choses simples. Il faut créer un système simple, sûr et reproductible que chaque radiologue et chaque technicien pourra utiliser.

Pour revenir à votre question, je ne sais pas ce que fait Alex exactement, mais il ne lui sert à rien de mettre en marché un système que les aînés ne pourront pas utiliser. La commercialisation va échouer si le système n'est pas facile d'utilisation.

**M. Mihailidis :** Vous soulevez un point important. C'est à ce niveau que l'impact de l'intelligence artificielle peut surtout être ressenti. Il est possible de concevoir un système très complexe tout en le rendant très simple à utiliser. Les possibilités offertes par l'intelligence artificielle nous permettent de rendre nos technologies plus simples à utiliser sans négliger pour autant le degré de perfectionnement et de personnalisation requis.

[Français]

**Le sénateur Cormier :** Merci, messieurs, pour vos présentations. J'habite une petite région au Nord du Nouveau-Brunswick et je saisis bien l'impact positif de l'arrivée de nouvelles technologies comme les vôtres sur des gens, comme nous, qui ont à se déplacer pour le travail, notamment. On entend beaucoup d'experts à ce sujet. J'en discutais justement avec ma mère qui a 93 ans. Elle utilise les nouvelles technologies, comme Skype, chez elle, dans sa maison. Elle est autonome. En discutant de ces enjeux avec elle, je sentais énormément d'hésitation en même temps.

Here is my question: in your research, do you examine the psychological impact of the new technology? In areas like the one I come from, how will these new technologies be integrated? How will the users of these technologies integrate them with confidence? My mother seemed to think this was akin to *Big Brother*. She wondered if she would be constantly watched. This research does raise that question.

The second part of my question is about the training needs in our hospitals and other institutions; training will have to be provided so that people can access these technologies. Are you in contact with the various teaching establishments regarding the integration of new technologies? Thank you; I'm sorry about the length of my question.

[English]

**Dr. Anvari:** Thank you, senator, for that interesting question. My own experience is that in a hospital setting people accept technologies quite easily. They're used to going to a hospital. The more technologies there are, the more they say, "Oh, I'm in a great spot."

In my world patients look at new technology as their friend because there is this recognition that people are not going to buy technology if it doesn't have benefit for the patient. They're not going to pay hundreds of thousands or millions of dollars to buy something if it's not going to benefit the patient. There is that trust. When they see technology they accept it. Technology is not threatening in a medical hospital setting.

In a home setting, and Alex can discuss it, that's a different issue. You are now entering their space. A friend of mine, Yulun Wang, produced one of the first robots. It was initially for hospitals but then he moved it to home. His company, InTouch, was American. The robot was threatening so he reduced the size and made it friendlier.

There are other considerations when it comes to their own home environment as compared to a hospital. I want to make that distinction. In a hospital setting we don't find that at all. Patients don't find it threatening. In fact, they find it reassuring that the hospital has the latest technology. In a home setting it's a slightly different challenge because you want to make sure they don't feel threatened by the equipment. Size matters. How it appears and the cosmetic aspect of it are crucial.

**Mr. Mihailidis:** That point is absolutely right. We face a different challenge in the home and with seniors. This goes back to our whole idea of co-creation of the technologies and ensuring

Ma question est la suivante : dans vos recherches, examinez-vous l'impact psychologique lié à l'arrivée de cette nouvelle technologie? Dans des milieux comme celui dont je suis issu, comment ces nouvelles technologies seront-elles intégrées? Comment les utilisateurs de ces technologies pourront-ils les intégrer avec confiance? Dans le cas de ma mère, elle voyait cela un peu comme *Big Brother*. Elle se demandait si elle serait constamment observée. La question tourne autour de cette recherche.

La deuxième dimension de ma question porte sur les besoins en formation que nos milieux hospitaliers et d'autres établissements devront prévoir pour que les gens puissent accéder à ces technologies. Êtes-vous en communication avec les divers établissements d'enseignement en ce qui concerne les questions d'intégration des nouvelles technologies? Je vous remercie, et je suis désolé pour la longueur de ma question.

[Traduction]

**Dr Anvari :** Merci, sénateur, pour cette intéressante question. D'après mon expérience, les technologies sont bien acceptées en milieu hospitalier. Les gens ont l'habitude de se rendre à l'hôpital. Plus ils y trouveront des outils technologiques, plus ils estimeront avoir fait le bon choix.

Dans mon milieu, les patients voient les technologies nouvelles d'un bon œil, car ils se disent que l'hôpital n'en aurait sans doute pas fait l'acquisition si elles n'étaient pas bénéfiques pour les patients. On ne va pas dépenser des centaines de milliers, voire des millions, de dollars pour des machines qui n'améliorent pas le sort des patients. Il y a donc un lien de confiance. Les patients acceptent facilement les technologies qu'on leur propose. Celles-ci ne constituent pas une menace en milieu hospitalier.

À domicile, et Alex pourra vous en dire plus long à ce sujet, c'est une autre paire de manches. C'est alors la technologie qui entre chez les gens. C'est un de mes amis, Yulun Wang, qui a conçu l'un des premiers robots. Il était destiné au départ aux hôpitaux, mais on l'a ensuite utilisé pour les soins à domicile. Le robot conçu par son entreprise américaine, InTouch, avait un air menaçant, si bien qu'il a dû en réduire la taille et lui donner une apparence plus amicale.

Il y a d'autres considérations qui entrent en compte dans la comparaison entre les soins à domicile et en milieu hospitalier. Si les patients peuvent trouver les robots menaçants lorsqu'ils sont chez eux, nous ne constatons rien de tel à l'hôpital. En fait, ils jugent plutôt rassurant que l'hôpital se soit doté des plus récentes technologies. Pour les patients à la maison, le défi est un peu différent, car nous devons nous assurer que les gens ne se sentent pas menacés par l'équipement. La taille est importante. L'apparence et l'aspect esthétique encore davantage.

**M. Mihailidis :** Je suis tout à fait d'accord. Nous devons composer avec des difficultés particulières dans le cas des aînés à domicile. Cela nous ramène à notre concept de création conjointe

that we understand right upfront what seniors want from technology. What do they want it to look like? What do they want it to do?

We have several projects in our network that are focusing on those issues from an older adult perspective and from the caregiver perspective. We have several technologies you can look at. You can look at the user interface to see what it looks like. It looks like it does because we can probably show you a drawing that seniors did themselves and gave to us as part of the co-creation approaches that we insist on and promote within our network and within the field in general. We always have to be very careful with that particular aspect of understanding what their needs are. If we incorporate that we find the level of acceptance significantly increases.

It is interesting in the technology and aging field that often we find the resistance doesn't come from the senior. It comes from the caregivers or family members who say that their moms or dads will not want to have cameras or robots in their homes. When we speak to the seniors themselves we often get this response: "If this lets me stay in my home, I'll take it as long as I understand what it is." Education is part of it.

Another issue is that these technologies are not for everyone. We have not done well in the technology and aging field to come up with some kind of approach to determine who would benefit the most from technology beyond what their own self-reports are telling us. There must be a better way to develop to understand who will benefit from a robot or from smart home systems and who will not, based on their characteristics, personalities, desires, medical conditions, et cetera. That's important as well.

To address the question on training, this is a significant part of any NC. You probably know, but I should clarify that in the NCE program, there are several different types of networks. Mehran is running a commercialization NCE and I run a classic NCE, so we cover from research and development right through to commercialization.

Training is a significant aspect. We have a training program in AGE-WELL called EPIC, which is Early Professionals, Inspired Careers. We have approximately 300 trainees going through our program. We are training individuals not to become the future academics but to become the future leaders whether they choose to be an academic, an industry leader, choose to work for government in policy or whatever the case may be. We have a wide range of activities, workshops, online courses and mentorship opportunities to train individuals throughout our network across all of our institutions.

des technologies pour nous assurer de comprendre dès le départ les besoins et les volontés des aînés. À quoi le robot devrait-il ressembler selon eux? À quelles fins devrait-on l'utiliser?

Plusieurs projets en cours au sein de notre réseau visent expressément à analyser ces enjeux tant du point de vue de l'aîné que de la perspective du pourvoyeur de soins. Nous avons différents outils technologiques que vous pourriez examiner dans ce contexte. Vous pourriez vous pencher notamment sur l'apparence de l'interface utilisateur. Pour expliquer notre choix, nous pourrions sans doute vous montrer un croquis fait par un aîné dans le cadre de l'approche de conception conjointe que nous préconisons au sein de notre réseau comme dans le secteur en général. Nous devons toujours nous assurer de bien comprendre quels sont les besoins des aînés. Lorsque nous procédons ainsi en tenant compte de leurs besoins, nous pouvons constater que le niveau d'acceptation est beaucoup plus élevé.

Dans le secteur des technologies liées au vieillissement, on peut toutefois souvent constater, chose intéressante, que la résistance ne vient pas nécessairement des aînés eux-mêmes. Ce sont les aidants naturels ou les proches qui soutiennent que leur père ou leur mère ne veut pas avoir de caméra ou de robot dans sa maison. Lorsque nous parlons aux aînés, ils nous répondent souvent : « Si cela me permet de rester à la maison, je vais l'accepter pour autant que je comprenne de quoi il s'agit. » Il y a donc un volet sensibilisation.

Il faut aussi savoir que la technologie n'est pas l'outil qui convient pour tous. Nous ne sommes pas vraiment parvenus à établir une approche coordonnée qui nous permettrait de déterminer quels aînés bénéficieraient le plus des nouvelles technologies, sans s'arrêter à ce qu'ils nous en disent eux-mêmes. Il doit exister une meilleure façon d'analyser notamment les caractéristiques individuelles, la personnalité, les volontés et l'état de santé de chacun pour savoir qui va bénéficier de la présence d'un robot ou d'un système de domotique. C'est un autre aspect important.

Par ailleurs, la formation est une composante primordiale du travail de tout centre d'excellence. Comme vous le savez sans doute, il existe au sein de notre programme différents types de réseaux. Ainsi, Mehran est à la tête d'un réseau axé sur la commercialisation, alors que celui que je dirige est plus conventionnel. Nous couvrons donc le spectre complet des activités, de la recherche-développement jusqu'à la mise en marché.

La formation est importante. Au sein du réseau AGE-WELL, nous offrons le programme de formation EPIC, l'acronyme pour Early Professionals, Inspired Careers, qui regroupe quelque 300 participants. Nous les formons non pas uniquement pour en faire des érudits, mais pour qu'ils deviennent les leaders de demain, peu importe qu'ils choisissent de faire de la recherche, d'être des chefs de file de l'industrie ou de travailler au sein des instances gouvernementales. Nous offrons tout un éventail d'activités, d'ateliers, de cours en ligne et de possibilités de mentorat par l'entremise de toutes les institutions formant notre réseau.

We are preparing to open our EPIC program to people outside of your classic person, the graduate students and undergraduates, by offering an opportunity for seniors and caregivers to join. This goes back to the intergenerational approach in education. If a company has an employee who wishes to gain further skills and knowledge in their technology and aging, they can also become an affiliate member of our program.

We are slowly building up the training aspect. We feel that is critical. It's not only the skills required to develop the technology to do the research. It's also understanding how to implement the technology, how to use it and when to use it appropriately.

This goes back to my initial remarks: These are just tools; these are not replacements for caregivers or services that can be provided. They are additional tools that caregivers in the health care system should be using at appropriate times and in the appropriate places.

**Senator Hartling:** Your presentations will help me prepare for my old age. I have a couple of questions. You spoke, Dr. Anvari, about breast cancer and early detection, especially for those at high risk. Breast cancer is probably one of the things that most women are most terrified of. How does technology work to detect it and how far away are we from it?

**Dr. Anvari:** Right now most women over the age of 50 undergo screening. High-risk women need to have a mammogram plus MRI on an annual basis. The problem with many screenings is that either the lesion is too large when they diagnose or often when they are finding lesions that are small and less determinate. Then they go from one screening to a second screening, to a biopsy, to a potential lumpectomy and are often negative.

We are trying to make it a one-stop. In some procedures you will reach that. If you go for a colonoscopy, you are sedated. You have the colonoscopy. They find a polyp. They do a biopsy and they remove it. It's the same with the angiogram. If they find an obstruction they stent it.

We are moving to the same principle of see and treat. In breasts it's a long way from that. The systems we are developing are early detection in screening. Right then and there at the moment, in the automation under the guidance of the radiologist they can decide to biopsy and if appropriate ablate. In future autonomously using Watson, which is using millions and millions of interactions to make accurate diagnosis, can make those decisions.

Nous nous apprêtons à élargir l'accès à notre programme EPIC en cessant de nous limiter à la clientèle traditionnelle des étudiants universitaires pour permettre aussi à des aînés et à des aidants naturels d'y participer. Cela nous ramène à l'approche intergénérationnelle en matière d'éducation. Si une entreprise compte un employé souhaitant parfaire ses compétences et ses connaissances en technologie liée au vieillissement, il pourra aussi prendre part à notre programme en tant que membre affilié.

Notre volet formation prend lentement de l'expansion. Nous estimons que c'est un aspect essentiel. Il ne s'agit pas uniquement d'acquérir des compétences pour concevoir des technologies et effectuer des recherches, il faut également comprendre comment les technologies doivent être mises en œuvre, de quelle manière on doit les utiliser et à quel moment.

Je vous rappelle ce que je disais au départ. Ce ne sont que des outils; ils ne vont pas remplacer les pourvoyeurs de soins et les services qui sont actuellement offerts. Ce sont des outils additionnels que les intervenants du milieu de la santé devraient utiliser au moment approprié et à l'endroit qui convient.

**La sénatrice Hartling :** Vos témoignages vont m'aider à me préparer en prévision de mes vieux jours. J'ai quelques questions à vous poser. Vous avez parlé, docteur Anvari, de cancer du sein et de détection précoce, surtout pour les femmes présentant un risque élevé. Le cancer du sein est probablement l'une des plus grandes craintes pour les femmes. Comment la technologie peut-elle nous aider à détecter cette forme de cancer et peut-on s'attendre à des avancées importantes dans un avenir rapproché?

**Dr Anvari :** À l'heure actuelle, la plupart des femmes de 50 ans et plus se soumettent à des tests de dépistage. Les femmes présentant un risque élevé doivent subir annuellement une mammographie et un test d'imagerie par résonance magnétique. Malheureusement, le dépistage permet bien souvent de détecter des lésions qui sont trop étendues pour être traitées ou encore qui sont de très petite taille et pas vraiment déterminantes. La patiente doit alors passer du premier dépistage à un second, puis à une biopsie et à une éventuelle tumorectomie, tout cela sans que les résultats soient nécessairement positifs.

Nous essayons de faire en sorte que toute la démarche puisse être réalisée en une seule étape. Dans certaines interventions médicales, c'est chose possible. Si vous subissez une colonoscopie, on vous met sous sédation. Si l'on découvre alors un polype, on procède sur-le-champ à une biopsie pour l'extraire. C'est la même chose dans le cas d'un angiogramme. Si l'on constate qu'il y a une obstruction, on installe une endoprothèse.

C'est toujours le même principe; il s'agit de pouvoir examiner et traiter le patient en une seule étape. Dans le cas du cancer du sein, nous en sommes encore très loin. Les systèmes que nous concevons actuellement visent la détection précoce grâce au dépistage. Il est alors possible, sous la direction d'un radiologue, de décider sur-le-champ de procéder à une biopsie et à une ablation au besoin. À l'avenir, de telles décisions pourraient être



Basically, our systems allow a patient to undergo screening if something is detected. With needlescopic we have an accurate biopsy with minimal pain or almost no pain because the system freezes it beautifully, gets to the point and targets it accurately. The next step is within certain parameters. Right now we are working with a couple of companies toward early detection and having a biopsy and diagnosis right on the spot. That's not that far away. We can ablate using cryotherapy. Actually the patients come for a screening and they leave. If it is detected that something has to be dealt with, they don't have the wait that goes into that step.

Eventually health care will save money from robotics by reducing the steps built into the ways we deliver care. By making it more efficient these systems not only pay for themselves but, from a patient perspective, they reduce the wait, the worry and the benefits of having something that is minimally invasive or less invasive. That's why it's a natural progression in any health care but particularly in ours.

**Senator Hartling:** I have a question for Alex. We talked about smart homes. I'm concerned about my mother because she's aging. She's almost 90. She has vision loss. Otherwise she can live on her own, but it's a concern for my siblings who live nearer to her than I do.

Will there be some technology that can help her? She can see in one eye but not that well. Are there things coming in the technology area that will help her remain in her home?

**Mr. Mihailidis:** In a lot of work is being done in the vision area and in hearing loss as well. It all depends on the severity of her impairment and what aspects of task completion she is having difficulty with in interacting with her environment.

Often for that kind of situation it's not a high-tech solution. It's maybe a series of low-tech solutions but environmental modification.

**Senator Hartling:** Such as what?

**Mr. Mihailidis:** Changing the layout of the room, changing contrasts of various objects, or simple things like placing reflective tape on the edges of furniture. They're simple solutions that anyone can implement. If you talk to good occupational therapists they can also help implement these types of solutions.

prises de façon autonome par un système comme Watson, qui est capable d'établir un diagnostic précis en s'appuyant sur des millions d'interactions.

En vertu des systèmes que nous offrons, la patiente se soumet à un dépistage. Si une anomalie est détectée, la microchirurgie nous permet de procéder avec précision à une biopsie en ciblant l'endroit à atteindre de telle sorte que la douleur soit minime ou inexistante pour la patiente grâce au gel de la partie touchée. La prochaine étape est à notre portée. Nous collaborons actuellement avec quelques entreprises afin qu'il soit possible de procéder à une détection précoce, à une biopsie et à un diagnostic en une seule étape. L'ablation peut se faire en utilisant la cryothérapie. Dans l'état actuel des choses, la patiente part tout de suite après son test de dépistage. Si nous détectons quelque chose qui doit être traité, la patiente doit attendre son prochain rendez-vous. C'est cette attente que nous voulons éviter.

Les systèmes de robotique en viendront à permettre des économies dans la prestation des soins de santé en diminuant le nombre d'étapes. Non seulement ces systèmes se paieront-ils d'eux-mêmes grâce aux gains d'efficacité qu'ils procureront, mais ils réduiront aussi l'attente et les inquiétudes chez les patients tout en leur donnant accès à des traitements moins invasifs. C'est donc une progression toute naturelle pour tout système de santé, et particulièrement pour le nôtre.

**La sénatrice Hartling :** J'ai une question pour Alex. Nous avons parlé des maisons intelligentes. Je m'inquiète un peu pour ma mère, car elle aura bientôt 90 ans. Elle pourrait vivre de façon autonome si ce n'était d'une perte graduelle de sa vision, ce qui ne manque pas d'inquiéter mes frères et sœurs qui vivent à proximité d'elle.

Est-ce que des innovations technologiques pourraient lui faciliter la vie? Elle voit encore d'un œil, mais pas très bien. Y a-t-il des nouveautés technologiques à venir qui pourraient l'aider à demeurer à la maison?

**M. Mihailidis :** De nombreux travaux sont menés au bénéfice des gens qui perdent graduellement la vue ou l'ouïe. Tout dépend en fait de la gravité de son handicap et des aspects de la vie quotidienne qui lui posent des difficultés particulières.

Il arrive souvent dans des situations semblables que la solution ne vienne pas de la haute technologie. Il pourrait être nécessaire de procéder à différents ajustements de base dans son environnement.

**La sénatrice Hartling :** Avez-vous des exemples?

**M. Mihailidis :** On pourrait modifier la disposition de l'ameublement, s'assurer qu'il y a des contrastes entre les différents objets ou prendre des mesures simples comme apposer du ruban réfléchissant sur les bords des meubles. Il s'agit de solutions simples que n'importe qui peut appliquer. Un bon ergothérapeute pourrait aussi vous aider à faire le nécessaire.

My point as part of this answer is that it's not all about high tech. I understand we are here to talk about robotics and artificial intelligence, but often a lot of people jump right to the high-tech solutions, especially when it comes to seniors, when often it's the low-tech environmental and behavioural changes.

Talk with your mother about different ways she can do things in order to take into account her visual loss or other impairments. These are all critical aspects. It's part and parcel of the high-tech solution. It's a combination of everything we need to be looking at.

**Senator Hartling:** It is trying to figure it out in the best interests of seniors. They are happier staying in their own homes. Sometimes when they go into homes they fail quicker and their happiness is lower. To your point, you can find ways and if it's not technology it's other ways.

**The Chair:** Before I go to second round, I would like to pursue a couple of issues that have come up.

Dr. Anvari, you talked about current applications of these areas in the surgical field. Can you give us a bit of a sense of the near future with regard to developing technologies?

For example, you mentioned prostate issues. It's my understanding that recent developments at the research level in your kind of operation have shown that the spectrographic/radiological combination, with the information from deep learning applied to robotic surgical capabilities, is projecting the possibility of dramatically reducing the invasiveness of testing and so on in that area. The whole prostate can be screened and looked at before doing a biopsy. It can be done much more accurately with much less impact and lowering the risk of infections and so on. Can you give us a few examples of those things you see on the horizon?

**Dr. Anvari:** Absolutely, thank you. As a surgeon I often laugh at what I am doing in a way will put many surgeons out of work because it will reduce the need for many surgeries. With this technology we are moving the diagnosis earlier and earlier in its phase and often treating it at an earlier molecular level. We are getting close, as you said, as is the case with mastectomies, to prostatectomies and even lumpectomies being things of the past.

We are very good at diagnosis. We have technology where we can almost detect cancer cells. The problem is you still have a very blunt instrument to get that cancer out; you still have to remove the organ. We are combining or coupling our incredible increasing capacity to diagnose diseases at a very early stage

Je voulais simplement faire valoir dans ce contexte que la technologie n'est pas une panacée. Je suis bien conscient que nous sommes ici pour parler de robotique et d'intelligence artificielle, mais il arrive trop fréquemment que les gens passent directement à la solution de haute technologie, surtout dans le cas des aînés dont la situation n'exige bien souvent que des ajustements à l'environnement et des changements de comportement.

Vous pourriez discuter avec votre mère des différentes façons dont elle peut faire les choses pour tenir compte de sa perte de vision ou de ses autres incapacités. Tout cela doit s'intégrer parfaitement aux solutions de haute technologie. Nous devons envisager une combinaison de ces différentes mesures.

**La sénatrice Hartling :** J'essaie seulement de voir qu'est-ce qui est le mieux pour les aînés. Ils sont plus heureux lorsqu'ils peuvent demeurer dans leur maison. Il arrive parfois que ceux qui vont vivre en résidence soient moins heureux et voient leur état se détériorer plus rapidement. Mais je comprends bien qu'il faut trouver des moyens qui ne sont pas nécessairement d'ordre technologique.

**Le président :** Avant de passer au second tour, j'aurais moi-même des questions sur un ou deux enjeux qui ont été soulevés.

Docteur Anvari, vous avez parlé des applications actuelles de ces technologies dans le domaine chirurgical. Pouvez-vous nous donner un aperçu de ce que l'avenir immédiat nous réserve quant au développement de ces technologies?

À titre d'exemple, vous avez mentionné les problèmes de prostate. D'après ce que j'ai pu comprendre, les récentes avancées dans ce secteur de recherche font en sorte qu'il pourrait être possible de réduire considérablement le caractère invasif des tests et des autres interventions grâce aux données détaillées produites par un système robotisé de chirurgie combinant spectrographie et radiologie. L'ensemble de la prostate peut ainsi être examiné avant que l'on procède à une biopsie. On peut le faire avec une plus grande précision tout en réduisant les impacts et les risques d'infection, notamment. Pouvez-vous nous donner quelques exemples de ces avancées qui se profilent à l'horizon?

**Dr Anvari :** Oui, merci pour la question. Comme je suis moi-même chirurgien, je trouve plutôt ironique de voir mon travail mettre en quelque sorte au chômage de nombreux anciens collègues, du fait que plusieurs chirurgies deviendront inutiles. Cette technologie nous permet d'établir un diagnostic beaucoup plus tôt dans le processus et souvent de traiter la maladie dès son niveau moléculaire initial. Comme vous l'avez indiqué, tout cela est à notre portée et, dans un avenir peut-être pas si éloigné, les mastectomies, prostatectomies et même les tumorectomies seront peut-être devenues choses du passé.

Nous sommes très efficaces pour ce qui est des diagnostics. Nous disposons d'outils technologiques qui nous permettent pour ainsi dire de détecter les cellules cancéreuses. Malheureusement, nous devons toujours nous servir de moyens plutôt rudimentaires pour nous attaquer au cancer; il faut encore extraire l'organe

with treating. We are allowing the patient to benefit from treatment, not by going to centres of excellence down south but having it closer to home.

You are absolutely right. We are skilling it to the point that technology can in all forms of cancer diagnosis and neurospinal diagnosis. In the future very few people will have craniotomies to deal with various issues. Things are changing. If I were in front of your panel 10 years ago, I would have been talking about the incredible number of cardiac surgeries we do: open heart surgeries, off pump and on pump. That number has diminished substantially in the last 10 years. Many people are getting stenting.

Surgery and many interventions are moving that way. They are becoming less invasive. There is going to be points of diagnosis and they are going to be better targeted. This will help not only with longevity but will eventually cut our health care. It doesn't seem so because every technology is expensive but it is by making a difference in how many steps patients have to make.

To your point, absolutely in the near future certain diseases will be more targeted. The more common cancers are the ones that companies will say "I can," but in the future it will be across many illnesses where you will see technology make a big difference.

We talk about tremors. There are now robotics systems that can target areas of the brain with high-intensity ultrasound which prevents tremors. This is one of the things the elderly suffer from. This has been a big issue.

You will actually be addressing many of these things using targeted, minimally invasive technology. A robot is a tool that enables us to do something that frankly humans, surgeons or physicians cannot do. It can do things better than we can.

**The Chair:** You have introduced with a direct example the combination of diagnosis with treatment. You mentioned cancer. We have the Pollock centre in British Columbia which is now able to identify individual cancers and look for treatments of the basic cause of the genetic problem. It's not 100 per cent successful because not all cancers lend themselves to that treatment. The earlier you can diagnose, the better. I appreciate your answers in a number of ways, but having included the combination of diagnostics with treatment and prevention has a big impact.

touché. Nous essayons maintenant d'adjoindre une capacité de traitement à notre incroyable efficacité à poser des diagnostics de plus en plus précoces. Nous voulons que le patient puisse bénéficier des traitements qui existent, non pas en se rendant dans les centres d'excellence situés plus au sud, mais bien en y ayant accès à proximité de chez lui.

Vous avez tout à fait raison. Nous avons perfectionné les choses à un point tel qu'il nous est désormais possible de diagnostiquer toutes les formes de cancer et de maladie de la moelle épinière. À l'avenir, très peu de patients devront subir une craniotomie pour régler différents problèmes de santé. Les choses évoluent. Si j'avais comparé devant ce comité il y a 10 ans, je vous aurais sans doute parlé du nombre incroyable de chirurgies cardiaques que nous effectuons : des chirurgies à cœur ouvert, avec ou sans pompe. Le nombre de chirurgies semblables a beaucoup diminué au cours des 10 dernières années. Bien des gens se font désormais installer une endoprothèse.

C'est là où se situe l'avenir de la chirurgie et de bien d'autres interventions. Elles vont devenir moins invasives. Les diagnostics vont être de plus en plus ciblés. Ces progrès nous permettront non seulement d'accroître la longévité de la population, mais aussi de réduire les coûts des soins de santé. Cela peut sembler contradictoire compte tenu des coûts élevés associés à la technologie, mais il y aura d'importants gains d'efficacité du fait que le patient aura moins d'étapes à franchir.

Pour répondre à votre question, il va de soi que certaines maladies seront davantage ciblées dans un avenir rapproché. Les entreprises vont vouloir s'attaquer aux formes de cancer les plus courantes, et les progrès technologiques ne vont pas manquer d'améliorer la situation à l'égard de nombreuses autres maladies.

Nous pouvons par exemple penser aux tremblements. Il existe maintenant des systèmes robotisés permettant d'atteindre certaines parties du cerveau avec des ultrasons à haute intensité qui préviennent les tremblements. C'est l'un des maux dont peuvent souffrir les aînés. C'est un enjeu important en matière de santé.

Nous pourrions en fait nous attaquer à bon nombre de ces problèmes de santé au moyen d'une technologie mieux ciblée et beaucoup moins invasive. En toute franchise, un robot nous permet d'effectuer certaines choses qui sont impossibles pour les êtres humains que nous sommes, en chirurgie comme ailleurs. Le robot est aussi meilleur que nous pour accomplir certaines tâches.

**Le président :** Vous nous avez donné un exemple concret d'une combinaison de diagnostic et de traitement. Vous parliez du cancer. Nous avons le centre Pollock en Colombie-Britannique où l'on est maintenant capable de détecter les différents cancers et de chercher des traitements en fonction de la cause génétique. Ce n'est pas efficace dans tous les cas, car certains cancers ne se prêtent pas à des traitements semblables. Le plus tôt un diagnostic peut être établi, meilleures sont les chances de guérison. Je comprends vos réponses à différents points de vue, mais il semble surtout important d'intégrer diagnostic, traitement et prévention.

Mr. Mihailidis, you answered part of this in your comments, but I want to come back to health care delivery, which is a provincial responsibility. We have been talking about innovations in the treatment of patients, diagnostics and/or treatment of patients. Innovations in the actual delivery of that health care are a different thing. It involves people different from you in terms of your affinity and natural instinct to use innovation and adapt it.

I'd like to get a sense from each of you from the two perspectives you bring. Specifically, do you see provincial health care systems moving with appropriate approaches to prepare themselves to employ these emerging advances for the population in their provinces?

**Dr. Anvari:** I can answer from my world, which is a medical world. I met a number of health ministers from different provinces. Invariably all of them see the benefits that the technologies I have discussed can bring. However, there is a degree of separation from people understanding the benefits to procurement and the bureaucracy that health care procurement is in this country.

Frankly, the United States is a lot simpler. It may seem like a complex system, but you will sell if you provide a benefit to a patient to the point where they say, "I am going to go to this hospital because they have this latest technology." In Canada it's not that simple. Often problems arise because of the provincial procurement systems.

No doubt they all see the benefits that technology brings and can improve. Sometimes the minister pushes something. We have been dealing with Quebec and Ontario right now. There seems to be a big buy-in from high up. I will let you know, senator, how much will go down.

It is definitely in how medical health care dollars are spent at the provincial level procuring these technologies. You have to have a high level of evidence, as Alex said. For example, the cancer agencies want a number of RCTs. All of that takes time. Eventually they will get there. It's a slower process, whereas if you show the benefits in the United States and other customer-driven countries the hospitals will buy it because that's where the patients will come to.

**Mr. Mihailidis:** I completely agree with the response so far. In terms of our area of technology and aging, I do not feel that collectively the provinces have been preparing us properly for the delivery and the use of these technologies to support our seniors in their homes and communities.

Monsieur Mihailidis, vous avez déjà répondu partiellement à cette question dans vos observations, mais je veux revenir au fait que la prestation des soins de santé est de compétence provinciale. Nous avons parlé des innovations au chapitre du traitement des patients et des diagnostics. La situation est un peu différente lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre ces innovations dans le contexte des soins dispensés aux patients. Cet exercice exige le concours d'autres intervenants qui ne partagent pas nécessairement vos affinités pour l'innovation et votre instinct naturel à vous en servir et à l'adapter à vos besoins.

J'aimerais savoir ce que vous en pensez à partir de vos points de vue respectifs. Croyez-vous que des approches adéquates ont été adoptées au sein des systèmes provinciaux de santé pour permettre le recours à ces technologies émergentes au bénéfice de la population?

**Dr Anvari :** Je peux vous répondre du point de vue du milieu médical. J'ai rencontré les ministres de la Santé de différentes provinces. Ils semblent tous être bien conscients des avantages que peuvent procurer les technologies dont je vous ai parlé. Il y a toutefois un fossé entre la prise en compte de ces avantages et les actions concrètes ainsi que les formalités à remplir pour se procurer les outils en question au bénéfice de la santé des Canadiens.

Pour dire vrai, les choses sont beaucoup plus simples aux États-Unis. Le système semble peut-être plus complexe, mais il devient facilement rentable d'opter pour ces technologies plus récentes en sachant que les patients vont choisir votre hôpital pour cette raison. Ce n'est pas aussi simple au Canada. Les problèmes sont souvent causés par les systèmes provinciaux d'approvisionnement.

Bien évidemment, tout le monde comprend bien que ces outils technologiques peuvent contribuer à améliorer la situation. Il arrive qu'un ministre en poste préconise une solution ou une autre. Nous avons actuellement des échanges à ce sujet avec le Québec et l'Ontario. Le tout semble être très bien accueilli dans les hautes sphères. Je vous indiquerai, sénateur, dans quelle mesure cela se répercutera sur le terrain.

Il s'agit de voir jusqu'à quel point les responsables des régimes provinciaux de la santé sont prêts à investir dans ces technologies. Comme Alex l'indiquait, il faut pouvoir s'appuyer sur une grande quantité de données probantes. À titre d'exemple, les agences de lutte contre le cancer exigent un certain nombre d'essais cliniques randomisés. Tout cela prend du temps, mais on va finir par y arriver. C'est un processus qui est plus lent, alors qu'aux États-Unis et dans les autres pays où les approvisionnements sont dictés par la clientèle, il suffit de démontrer les avantages d'une technologie pour que les services de santé en fassent l'acquisition pour attirer des patients.

**M. Mihailidis :** Je suis entièrement d'accord. Je n'ai pas l'impression que les provinces ont su collectivement mettre en place les conditions nécessaires au déploiement et à l'utilisation de ces technologies pour appuyer les aînés chez eux et dans leur collectivité.

Some provinces are doing better than others. Alberta is doing significant work in this area. Ontario is trying to do more. New Brunswick is doing quite a bit as well. The problem we see at the provincial level is incentivizing the health care systems to use these technologies and their power right at the front lines with the family physicians.

I have heard from several family physicians who say, “This is nice and all but I don’t want my patients coming to my office with the data being collected by their smart home showing changes in their cognition. They don’t know what that data is telling them. They are coming to me saying that their home is telling them they may have dementia but there is nothing I can do about it at this point.” They’re not incentivized, obviously, through our current health care system, to make use of that technology in their practice.

We were working with a start-up company that made a nice technology to help connect family caregivers with each other and with family physicians. The physician could enter information into this app that could be shared among the care circle.

We hear from family physicians saying, “I don’t have time in my practice to go to this app and fill in the information. If the caregivers want to hear what is wrong with their loved one then they should come to the appointment.”

There is some truth to that, but if you have caregivers living in Toronto, Montreal and Vancouver, all caring for their parent in Winnipeg, as is often the case, that’s not possible to do.

Our health care systems at the provincial level need to provide that incentive. They need to understand the benefit of the data we can collect from our sensors, whether environmental, wearable or robotics based. Our health care systems need to know how it truly can drive down the costs of providing care to these individuals and not just focus so much on the direct health care costs but on the indirect ones as well.

If you look at the indirect cost of caregiving, it’s in the billions of dollars in Canada. A significant amount of money is being lost because we are not embracing these new models.

**The Chair:** Dr. Anvari, you used one word that is basic to the issues we face in health care in Canada, and that is choice. We are the only one of 35 countries that does not have a choice. We are the only country where citizens do not have a choice in our health care in terms of provider. Competition is one the major drivers of innovation in most other areas of human activity so maybe there is some aspect in there.

Certaines provinces s’en tirent mieux que d’autres. L’Alberta effectue un travail considérable en la matière. L’Ontario s’efforce d’en faire davantage. Le Nouveau-Brunswick n’est pas en reste. À l’échelon provincial, il nous faut trouver les moyens d’inciter les régimes de santé à mettre à profit ces technologies et les possibilités qu’elles offrent dès les premiers contacts du patient avec son médecin de famille.

Plusieurs médecins de famille m’ont dit que c’est bien beau tout cela, mais qu’ils ne voulaient pas voir leurs patients se présenter à leur cabinet avec les données recueillies par leur habitat intelligent indiquant des changements dans leurs capacités cognitives. Ils ne savent pas ce qu’il faut comprendre de données semblables. Ils se présentent devant moi en me disant que leur maison leur indique qu’ils souffrent de démence, sans qu’il ne soit possible de faire quoi que ce soit. De toute évidence, notre régime actuel de santé n’encourage pas les médecins à utiliser ces outils technologiques dans leur pratique.

Nous avons collaboré avec une entreprise en démarrage à la mise au point d’un intéressant outil technologique permettant de mettre en contact les aidants naturels, entre eux et avec le médecin de famille. Celui-ci pouvait se servir de l’application pour communiquer des indications aux proches du patient.

Il y a des médecins de famille qui soutiennent qu’ils n’ont pas le temps de saisir des données dans cette application et que les aidants naturels n’ont qu’à accompagner le patient à ses rendez-vous pour se tenir au fait de son état de santé.

Il y a une part de vérité à cela, mais si vous avez des aidants naturels qui vivent à Toronto, à Montréal et à Vancouver, qui prennent tous soin de leur parent à Winnipeg, comme c’est souvent le cas, alors c’est impossible.

Nos systèmes de soins de santé à l’échelle provinciale doivent offrir cet incitatif. Ils doivent comprendre que nous pouvons bénéficier des données que nous pouvons recueillir à partir de nos capteurs, que ce soit des capteurs environnementaux, portables ou robotiques. Nos systèmes de soins de santé doivent savoir comment réellement réduire les coûts associés aux soins prodigués à ces personnes et ne doivent pas se concentrer autant sur les coûts directs des soins de santé et doivent tenir compte aussi des coûts indirects.

Si l’on regarde les coûts indirects associés à la prestation de soins, ils se chiffrent en milliards de dollars au Canada. Nous perdons une bonne partie de l’argent parce que nous n’adoptons pas ces nouveaux modèles.

**Le président :** Docteur Anvari, vous avez utilisé un terme qui est à la base des problèmes auxquels nous sommes confrontés dans le secteur des soins de santé au Canada, et c’est le choix. Nous sommes le seul pays parmi 35 pays qui n’a pas le choix. Nous sommes le seul pays où les citoyens ne peuvent pas choisir leurs fournisseurs de soins de santé. La concurrence est l’un des principaux moteurs de l’innovation dans la majorité des autres domaines de l’activité humaine, alors il y a peut-être un aspect à considérer ici.

I will turn to the second round now.

**Senator Stewart Olsen:** You mentioned a dementia predictor. Would you elaborate on that, please?

**Mr. Mihailidis:** I will preface this by saying it is still research based. We have conducted a project and there are others happening at AGE-WELL now showing that monitoring changes in the patterns of living of an individual can be a predictor of change in cognitive impairment with that person.

In the first example of the system we developed we used data from colleagues in the U.S. They put motion sensors in each room of the homes of 300 seniors over a period of three years. During those three years, many of the individuals went from cognitive intact to cognitive impaired.

We built models using predictive analysis and other aspects of machine learning that are able to build models of the sensor firing to know how much time they spend in the bedroom, in the bathroom and out of the house. We built models that showed typical sleeping patterns and things like that of someone who is cognitively intact versus someone who is cognitively impaired or may have dementia.

Based on those models we can build in predictive aspects to show that a person, in terms of the data collected on their living patterns in their home, is trending toward what a cognitively impaired person may look like.

In the particular study we found we only needed three months of data to have a number of around 85 per cent. We increased that to close to 90 to 92 per cent when we took into account other factors. Very simple data can be collected. It is motion sensor data that all of us probably have in our homes already if you have a home security system.

In terms of analytics and machine learning with things like IBM Watson and cognitive computing, at the end of the day these models are becoming more accurate and more easily implemented.

**Dr. Anvari:** We are going to hear the word prediction more and more. When we talk about prevention generally we look at the macro level at healthy living, exercise, et cetera. We are now going to be seeing prevention at the micro level. With the science of genomics as it is advancing and with the various algorithms that were mentioned and with cloud computing, we are going to be able to predict based on your current trends the types of diseases you will have and prevent them before they get to that point. Prediction will be a big part of how we offer health care because we are hopefully preventing diseases that will cost a lot more to treat.

Je vais maintenant passer à la deuxième série de questions.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Vous avez parlé d'un indicateur de démence. Pourriez-vous nous en dire plus à ce sujet, s'il vous plaît?

**M. Mihailidis :** Je dois commencer par dire que des recherches sont encore en cours à ce sujet. Nous avons mené un projet et d'autres initiatives sont en cours à AGE-WELL qui démontrent que la surveillance des changements dans les modes de vie d'une personne peut être un indicateur de changement dans la déficience cognitive de cette personne.

Dans le premier exemple de système que nous avons élaboré, nous avons utilisé des données provenant de nos collègues américains. Ils ont placé des capteurs dans toutes les chambres de 300 personnes âgées sur une période de trois ans. Pendant ces trois ans, bon nombre de ces personnes, qui ne souffraient d'aucun trouble cognitif, sont devenues atteintes d'une déficience cognitive.

Nous avons conçu des modèles à l'aide d'analyses prévisionnelles et d'autres aspects d'apprentissage automatique qui ont permis de mettre au point des modèles de capteurs permettant de savoir combien de temps les gens passent dans leur chambre à coucher, à la salle de bain et à l'extérieur de la maison. Nous avons conçu des modèles qui capturaient des données sur les habitudes du sommeil et d'autres aspects permettant de savoir si une personne ne souffre pas de troubles cognitifs ou si une personne est atteinte d'une déficience cognitive ou de démence.

À partir de ces modèles, nous pouvons ajouter des aspects prévisionnels pour montrer qu'une personne, à partir des données recueillies sur ses habitudes de vie à la maison, risque de devenir une personne atteinte d'une déficience cognitive.

Dans le cadre de cette étude, nous avons découvert que nous avons seulement besoin de trois mois de données pour obtenir un chiffre d'environ 85 p. 100. Nous avons augmenté ce chiffre à près de 90 ou 92 p. 10 lorsque nous avons pris en compte d'autres facteurs. Des données très simples peuvent être colligées. C'est un détecteur de mouvement que nous avons probablement tous dans nos maisons déjà, pour ceux qui ont un système de sécurité.

En ce qui concerne l'analyse des données et l'apprentissage automatique comme la solution IBM Watson et l'informatique cognitive, en bout de ligne, ces modèles sont de plus en plus exacts et beaucoup plus faciles à mettre en œuvre.

**Dr Anvari :** Nous allons entendre de plus en plus souvent le terme « prédiction ». Lorsque nous parlons de prévention, de façon générale, nous examinons si la personne a un mode de vie sain, fait de l'exercice, et cetera. Nous allons maintenant examiner la prévention à plus petite échelle. Grâce aux avancées en génomique et aux divers algorithmes qui ont été mentionnés ainsi qu'à l'informatique en nuage, nous serons en mesure de prévoir, en fonction des tendances actuelles entourant les maladies, si une personne souffrira d'une certaine maladie, et nous pourrions faire de la prévention. Ces prédictions seront un

Diabetes is a big issue. Now we know some of the factors that lead to diabetes. It is going to double in our population over the next few years. It reduces the life expectancy of many communities in Canada, particularly Inuit and First Nations. With these predictive algorithms that we talk about there will be a major change in the next decade.

**Senator Seidman:** A lot of my questions have been answered already but I did have one for you, Dr. Anvari, which has not. I would like to preface it by saying congratulations to both of you on the major contribution that your centres are making to the future of health care and obviously on many different levels. I'm pleased to hear that you use the input of users, whether they are patient families or ordinary Canadians, in the development of everything that you are doing. That is very hopeful.

Dr. Anvari, I would like to ask you a couple of specific questions about CSii and its funding. You have had funding from NCE from 2009 to 2017. Is that correct?

**Dr. Anvari:** Correct.

**Senator Seidman:** That was \$14.8 million.

**Dr. Anvari:** Correct.

**Senator Seidman:** Then you had \$28.4 million in contribution from 16 partners. I have three fairly quick questions. Has your centre requested federal funding beyond 2017?

**Dr. Anvari:** Yes, there was a new round for present CECRs to apply so we applied for funding. The aim is for our accelerators to become self-sufficient. Although we have already reached some degree of self-sufficiency, in order to continue to fund robotic R&D at the pace we have in the last seven years we need a level of funding beyond what we already have.

With the creation of start-ups and the royalty streams coming back to our centre it will take a few years. The government realizes that it is almost impossible in the provision of health care to expect a CECR to lead to commercial success and receive royalties in seven years. We are hopeful the government will continue to provide support for the next five years, by which time we will be fully self-sufficient with respect to royalties coming back from the start-ups.

We are fortunate in having MDA being a big investor in not only our CECR but now in our start-up. This shows that a multi-billion dollar iconic Canadian company believes that Canada can

aspect important de la façon dont nous offrons les soins de santé, car nous espérons pouvoir prévenir des maladies qui coûteront beaucoup plus cher à traiter.

Le diabète est un gros problème. Nous connaissons maintenant quelques-uns des facteurs qui causent le diabète. Sa prévalence doublera au sein de la population au cours des prochaines années. Le diabète fait baisser l'espérance de vie dans de nombreuses communautés au Canada, plus particulièrement les collectivités inuites et des Premières Nations. Grâce à ces algorithmes prédictifs dont nous discutons, il y aura d'importants changements au cours de la prochaine décennie.

**La sénatrice Seidman :** Vous avez déjà répondu à un grand nombre des questions que je voulais poser, mais j'en ai une pour vous, docteur Anvari. J'aimerais commencer par vous féliciter tous les deux des importantes contributions de vos centres pour l'avenir des soins de santé et à bien d'autres égards. Je suis ravie d'entendre que vous tenez compte de l'avis des utilisateurs, que ce soit les familles des patients ou des Canadiens ordinaires, dans tout ce que vous mettez au point. C'est très encourageant.

Docteur Anvari, j'aimerais vous poser quelques questions précises sur le CSii et son financement. Vous avez reçu du financement des RCE de 2009 à 2017, n'est-ce pas?

**Dr Anvari :** C'est exact.

**La sénatrice Seidman :** Vous avez reçu 14,8 millions de dollars.

**Dr Anvari :** C'est exact.

**La sénatrice Seidman :** Vous avez reçu 28,4 millions de dollars de 16 partenaires. J'ai trois questions assez courtes pour vous. Votre centre a-t-il demandé du financement fédéral pour après 2017?

**Dr Anvari :** Oui, il y a eu une nouvelle ronde où les CECR pouvaient présenter des demandes de financement. Nous visons à ce que nos accélérateurs fonctionnent de façon autonome. Même si nous avons déjà atteint un certain niveau d'autonomie, pour continuer de financer la R-D dans le domaine de la robotique au rythme que nous l'avons fait au cours des sept dernières années, nous avons besoin de plus de financement que ce que nous avons à l'heure actuelle.

Avec la création de jeunes entreprises et les redevances que nous recevons à notre centre, il faudra quelques années. Le gouvernement sait qu'il est pratiquement impossible dans la prestation des soins de santé de s'attendre à ce qu'un CECR atteigne un succès commercial et touche des redevances en l'espace de sept ans. Nous espérons que le gouvernement continuera d'offrir du soutien au centre pour les cinq prochaines années, au cours desquelles nous deviendrons entièrement autonomes financièrement et recevrons des redevances des entreprises en démarrage.

Nous avons la chance d'avoir la société MDA qui investit massivement non seulement dans notre CECR, mais aussi dans notre entreprise en démarrage. Cela montre qu'une entreprise

be a leader not only in space robotics but in medical robotics. That is an important area for Canada to consider as it looks at what niche we can have in the future of health care.

A significant investment as a nation was made for the space program and we created space robotics. If you can translate that know-how into creating a major niche in the field of medical robotics, whether for home or hospital care, they are not that different because it is the same intelligence.

Remember, we build robots in space that last for 30 years. They have to be as reliable as the day they were built. We have built things for which most countries still don't have the capacity. Translating that into medical is an important part of our heritage in the future.

**Senator Seidman:** Does your centre provide commercialization support only for innovation developed within the centre or can other innovators on the outside ask for your assistance?

**Dr. Anvari:** We are not a distributor. We welcome innovators coming and working with our centre. We have a number of inventors working within the framework of what we are producing, but we don't give out grants if that was the question. Our model is to incubate systems within our own environment but we welcome inventors from outside. We have collaboration with a number of individuals and centres across the country very much focused on the field of medical robotics. We are a national entity for them but we don't give our grants or money.

**Senator Seidman:** I understand that. I think you answered the question by saying you welcome people coming in.

**Dr. Anvari:** We rely on Canadian innovation.

**Senator Seidman:** Can I ask a similar question in terms of funding of Mr. Mihailidis?

**Mr. Mihailidis:** In response to your question on our funding model, we were funded in the most recent round of the classic NCE program. We have been in existence about 18 months. In our first five-year cycle we received \$36.6 million from the NCE program and we raised about \$22 million from our partners.

Obviously, we should hopefully be renewed two more times. We have a shelf life with federal funding of 15 years. Like the CECR programs, though, we are expected to become self-sustaining over that time. We are already trying to develop what our business model may look like.

canadienne phare multimilliardaire croit que le Canada peut être un chef de file non seulement en robotique spatiale, mais aussi en robotique médicale. C'est un secteur important que le Canada doit envisager lorsqu'il examine le créneau que nous pouvons avoir dans l'avenir des soins de santé.

Le pays a investi massivement dans le programme spatial et nous avons créé des technologies de robotique spatiale. Si vous pouvez utiliser ces connaissances pour créer un grand créneau dans le domaine de la robotique médicale, que ce soit pour les soins à domicile ou les soins hospitaliers, ces secteurs ne sont pas si différents, car les renseignements sont les mêmes.

Rappelez-vous que nous construisons des robots dans l'espace depuis 30 ans. Ils doivent être aussi fiables qu'ils l'étaient au moment de leur conception. Nous avons construit des appareils qu'une majorité de pays ne pourraient pas construire parce qu'ils n'en ont pas les capacités. La conception de dispositifs médicaux fera partie intégrante de notre héritage.

**La sénatrice Seidman :** Votre centre fournit-il du soutien à la commercialisation seulement pour l'innovation mise au point au centre, ou d'autres innovateurs externes peuvent-ils solliciter votre aide?

**Dr Anvari :** Nous ne sommes pas un distributeur. Nous accueillons les innovateurs qui travaillent avec notre centre. Nous avons un certain nombre d'inventeurs qui travaillent avec nous à concevoir des appareils, mais nous n'accordons pas de subventions, si c'est ce que vous demandez. Notre modèle consiste à mettre au point des systèmes à notre centre, mais nous accueillons des inventeurs externes. Nous collaborons avec un certain nombre de personnes et de centres au pays qui œuvrent dans le domaine de la robotique médicale. Nous sommes une entité nationale pour eux, mais nous ne leur versons pas de subventions ou de fonds.

**La sénatrice Seidman :** Je comprends. Je pense que vous avez répondu à la question en disant que vous accueillez des gens de l'extérieur.

**Dr Anvari :** Nous comptons sur l'innovation canadienne.

**La sénatrice Seidman :** Puis-je poser une question semblable à M. Mihailidis concernant le financement?

**M. Mihailidis :** Pour répondre à votre question sur notre modèle de financement, nous avons reçu des fonds à la dernière ronde du programme traditionnel des RCE. Notre réseau existe depuis environ 18 mois. Dans notre premier cycle de financement sur cinq ans, nous avons reçu 36,6 millions de dollars du programme des RCE et nous avons amassé environ 22 millions de dollars auprès de nos partenaires.

De toute évidence, nous espérons pouvoir renouveler ce financement deux autres fois. La durée de notre financement fédéral est de 15 ans. Comme les programmes du CECR, nous prévoyons être autonomes financièrement au cours de cette période. Nous essayons déjà de voir à quoi pourrait ressembler notre modèle d'affaires.



The one difference in terms of the commercialization aspect is that we provide funding to start-up companies or other innovators and entrepreneurs who wish to develop a product in this area. We also provide them with business support as well. It is probably not to the same level of depth as a CECR would, but we have a business development person and others within our network to help not only with the commercialization but with the knowledge translation and mobilization aspects as well.

**Senator Meredith:** I have a follow-up question with respect to funding. How are you reporting to the government in that you are getting so much taxpayer monies and so on? How is that allocated for?

**The Chair:** Before you answer perhaps you take this question. How are the networks of centres of excellence set up? Don't go into how you get the group together, but tell us how the first application gives you funding, what is the review point, and then go to the senator's question.

**Dr. Anvari:** The CECRs work very differently than classic NCEs. We are very much focused. We have a very close relationship with NCE. We have individuals from NCE at our board meetings which occur three to four times. We provide not only annual reports but regular input. It has been very good, collaborative work.

I recently gave feedback that one of the things we would have benefited from early on was a commercialization panel to assist the CECRs. In the medical field it took us a couple of years to find our feet. For most scientists this is a really different world. It's something where advice has been taken on how to actually support CECRs in that commercialization. The Government of Canada has access to some of the best minds in commerce and I think to have had that collaborative support would have resulted in something actually being built.

In talking to other CECRs' scientific officers, they are all finding their own way. Yes, we now have a strong commercialization committee with experts and panels but it took a few years and would probably have allowed for our timelines.

CECRs have very different patterns but I think they have accepted input. Some actually give out money. Some are incubators that look at ideas and say, "I am going to put \$300,000 toward this idea to see how much we can commercialize it." Others, like us are very focused on one area of actually developing systems within their own environments. How to gauge them and how to measure success has been a learning process.

La différence pour ce qui est de la commercialisation, c'est que nous offrons du financement aux entreprises en démarrage et à d'autres innovateurs et entrepreneurs qui souhaitent concevoir un produit dans ce secteur. Nous leur offrons également du soutien. Ce soutien n'est probablement pas aussi important que celui du CECR, mais nous avons un agent de développement des entreprises et d'autres intervenants au sein de notre réseau qui peuvent offrir du soutien non seulement pour la commercialisation mais aussi pour l'application des connaissances et la mobilisation.

**Le sénateur Meredith :** J'ai une question complémentaire concernant le financement. Comment faites-vous rapport au gouvernement de l'utilisation que vous faites de tous ces deniers publics que vous recevez, notamment? Comment rendez-vous des comptes au gouvernement?

**Le président :** Vous pourriez peut-être répondre à ma question avant. Comment les réseaux de centres d'excellence sont-ils mis sur pied? N'expliquez pas comment vous créez le groupe, mais dites-nous comment la première demande vous permet d'obtenir du financement, à quel moment vous effectuez un examen. Vous pourrez ensuite répondre à la question du sénateur.

**Dr Anvari :** Les CECR fonctionnent différemment que le programme traditionnel des RCE. Notre mandat est beaucoup plus ciblé. Nous entretenons des relations étroites avec les RCE. Des représentants des RCE assistent à nos réunions du conseil d'administration que nous tenons trois ou quatre fois par année. Nous fournissons des rapports annuels et une rétroaction régulière. Nous avons une excellente collaboration.

J'ai récemment indiqué qu'un groupe d'experts en commercialisation aurait pu être utile pour aider les CECR. Dans le domaine médical, il nous a fallu quelques années pour trouver notre place. Pour la majorité des scientifiques, c'est un monde très différent. Nous avons suivi le conseil sur la façon d'aider les CECR pour la commercialisation. Le gouvernement du Canada a accès à quelques-uns des esprits les plus brillants dans le domaine des affaires, et je pense que si nous avions pu bénéficier de ce soutien, nous aurions conçu quelque chose.

J'ai discuté avec d'autres agents scientifiques des CECR, et ils trouvent tous leur propre voie. Nous avons effectivement un solide comité de commercialisation composé d'experts, mais il a fallu quelques années pour le mettre sur pied, et il nous aurait probablement permis de respecter nos délais.

Les CECR ont des habitudes très différentes, mais je pense qu'ils ont accepté les commentaires qu'ils ont reçus. Certains intervenants leur versent de l'argent. Certains sont des incubateurs qui examinent les idées et disent, « Je vais verser 300 000 \$ dans cette idée de produit pour voir combien nous pouvons en commercialiser ». D'autres, comme nous, se concentrent sur un secteur, soit la conception de systèmes dans leur propre environnement. La façon de mesurer le succès est un processus d'apprentissage.

The time span required in the medical field to take an innovation from a drawing to the market is a lot longer than if the gadget were for the home where you don't have to go through the regulatory process. In my field that adds a significant amount of time to bringing that product to market. The CECR program understands that when they fund programs in health care, especially if they have to go through the regulatory process, because that timeline is necessary. I found their support and their access very good.

**Mr. Mihailidis:** It is a very rigorous process we had to go through to be funded. It was pretty much a 2.5-year process, starting with a letter of intent to a full application and two reviews in person here in Ottawa.

Another interesting aspect of the NCE program is you're not submitting a research proposal. We submitted an 80-page business plan. NCE typically responds with: "We know your science is going to be excellent. We now you will have the best and brightest scientists out there, but how are you to manage them? How are you to govern this and actually change the culture of your scientists in the academic field to understand that NCEs are more than just the publication?"

It's more than just the presentation. It's about what impact we are going to have and what outcome we are going to see. That's significant. That's something that NCE continuously asks us to report on. Beyond the formal yearly report, which is a fairly sizeable document, we also have continuous contact with our NCE person who sits on many of our committees and our board.

Another interesting aspect about an NCE is that we are required to be a not-for-profit incorporated entity run by a board of directors. That gives it a whole different flavour when we're being run by a board. Our chair is Michael Harcourt, who many of you will know is a former premier of B.C. and Mayor of Vancouver. He has a critical eye from the policy side. Our vice-chair is Barb Stymiest, who used to be an executive with RBC and chair of BlackBerry. She is chair of CIFAR right now and brings a very critical business eye.

We have various aspects we're always looking at in terms of how we report. When we look at our metrics and how we report on those metrics, both our board and the NCE take that businesslike approach. What is the return on your investment? We're not handing out research grants. We're investing in different projects and portfolios to ensure that we have the ultimate outcome and impact.

Dans le domaine médical, le temps qu'il faut entre le moment de la conception et la commercialisation est beaucoup plus long que si le gadget est pour une utilisation à la maison, car vous ne devez pas passer par les étapes du processus de réglementation. Dans mon domaine, cela prolonge le temps qu'il faut pour commercialiser le produit. Le programme des CECR comprend cet état de fait lorsqu'il finance des programmes dans le secteur des soins de santé, surtout s'ils doivent passer par les étapes du processus de réglementation, ce qui est indispensable. J'estime que le programme offre un soutien et un accès excellents.

**M. Mihailidis :** Nous avons dû franchir toutes les étapes de ce processus très rigoureux pour pouvoir obtenir du financement. C'était un processus de deux ans et demi, à commencer avec une lettre d'intention, puis la présentation d'une demande complète et deux examens menés par une personne ici à Ottawa.

Un autre aspect intéressant du programme des RCE est que vous ne présentez pas un projet de recherche. Nous présentons un plan d'affaires de 80 pages. Les RCE répondent habituellement par ceci : « Nous savons que vos travaux scientifiques seront excellents. Nous savons que vous aurez les plus brillants scientifiques, mais comment allez-vous les gérer? Comment allez-vous gérer vos scientifiques et changer leur culture de travail dans les milieux universitaires pour qu'ils comprennent que les RCE sont plus qu'une simple publication? »

C'est plus que la présentation d'une demande. Il faut tenir compte des répercussions de nos travaux et des résultats que nous obtiendrons. C'est important. Ce sont des renseignements que les RCE nous demandent continuellement de leur fournir. Outre le rapport officiel annuel, qui est assez volumineux, nous avons des contacts réguliers avec une personne des RCE qui siègent à un grand nombre de nos comités et à notre conseil d'administration.

Un autre aspect important des RCE, c'est que nous devons être une entité constituée en personne morale à but non lucratif administrée par un conseil d'administration. Notre président est Michael Harcourt qui, comme bon nombre d'entre vous le savent, a été le premier ministre de la Colombie-Britannique et le maire de Vancouver. Il a un esprit critique en ce qui concerne les politiques. Notre vice-présidente est Barb Stymiest, qui a été membre de la direction chez RBC et présidente de BlackBerry. Elle est présidente de l'ICRA à l'heure actuelle et a un esprit très critique en ce qui concerne les affaires.

Nous examinons toujours divers aspects quant à notre reddition de comptes. Lorsque nous regardons nos indicateurs et notre reddition de comptes, notre conseil d'administration et les RCE adoptent une approche axée sur les affaires. Quel est le rendement de votre investissement? Nous n'offrons pas de subventions de recherche. Nous investissons dans différents projets et portefeuilles pour veiller à produire les meilleurs résultats et répercussions possible.

**Senator Meredith:** Mr. Mihailidis, with respect to dementia, you mentioned embracing technologies around that in the homes. We're looking at those individuals who have to be put into a residence for seniors and embracing technologies that will minimize isolation and depression.

Talk to us about that in terms of not only the embracing of it by staff but by those clinicians who are working with individuals separated from family members and relatives due to distance.

**Mr. Mihailidis:** The use of technology to minimize mental health, social isolation and depression in seniors is a relatively new aspect of technology in the aging field. It is one that is obviously growing significantly not only within AGE-WELL but in the field in general.

We're starting to see the use of relatively simple technologies. Even things like Skype or current online tools that exist can actually have a strong impact on the health and well-being of seniors by allowing them to remain in touch with their families, their friends and their communities.

We have a wonderful project happening in AGE-WELL that's looking at the use of online storytelling and digital tools such as virtual bowling leagues. Connecting people in nursing homes through these virtual leagues is showing a significant impact on their own health and well-being. That's a critical aspect. The other side of things is using technology in education around mental health issues for seniors and others, obviously.

Those are a couple of other projects we're looking at in terms of how technology, whether a smartphone, an app or an online community, can help not only with specific interventions in mental health but by educating people so they understand the symptoms of mental health issues. What is the difference between depression and dementia which often get confused? How can technology be used to reduce the use of medications and other prescription drugs that may not be needed because the issue may be one of dementia and not depression? The social connection aspect of reducing isolation can actually help overcome some of those aspects so you don't have to medicate that particular person.

You mentioned the role of care facilities and nursing homes in long-term care. Technology has not really penetrated much in those facilities. We're talking about in the home, but we need to use the word home a bit more loosely. Someone's home may be the nursing home or long-term care facility that they have been in for the past 10 years. If that's their home and their community, technology must play a role there as well.

**Le sénateur Meredith :** Monsieur Mihailidis, en ce qui concerne la démence, vous avez mentionné que nous devrions adopter des technologies à utiliser dans les maisons. Des personnes doivent être placées dans des résidences pour personnes âgées, et ces technologies réduiront l'isolement et la dépression.

Parlez-nous de cette technologie qui ne serait pas appliquée par le personnel, mais par des cliniciens qui travaillent auprès de personnes qui sont séparées des membres de leur famille et de leurs proches à cause de la distance.

**M. Mihailidis :** L'utilisation de technologies pour réduire les problèmes de santé mentale, l'isolement social et la dépression chez les aînés est un aspect relativement nouveau des technologies dans le domaine du vieillissement. Cette technologie est de plus en plus utilisée non seulement dans le réseau AGE-WELL, mais dans le domaine en général.

Nous commençons à voir l'utilisation de technologies relativement simples. Mêmes des applications comme Skype ou des outils en ligne qui existent à l'heure actuelle peuvent avoir de grandes répercussions sur la santé et le bien-être des aînés en leur permettant de garder contact avec les membres de leur famille, leurs amis et leur collectivité.

Nous avons un merveilleux projet à l'heure actuelle au réseau AGE-WELL qui se penche sur l'utilisation d'outils numériques et de narration en ligne tels que des ligues de quilles virtuelles. Rapprocher les gens dans les maisons de repos par l'entremise de ces ligues virtuelles a une incidence importante sur leur santé et leur bien-être. C'est un aspect essentiel. Il y a aussi l'utilisation de cette technologie dans le secteur de l'éducation pour sensibiliser les aînés et la société aux problèmes de santé mentale.

Ce sont là quelques projets que nous examinons pour établir comment la technologie, que ce soit un téléphone intelligent, une application ou une communauté en ligne, peut aider non seulement dans des interventions précises liées à la santé mentale, mais aussi dans l'éducation des gens pour qu'ils connaissent les symptômes des maladies mentales. Quelle est la différence entre la dépression et la démence, que nous confondons souvent? Comment la technologie peut-elle être utilisée pour réduire l'utilisation de médicaments d'ordonnance qui ne sont pas forcément nécessaires parce que la personne ne souffre pas de démence ou de dépression? Les liens sociaux pour réduire l'isolement peuvent contribuer à régler quelques-uns de ces problèmes et éviter de devoir médicamenter la personne.

Vous avez mentionné le rôle des établissements de soins et des résidences pour personnes âgées dans le secteur des soins de longue durée. La technologie n'y est pas vraiment présente. On parle d'avoir ces technologies à domicile, mais il conviendrait d'utiliser le terme dans un sens plus large. Pour certains, le domicile est l'établissement de soins ou la résidence pour personnes âgées où ils sont depuis 10 ans. Si ces établissements sont leur domicile et leur communauté, la technologie doit y jouer un rôle aussi.

**Senator Raine:** I'll follow up on that last topic with Mr. Mihailidis. Obviously it is very important that nursing homes and senior facilities are equipped with Internet connectivity. Even the caregivers who come to visit their loved ones in those homes will import some of this connectivity with them.

**Mr. Mihailidis:** Yes, absolutely.

**Senator Raine:** That isn't really the case right now.

**Mr. Mihailidis:** We find it's growing. We have many partners in AGE-WELL that are care facilities or are running various types of care agencies. We're starting to find that they are as much on the leading edge as they can be in order to provide the best health care and support possible. It is a competitive advantage, to be honest with you. It's still a big business out there that everyone is competing in.

We have several care organizations that are part of AGE-WELL. They recognize they can provide the best care possible if they can show they're at the leading edge and are starting to implement some of the new technologies we or others are developing in this field. They can show competitively that they are at the forefront of providing care to their residents and providing better work conditions for their staff.

We are looking at a couple of projects where we're trying to predict aggressive behaviour by residents in dementia care units. We've heard many news stories of resident on staff violence and resident on resident violence. If technology can play a role to reduce that circumstance and those episodes from happening that provides a safer workplace. It's important that we always talk to these facilities as well and that their employees are talked to about them as well.

**Senator Raine:** Dr. Anvari, I'm following up on Senator Ogilvie's question about how in Canada we have we think a great health care system but it doesn't allow for choice.

When you talk about the difficulty of bringing some of this technology to our system, is it not possible to have private/public facilities in our future? I think of the Shouldice clinic which has done cutting edge work on hernias. We have private clinics that specialize in certain things.

Is this not a field for our system to encourage private clinics that would innovate? Perhaps we could get you out from underneath that huge bureaucratic resistance to change. I think in any system there is a built-in resistance to change.

**La sénatrice Raine :** À ce sujet, j'ai une question complémentaire pour M. Mihailidis. Il est évidemment très important d'assurer la connectivité Internet dans les établissements de soins et les résidences pour personnes âgées. Les aidants qui visitent leurs proches dans ces établissements pourraient même contribuer à cette connectivité.

**M. Mihailidis :** En effet.

**La sénatrice Raine :** Ce n'est pas vraiment le cas actuellement.

**M. Mihailidis :** Nous constatons que cela se fait de plus en plus. Beaucoup de membres d'AGE-WELL sont soit des établissements de soins, soit des organismes de soins de santé. On constate qu'on cherche le plus possible à être à la fine pointe de la technologie afin d'offrir les meilleurs soins de santé et le meilleur soutien possible. Honnêtement, c'est un avantage concurrentiel, car tous ces acteurs luttent dans un important marché.

AGE-WELL compte, parmi ses membres, divers organismes de soins qui reconnaissent qu'ils peuvent offrir les meilleurs soins possible lorsqu'ils parviennent à démontrer qu'ils sont à la fine pointe de la technologie et qu'ils commencent à implanter certaines des nouvelles technologies qui sont développées dans ce domaine, par nous ou par d'autres. Ils peuvent ainsi démontrer qu'ils sont à l'avant-garde de la prestation des soins aux résidents et qu'ils offrent de meilleures conditions de travail à leur personnel.

Nous avons deux ou trois projets axés sur la prévision des comportements agressifs des patients des unités spécialisées dans les soins aux personnes atteintes de démence. On a récemment entendu parler de cas de violence des patients à l'égard du personnel ou d'autres patients. Nous pourrions offrir un milieu de travail plus sécuritaire si nous parvenons à utiliser la technologie pour réduire le nombre de cas ou empêcher ce genre d'incident. Il importe donc de maintenir le dialogue à ce sujet avec ces établissements et leur personnel.

**La sénatrice Raine :** Docteur Anvari, ma question s'inscrit dans la même veine que celle du sénateur Ogilvie; au Canada, nous avons tendance à penser que nous avons un excellent système de santé, mais il n'offre aucune latitude.

Lorsque vous parlez des difficultés liées à l'intégration de certaines de ces technologies dans notre système de santé, ne serait-il pas possible d'avoir, à l'avenir, des établissements publics-privés? Je pense notamment à la clinique Shouldice, qui a fait un travail de premier plan concernant les hernies. Nous avons des cliniques privées qui se spécialisent dans des domaines précis.

Notre système ne devrait-il pas encourager les cliniques privées prêtes à innover? Cela nous permettrait peut-être de vous soustraire à cette incroyable résistance bureaucratique au changement. À mon avis, la résistance au changement fait partie intégrante de tout système.

**Dr. Anvari:** In any system there is. At the moment different provinces have slightly different rules about what they allow private clinics to do. I'm not necessarily a proponent of private care but Shouldice is grandfathered. Certainly in most of the provinces, if the services you provide are already insured, even though you may be able to provide them in a better way and more comfortably for the patient, it's not necessarily allowed. If you are offering a service which is already insured, it's not.

We need to make the system more responsive to innovation. That is a challenge. Once the system has shown its worth, and particularly if it can reduce the cost of the care, it will be adopted very quickly.

What Canada does well is provide high-quality availability to those who don't have the same access. The proponents of private care talk about being able to get better access, but what we do is provide high quality.

The system needs somehow to be responsive. Whether it's when things are in the early phase that you allow patients to take advantage and pay some of that cost, that's for the government to decide.

I certainly don't believe right now that private clinics can offer, for example, robotic breasts. In the United States they can, but in Canada it's not going to be because it is available under insurance unless you pull out of insurance completely and just offer private.

**Senator Raine:** I was thinking about where it's not private pay. It's still insured. It is still paid under our medicare system, but it is delivered and developed privately.

**Dr. Anvari:** I think provinces are experimenting with that. For example, private clinics in Ontario are experimenting with offering publicly paid endoscopy. Health care jurisdictions are looking at that type of model. Maybe that's the future. At the moment it's very early to make a decision on whether they want to look at the expansion of such a program.

Cancer care isn't at the moment but it may be one of the things that can come. Definitely colon screening is already in Ontario. You are seeing it in British Columbia and in Quebec, I think. That may be certainly a model where innovations such as this can be introduced.

**Senator Raine:** When I look at the diagnostics of these kinds of systems, we don't have enough diagnostic imaging facilities. We get backed up before we even start.

**Dr Anvari :** C'est le cas de tous les systèmes. Actuellement, les règles régissant les activités des cliniques privées varient d'une province à l'autre. Je ne suis pas nécessairement favorable aux soins de santé privés, mais Shouldice a un droit acquis. Dans la plupart des provinces, la prestation de services déjà assurés n'est pas nécessairement autorisée, même si vous pouviez offrir un meilleur service dans des conditions plus favorables au patient. Si vous offrez un service déjà couvert, ce ne sera pas autorisé.

Nous devons rendre le système plus souple afin de favoriser l'adaptation à l'innovation; c'est tout un défi. Lorsque la valeur de système aura été démontrée, il sera adopté très rapidement, surtout s'il peut entraîner une réduction des coûts.

Le Canada réussit à offrir des services de grande qualité à des populations qui n'ont pas toutes le même accès. Les promoteurs des soins de santé privés parlent de l'amélioration de l'accès, mais ce que nous faisons, c'est offrir des services de grande qualité.

Il faut parvenir à favoriser l'adaptabilité du système d'une façon ou d'une autre. Il incombe au gouvernement de décider s'il permet aux patients de tirer parti des technologies d'entrée de jeu ou de payer une partie des coûts.

Actuellement, je ne pense pas qu'il est possible d'offrir certaines interventions en clinique privée, notamment les interventions mammaires robotisées. C'est possible aux États-Unis, mais pas au Canada, étant donné que ce type d'intervention est actuellement couvert par le régime d'assurance-maladie. Pour pouvoir le faire, il faudrait retirer la procédure de la couverture publique et offrir l'intervention uniquement au privé.

**La sénatrice Raine :** Je pensais aux cas où il n'y a pas de paiement privé, c'est-à-dire aux cas toujours couverts par le régime. On parle de choses qui sont offertes et développées au privé, mais qui sont couvertes par notre régime d'assurance-maladie.

**Dr Anvari :** Je pense que certaines provinces mènent des projets pilotes à cet égard. En Ontario, par exemple, des cliniques privées ont commencé à offrir des endoscopies payées par le régime public. Les administrations responsables des soins de santé étudient ce genre de modèle. C'est peut-être l'avenir. Pour le moment, il est trop tôt pour savoir si on souhaitera élargir de tels programmes.

On n'en est pas encore là pour le traitement du cancer, mais c'est une possibilité. En Ontario, cela se fait déjà pour le dépistage du cancer du côlon, et c'est aussi le cas en Colombie-Britannique et au Québec, je crois. C'est certainement un modèle qui permettrait l'utilisation de telles technologies novatrices.

**La sénatrice Raine :** Je pense aux capacités de diagnostic de ces systèmes. Nous n'avons pas assez d'établissements d'imagerie diagnostique. Il y a des listes d'attentes avant même de commencer.

What is incredibly interesting in what you're saying is that if you have the right system you could do the diagnostic and the actual all at once. That would be wonderful, but it would be expensive. As a private investor I would love to invest in the capital side and the government would invest in the cost delivery.

**Dr. Anvari:** It would not be expensive to the system. It is expensive because we have partition. The hospitals buy the systems. Somebody else pays the physician costs. Somebody else pays for the patients to travel.

At the moment the cost of care is divided, so everyone looks at their own budget. The hospital asks, "Do I have to buy a million dollar system?" The fact is that it reduces patient travel and the number of physician visits. If OHIP or some other insurance is not paying for these physicians, the cost of the care of the patient is reduced. The system at the moment is budgeted or funded everyone is responsible for their own pocket of funding. By buying or offering this, somebody may take a hit, but actually the system could save in many different areas.

We should be looking at the holistic care of a patient as a model to how much it costs. You actually save money. When you look at each element of it, one element may be a bit higher than what you're saving.

I've been to the Northwest Territories. We spend over probably \$150 million to \$200 million transporting patients in the Northwest Territories. If you have a hemoptysis or cough up a bit of blood in the remote north, you are transported to Yellowknife to undergo a five-minute endoscopy at a cost of \$17,000. That comes from a different budget. My concern is that the people who are responsible for buying a piece of equipment don't see the rest of the benefits.

**Senator Petitclerc:** That was a very interesting question and answer.

My question is quite brief, but I'm interested, Dr. Anvari, because you mentioned from the patient perspective how the new robotics and technology are well perceived. People are even impressed and they trust it.

From the medical side, the doctors, nurses and technicians, is there any sort of social resistance to it or is it also welcomed?

**Dr. Anvari:** That's a very good question. Let's put it this way. No physician thinks that a robot can do a better job than they can. No nurse would do the same. It's our egos. However, when

J'ai trouvé extrêmement intéressante votre remarque selon laquelle un système adéquat permettrait de procéder au diagnostic et à l'intervention au cours d'une même consultation. Ce serait formidable, mais coûteux. Comme investisseur privé, je serais prête à investir des capitaux, et le gouvernement pourrait assurer les coûts de la prestation des soins.

**Dr Anvari :** Les coûts pour le système ne seraient pas élevés. Les coûts élevés découlent de la segmentation du système : les hôpitaux achètent l'équipement, les coûts médicaux relèvent d'une autre entité et les frais de déplacement des patients relèvent d'une troisième entité.

Actuellement, les coûts des soins sont répartis entre divers organismes, de sorte que chacun agit en fonction de son propre budget. Par exemple, l'hôpital s'interroge sur la pertinence d'acheter un système qui coûte un million de dollars. Le fait est que ces systèmes permettent de réduire les déplacements du patient et le nombre de visites d'un médecin. Si le RAMO — ou un autre régime d'assurance-maladie — n'a pas à payer ces médecins, cela entraîne une réduction des coûts des soins aux patients. Selon le modèle actuel de financement du système de santé, chacun est responsable de sa propre enveloppe budgétaire. Acquérir ces technologies ou offrir ces services pourrait nuire à certains, mais dans l'ensemble, cela permettrait d'économiser à bien des égards.

Il faut analyser les coûts en fonction des soins holistiques offerts aux patients. On comprend alors qu'on réalise des économies, comparativement à l'approche fragmentée.

Je suis allé dans les Territoires du Nord-Ouest, où l'on dépense probablement entre 150 et 200 millions de dollars pour le transport des patients. Prenons l'exemple d'une personne d'une région éloignée du Nord qui aurait une hémoptysie, soit un crachement de sang. Cette personne est transportée à Yellowknife pour y subir une endoscopie, une procédure de cinq minutes, au coût de 17 000 \$. Cette somme provient d'une enveloppe budgétaire distincte. Ce qui me préoccupe, c'est que les responsables de l'acquisition de l'équipement ne voient pas les autres avantages.

**La sénatrice Petitclerc :** J'ai trouvé la question et la réponse très intéressantes.

Docteur Anvari, ma question est plutôt brève, mais j'aimerais en savoir plus à ce sujet. Vous avez mentionné que les patients sont favorables à la robotique et aux autres nouvelles technologies. Les gens sont même impressionnés et manifestent une confiance à leur égard.

Y a-t-il une résistance sociale à cet égard du côté des professionnels du monde médical — les médecins, le personnel infirmier et les techniciens —, ou ces professionnels sont-ils ouverts à ces technologies?

**Dr Anvari :** C'est une très bonne question. Disons simplement qu'aucun médecin ne serait porté à croire qu'un robot puisse faire un meilleur travail que lui. Il en va de même pour le personnel

people come to use it they see it brings benefits to them. It will make them better. It will make their quality better. Once they use it they decide that this is a tool.

I use a communication tool because it improves me. Some people may use an iPad or a computer or a telephone. It's their decision to use it or not. However, does it displace jobs? Yes, eventually it will impact certain jobs. There's going to be some resistance. As I said, 10 years ago cardiac surgery was a fantastic specialty to be in. The numbers of those going into it have now reduced because of what has evolved.

We are seeing evolution of medical practice and medical practitioners. We need to change with the changing technology. Yes, there will be some resentment because there will be displacement of professionals in how they do things, but I think that's progress.

**Senator Petitclerc:** You say it's displacing. Is it displacing jobs and not really lowering the number of jobs? Are we preparing people in universities that their jobs may not be there in 5 or 10 years? Do you know what I mean?

**Dr. Anvari:** I do. No, we're not really all that well prepared because we deal with medicine which has been practised the last 10 or 15 years. We look at evidence-based medicine and evidence-based medicine looking backward. It doesn't look necessarily forward to what is coming around the corner.

In 10 years, if we take out a single prostate, I will be very surprised. In 10 years, if we remove a lump from a breast, I will be very surprised. Those are things of the past. Is urology and breast surgery looking at that and saying do we really need to train in this? No.

[Translation]

**Senator Mégie:** Thank you for your presentations. My question is about the ethical aspect and is addressed to Mr. Mihailidis. The sensors installed in rooms to detect dementia, as a first step, are very interesting. However, I'd like to know who authorizes you to install these sensors? Is it the family or the patient? After having detected certain symptoms, certain behaviours or other such things, to whom do you provide the results? To the family physician, or to the family itself?

[English]

**Mr. Mihailidis:** That's a very good question and one that we continue to struggle with in all aspects of technology and aging, in particular when we're dealing with an individual who may have a cognitive impairment.

infirmier. C'est une question d'ego. Toutefois, lorsque les gens commencent à utiliser cette technologie, ils voient que cela peut être avantageux. Cela les rend meilleurs; cela améliore la qualité de leur travail. C'est à l'utilisation qu'ils finissent par les percevoir comme des outils.

J'utilise un outil de communication parce que cela me permet de m'améliorer. Certains utilisent un iPad, un ordinateur ou un téléphone. C'est une question de choix. Cependant, la question qui se pose est de savoir si cela entraînera un déplacement de certains emplois. À terme, cela aura une incidence sur les emplois. Il y aura de la résistance. Comme je l'ai indiqué, la chirurgie cardiaque était une spécialisation extraordinaire il y a 10 ans. On observe maintenant une diminution du nombre de médecins qui s'y intéressent en raison de son évolution.

On observe certainement une évolution de la pratique médicale et des médecins. Il faut suivre l'évolution de la technologie. Il y aura certes un certain ressentiment à cet égard en raison de la modification du rôle des professionnels, mais je pense que c'est la nature du progrès.

**La sénatrice Petitclerc :** Vous parlez d'un déplacement. S'agit-il d'un déplacement des emplois plutôt qu'une diminution du nombre d'emplois? Dans les universités, prépare-t-on les étudiants en fonction de la disparition possible de leur spécialisation dans 5 ou 10 ans? Comprenez-vous ce que je veux dire?

**Dr Anvari :** Je comprends. Non, nous ne sommes pas vraiment bien préparés, parce qu'on enseigne la médecine qui est pratiquée depuis ces 10 à 15 dernières années. On étudie la médecine fondée sur les preuves, mais dans une perspective axée sur le passé. On ne traite pas nécessairement de l'avenir à court terme.

Dans 10 ans, je serais très surpris que l'on pratique toujours l'ablation de la prostate, et je serais tout aussi surpris qu'on retire une masse sur un sein. Ce sont des méthodes du passé. Tient-on compte de ces aspects dans les domaines de l'urologie et de la chirurgie mammaire? Dit-on qu'il faut vraiment offrir de la formation à cet égard? Non.

[Français]

**La sénatrice Mégie :** Merci pour vos présentations. Ma question est d'ordre éthique et s'adresse à M. Mihailidis. C'est très intéressant, les capteurs qui sont installés dans les chambres pour le dépistage de la démence, comme première étape. Toutefois, j'aimerais savoir qui vous donne l'autorisation d'installer des capteurs? Est-ce la famille ou le patient? Après avoir décelé certains symptômes, certains comportements ou autres, à qui donnez-vous les résultats? Est-ce au médecin de famille ou à la famille même?

[Traduction]

**M. Mihailidis :** C'est une excellente question qui se pose dans tous les aspects liés à la technologie et au vieillissement, en particulier dans le cas de personnes qui pourraient souffrir d'une déficience cognitive.

In terms of who consents or who provides permission to use the technologies, it comes down to the individual circumstance of the family. If the parent or loved one has cognitive impairment that's already noted and aspects have already been taken into account in terms of legal authority and decision making being given to the family, obviously the family will be more involved in terms of deciding what interventions to be used.

However, we are trying to target older adults well before that happens, well before that person has full-blown Alzheimer's disease and to the point where they can no longer legally make their own decisions. We're very much into the prevention side of using these technologies.

When you look at the prediction technology I described, the goal there is to help predict that a person may develop dementia. The technology is not saying you have dementia or you will have dementia. It's saying there are symptoms or signs here that may indicate that something is changing with you.

The goal is for the individual then to work with their family members, their family physician and whoever else may be necessary in order to start to put interventions in place that may slow down the progression. It may be further testing to confirm what is happening with the person or really just to prepare if the person is well along.

When we talk about that particular technology it is interesting the resistance comes a lot from the family physicians who ask, "Why would I want them coming to my office to say they have dementia if I can't do anything about it?"

It's a very different story from the individual and families who say to us, "If we would have known that my father was going to develop dementia several months in advance, it would have helped us to prepare better."

That's the kind of approach we want to have with these technologies. They are not diagnostic tools. They are tools that allow them to understand what's happening in their own lives with respect to their health, whether it is cognitive, medical, physical or sensory and then be able to put the right interventions in place as soon as possible.

Around the ethics aspect of it, the decision ultimately should remain in the hands of the individual where the technology is being used, not only whether they want to use the technology but who has access to that data.

Many times we have found it comes down to a group decision. It's the families and the individuals sitting down together and saying this is the type of thing that we can do. These are the types of interventions or technologies we can do to help alleviate some of the burden on the caregivers but also support the older adult as well.

Quant à savoir de qui relève le consentement ou l'autorisation d'avoir recours à la technologie, cela varie d'une famille à l'autre. La famille joue évidemment un rôle plus important dans la prise de décisions sur les mesures d'intervention requises lorsque la personne qui souffre d'une déficience cognitive est un parent ou un proche dont la condition est déjà connue, et lorsque divers aspects ont été réglés, notamment les autorisations légales et la délégation des pouvoirs décisionnels à la famille.

Nous essayons toutefois de cibler les adultes plus âgés avant qu'ils en soient rendus à ce stade, avant que les gens ne soient à un stade avancé de la maladie d'Alzheimer et qu'ils ne soient plus aptes, légalement, à prendre leurs propres décisions. Nous sommes axés sur l'utilisation de ces technologies à titre préventif.

La technologie de prédiction que j'ai décrite vise à prévoir l'apparition de la démence. La technologie ne permet pas la pose d'un diagnostic selon lequel la personne est atteinte de démence, qu'elle soit réelle ou potentielle. Elle permet simplement de déceler des symptômes ou des signes qui démontrent un changement de condition chez une personne.

L'objectif est que la personne puisse alors discuter des interventions à mettre en œuvre pour ralentir la progression de la maladie avec les membres de sa famille, son médecin de famille et toute autre personne. Il pourrait s'agir de tests supplémentaires pour poser un diagnostic précis sur l'état de santé de la personne, ou simplement de se préparer à la suite des choses, si la personne est à un stade avancé.

Il est intéressant de souligner que la résistance à l'égard de cette technologie vient surtout des médecins de famille, qui ne voient aucune utilité à une consultation servant uniquement à informer la personne qu'elle souffre de démence, étant donné qu'ils ne peuvent rien y faire.

Les personnes touchées et les familles tiennent un tout autre discours. Les gens disent qu'ils auraient pu être mieux préparés s'ils avaient su plusieurs mois d'avance que leur père, par exemple, serait atteint de démence.

Voilà l'approche que nous voulons privilégier à l'aide de ces technologies. Ce ne sont pas des outils de diagnostic, mais des outils qui permettent aux gens de comprendre l'évolution de leur santé — que ce soit sur les plans cognitif, médical, physique ou sensoriel —, afin de pouvoir mettre en œuvre les interventions appropriées le plus tôt possible.

Quant à l'aspect éthique, toute décision liée à l'utilisation de la technologie — tant pour l'utilisation que pour l'accès aux données — devrait toujours relever de la personne concernée.

On constate souvent que la décision est prise en groupe. Les gens discutent avec leur famille des interventions que nous pouvons mener. Les interventions et les technologies que nous offrons peuvent réduire le fardeau des aidants naturels et appuyer les adultes plus âgés.



**The Chair:** This has been a very thorough discussion on the focused areas that you have brought before us.

I'd like to point out to the committee that the Networks of Centres of Excellence are quite a remarkable development in Canadian research history. Many, if not most, of the NCEs involve experts in the area from across the country. It gives us capability in this vast country. We are the second largest land mass of countries in the world with only 36 million people. Our expertise is spread across Canada, so it's very difficult to have a critical mass of all related areas to research development, application and cross-pollination of areas that can benefit. Today, just as we're hearing in every example, there are many different disciplines that relate to major advances in the area.

The NCEs that started somewhere around 1989-90 or in that vicinity have evolved in terms of the experience of how you apply and get authorized to set up a NCE, how they are managed and reviewed, and the changes in the years of guaranteed funding followed by possibilities of renewal and so on.

I'd like the committee to know that our witnesses today are leaders and representatives of a remarkable Canadian research concept that bringing together people with a focus can benefit Canadians in many ways. They have led enormously to the development of knowledge and, as the mandates have grown over time, to the requirement to translate that into social and economic benefit.

The maturing of the experience in these areas is critical for us. As we've seen today, the possibilities, the social and economic benefit from the work that your networks are doing, are almost unlimited if the infrastructure is there to allow you to go into those next steps.

I come back to the request that if there are specific ideas that you have in that regard, I'd ask you to get them either directly to me or through the clerk to me. I'm going to collect a bit of knowledge from the experts that come before us in this area to see if something might emerge there.

With that, I thank the committee and I thank you very much for being with us today and for the information and insights that you've given us.

I declare the meeting adjourned.

(The committee adjourned.)

**Le président :** Nous avons eu une discussion très approfondie sur les enjeux précis que vous avez soulevés.

Je tiens à faire souligner, pour le comité, que les Réseaux de centres d'excellence sont un développement remarquable dans l'histoire de la recherche au Canada. Beaucoup de RCE, sinon la plupart, comptent sur la participation d'experts du secteur de partout au pays, ce qui contribue à la capacité de notre grand pays. Le Canada est le deuxième territoire en superficie au monde, mais il a une population de seulement 36 millions d'habitants. Notre expertise est répartie à la grandeur du pays. Il est donc difficile d'avoir une masse critique de spécialistes pour tirer parti des activités dans tous les domaines connexes à la recherche-développement, à la recherche appliquée et à la pollinisation croisée. De nos jours, comme nous l'avons entendu dans chacun des exemples, les spécialistes de diverses disciplines contribuent aux percées majeures dans ce domaine.

Créés autour de 1989-1990, les Réseaux de centres d'excellence ont beaucoup évolué depuis. Ces changements touchent le processus de demande et d'autorisation pour la création d'un RCE, la gestion et l'examen des RCE, ainsi que la modification du nombre d'années de financement garanti et la possibilité de renouvellement, et cetera.

Je tiens à ce que le comité sache que les témoins que nous avons accueillis aujourd'hui sont des chefs de file et des représentants d'une conception canadienne remarquable en matière de recherche, selon laquelle le regroupement de scientifiques peut être avantageux pour les Canadiens, et ce, à bien des égards. Ils ont grandement contribué à l'acquisition des connaissances et, conformément aux mandats accrus qui leur ont été confiés au fil du temps, à transformer ces connaissances en avantages sociaux et économiques pour le Canada.

Permettre aux expériences dans ces domaines d'arriver à maturité est essentiel pour le Canada. Comme nous l'avons constaté aujourd'hui, les possibilités et les avantages sociaux et économiques associés aux activités de nos réseaux sont presque illimités, si nous mettons en place les infrastructures nécessaires pour leur permettre de passer aux prochaines étapes.

Je vous invite encore une fois à me faire parvenir, directement ou par l'intermédiaire de la greffière, toute idée précise que vous pourriez avoir à ce sujet. Je vais recueillir des connaissances considérables sur cette question auprès des experts qui témoigneront au comité pour en dégager des conclusions.

Cela dit, je remercie le comité. Je tiens à remercier les témoins d'être venus aujourd'hui pour nous renseigner et nous présenter des observations.

La séance est levée.

(La séance est levée.)

WITNESSES

**Wednesday, March 8, 2017**

*As individuals:*

Matt Ratto, Associate Professor, Faculty of Information, University of Toronto;

Konrad Walus, Associate Professor, Electrical and Computer Engineering, University of British Columbia.

*3D4MD:*

Dr. Julielynn Wong, Founder, Chairman and Chief Executive Officer.

**Thursday, March 9, 2017**

*AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc.:*

Alex Mihailidis, Scientific Director and Associate Professor.

*Centre for Surgical Invention and Innovation:*

Dr. Mehran Anvari, Scientific Director.

TÉMOINS

**Le mercredi 8 mars 2017**

*À titre personnel :*

Matt Ratto, professeur agrégé, faculté de l'information, Université de Toronto;

Konrad Walus, professeur agrégé, Génie électrique et informatique, Université de la Colombie-Britannique.

*3D4MD:*

Dre Julielynn Wong, fondatrice, directrice générale et chef de la direction.

**Le jeudi 9 mars 2017**

*AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc. :*

Alex Mihailidis, directeur scientifique et professeur agrégé.

*Centre pour l'invention et l'innovation en chirurgie :*

Dr Mehran Anvari, directeur scientifique.