

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, May 3, 2017  
Thursday, May 4, 2017

---

Issue No. 22

*Ninth and tenth meetings:*

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

---

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 3 mai 2017  
Le jeudi 4 mai 2017

---

Fascicule n° 22

*Neuvième et dixième réunions :*

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

---

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:

Cormier	McPhedran
Dagenais	Mégie
Day	Petitclerc
Dean	Seidman
* Harder, P.C.	* Smith
(or Bellemare)	(or Martin)
Hartling	Stewart Olsen
McIntyre	Unger

\*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 McIntyre replaced the Honourable Senator Frum (*May 4, 2017*).

The Honourable Senator Dagenais replaced the Honourable Senator Neufeld (*May 1, 2017*).

The Honourable Senator Unger replaced the Honourable Senator Raine (*May 1, 2017*).

The Honourable Senator Mégie replaced the Honourable Senator Griffin (*April 18, 2017*).

The Honourable Senator Frum replaced the Honourable Senator McIntyre (*April 13, 2017*).

The Honourable Senator Raine replaced the Honourable Senator MacDonald (*April 13, 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 :

Cormier	McPhedran
Dagenais	Mégie
Day	Petitclerc
Dean	Seidman
* Harder, C.P.	* Smith
(ou Bellemare)	(ou Martin)
Hartling	Stewart Olsen
McIntyre	Unger

\* 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 McIntyre a remplacé l'honorable sénatrice Frum (*le 4 mai 2017*).

L'honorable sénateur Dagenais a remplacé l'honorable sénateur Neufeld (*le 1<sup>er</sup> mai 2017*).

L'honorable sénatrice Unger a remplacé l'honorable sénatrice Raine (*le 1<sup>er</sup> mai 2017*).

L'honorable sénatrice Mégie a remplacé l'honorable sénatrice Griffin (*le 18 avril 2017*).

L'honorable sénatrice Frum a remplacé l'honorable sénateur McIntyre (*le 13 avril 2017*).

L'honorable sénatrice Raine a remplacé l'honorable sénateur MacDonald (*le 13 avril 2017*).

**MINUTES OF PROCEEDINGS**

OTTAWA, Wednesday, May 3, 2017  
(49)

[*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 Dagenais, Dean, Eggleton, P.C., Mégie, Ogilvie, Petitclerc, Seidman, Stewart Olsen and Unger (9).

*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:**

*Montreal Institute for Learning Algorithms:*

Yoshua Bengio, Director, Professor, University of Montreal.

*As an individual:*

Martin Ferguson-Pell, Professor, University of Alberta.

The chair made a statement.

Mr. Bengio and Mr. Ferguson-Pell each made a statement and answered questions.

At 6 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

**ATTEST:**

OTTAWA, Thursday, May 4, 2017  
(50)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 10:31 a.m., in room 2, Victoria Building, the chair, the Honourable Kelvin Kenneth Ogilvie, presiding.

*Members of the committee present:* The Honourable Senators Cormier, Dean, Eggleton, P.C., Hartling, McIntyre, Mégie, Ogilvie, Petitclerc, Seidman, Stewart Olsen and Unger (11).

*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.*)

**PROCÈS-VERBAUX**

OTTAWA, le mercredi 3 mai 2017  
(49)

[*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 Dagenais, Dean, Eggleton, C.P., Mégie, Ogilvie, Petitclerc, Seidman, Stewart Olsen et Unger (9).

*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 :**

*Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal :*

Yoshua Bengio, directeur et professeur titulaire, Université de Montréal.

*À titre personnel :*

Martin Ferguson-Pell, professeur, Université de l'Alberta.

Le président prend la parole.

MM. Bengio et Ferguson-Pell font un exposé et répondent aux questions.

À 18 heures, la séance est levée jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

**ATTESTÉ :**

OTTAWA, le jeudi 4 mai 2017  
(50)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 10 h 31, 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 Cormier, Dean, Eggleton, C.P., Hartling, McIntyre, Mégie, Ogilvie, Petitclerc, Seidman, Stewart Olsen et Unger (11).

*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.*)

*WITNESS:**Open Roboethics Institute:*

AJung Moon, Founder.

The chair made a statement.

Ms. Moon made a statement and answered questions.

At 11:37 a.m., the committee adjourned to the call of the chair.

*ATTEST:**TÉMOIN :**Open Roboethics Institute :*

AJung Moon, fondatrice.

Le président ouvre la séance.

Mme Moon fait un exposé et répond aux questions.

À 11 h 37, la séance est levée jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

*ATTESTÉ :*

*La greffière du comité,*

Shaila Anwar

*Clerk of the Committee*

**EVIDENCE**

OTTAWA, Wednesday, May 3, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 4:15 p.m. to continue its study on the role of robotics, 3D printing and artificial intelligence in the healthcare 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'm going to start by inviting my colleagues to introduce themselves, starting on my left.

**Senator Eggleton:** Art Eggleton, senator from Toronto and deputy chair of the committee.

**Senator Dean:** Tony Dean, senator from Ontario.

[*Translation*]

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

[*English*]

**Senator Unger:** Betty Unger from Alberta, Edmonton.

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

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

**The Chair:** We continue our study on the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in the health care system. We are very pleased to have two witnesses today. I invite Dr. Bengio, who is Director and Professor at the University of Montreal with the Montreal Institute for Learning Algorithms, to present.

So Dr. Bengio, please proceed.

**Yoshua Bengio, Director, Professor, University of Montreal, Montreal Institute for Learning Algorithms:** Thank you. It's a pleasure to be here. The Université de Montréal has been a pioneer in artificial intelligence, in particular in the area called deep learning, which I have seen you have heard about in previous meetings. In the last 10 years, since this breakthrough in deep learning happened, the lab grew a lot, and we now have the largest concentration of deep learning researchers and students in academia across the world.

**TÉMOIGNAGES**

OTTAWA, le mercredi 3 mai 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 16 h 15, pour poursuivre son étude sur 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.

[*Français*]

**Le président :** Bienvenue au Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie.

[*Traduction*]

Je m'appelle Kelvin Ogilvie, de la Nouvelle-Écosse, et je préside ce comité. Je commencerai par inviter mes collègues à se présenter, en commençant à ma gauche.

**Le sénateur Eggleton :** Art Eggleton, sénateur de Toronto, et vice-président de ce comité.

**Le sénateur Dean :** Tony Dean, sénateur de l'Ontario.

[*Français*]

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

[*Traduction*]

**La sénatrice Unger :** Betty Unger, d'Edmonton, en Alberta.

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

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

**Le président :** Nous poursuivons notre étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé. Nous sommes très heureux d'accueillir aujourd'hui deux témoins. J'invite M. Bengio, qui est directeur et professeur titulaire à l'Université de Montréal, plus précisément à l'Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal, à nous livrer son témoignage.

Monsieur Bengio, nous vous écoutons.

**Yoshua Bengio, directeur et professeur titulaire, Université de Montréal, Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal :** Je vous remercie. Je suis heureux d'être ici. L'Université de Montréal a fait office de pionnière dans le domaine de l'intelligence artificielle, en particulier dans un secteur que l'on appelle l'apprentissage profond, dont vous avez entendu parler lors de réunions précédentes, d'après ce que j'ai cru comprendre. Au cours des 10 dernières années, depuis cette percée dans l'apprentissage profond, notre laboratoire a beaucoup grandi, et nous affichons maintenant la plus forte concentration au monde d'étudiants et de chercheurs en apprentissage profond en milieu universitaire.

Let me say a few words about the progress that has happened in AI. Computers are now much better able to understand at least some aspects of the world, and take good decisions that will help us in many different ways, but that's probably just a beginning of approaching human level intelligence. We don't know how far this is in the future, but even with the progress that's been achieved up to now scientifically, there will be major economic and social impact of these advances in the next decade.

For example, there has been a breakthrough in the last few years using deep learning to allow computers to recognize the content of images, to understand speech — that is to translate the sounds to words, that doesn't mean that they understand what they mean — to translate from one language to another, to control robots, to control cars, to plan sophisticated sequences of actions, for example playing complex games like the game of Go, and beating the world champion last year.

It's the same underlying science, the same technology, which is behind all of these advances and more that I won't have time to tell you. It's fairly horizontal and general purpose, which is why it can have such a big impact on the economy in general and many different kinds of applications.

What's interesting about this for Canada is that Canada's been a leader in the science of AI, in particular deep learning, with a lot of the progress having happened in Toronto and Montreal and to some extent in Edmonton in the area of reinforcement learning especially.

These Canadian academics have been really leading the world in this area, but unfortunately most of the business investment in this area has been elsewhere, mostly in the U.S.A. and to some extent maybe even more now in China, and to some extent in the U.K.

A lot of Canadian academics and former graduates have moved out of the country, so we have had this brain drain for a number of years.

However, the tide is turning. The Canadian and provincial governments have realized the strategic importance of AI and are starting to invest both for continuing to advance the fundamental research and to promote innovation connecting universities and companies in Canada.

For example, in Montreal, if we add up the different grants and promises that governments and companies have made over the last year for the next five years, and with what we are expecting with high probability in the coming year, we're talking about more than half a billion dollars for just Montreal. And Toronto is about the same.

Si vous le permettez, j'aimerais dire quelques mots au sujet des progrès réalisés en intelligence artificielle. Les ordinateurs sont maintenant beaucoup plus en mesure de comprendre au moins certains aspects du monde, et de prendre de bonnes décisions qui nous aideront de différentes façons, mais ils ne font probablement que commencer à s'approcher de l'intelligence humaine. Nous ne pouvons prédire l'avenir, mais même en ne tenant compte que des progrès réalisés jusqu'ici du point de vue scientifique, ces percées auront d'importantes retombées économiques et sociales dans la prochaine décennie.

Par exemple, une percée a pu être observée dans les dernières années au chapitre de l'utilisation de l'apprentissage profond pour permettre aux ordinateurs de reconnaître le contenu d'images, de comprendre la parole, c'est-à-dire de traduire les sons en mots, sans que cela ne signifie toutefois qu'ils en comprennent le sens, traduire d'une langue à l'autre, contrôler des robots, contrôler des voitures, planifier des séquences d'actions avancées, par exemple pour jouer à des jeux complexes comme le jeu de Go et battre le champion du monde de l'année dernière.

C'est la même science sous-jacente, la même technologie, qui est derrière toutes ces avancées et d'autres dont je n'aurai pas le temps de vous parler. Ces progrès sont assez horizontaux et généraux, et c'est pourquoi ils peuvent avoir un tel impact sur l'économie en général et sur bon nombre de différents types d'applications.

Ce qui est intéressant à ce sujet pour le Canada, c'est que notre pays a été un chef de file dans la science de l'IA, en particulier l'apprentissage profond, et qu'une grande partie des progrès ont été réalisés à Toronto et à Montréal et, dans une certaine mesure, à Edmonton, en particulier dans le domaine de l'apprentissage par renforcement.

Les universitaires canadiens ont été de véritables chefs de file mondiaux dans ce domaine, mais malheureusement, la plupart des investissements des entreprises dans ce domaine ont été faits ailleurs, principalement aux États-Unis et, dans une certaine mesure, peut-être encore plus maintenant, en Chine et aussi au Royaume-Uni.

Nous assistons depuis un certain nombre d'années à un exode des cerveaux, bon nombre d'ex-diplômés et d'universitaires canadiens ayant quitté le pays.

Les choses commencent toutefois à changer. Les gouvernements fédéral et provinciaux ont pris conscience de l'importance stratégique de l'IA et commencent à investir, à la fois pour continuer de faire avancer la recherche fondamentale et afin de favoriser l'innovation en reliant les universités et les entreprises au Canada.

À Montréal, par exemple, si nous additionnons les différentes subventions et promesses faites par les gouvernements et les entreprises dans la dernière année en prévision des cinq prochaines années, et avec ce que nous attendons avec une forte probabilité dans la prochaine année, on arrive à plus d'un demi-milliard de dollars pour Montréal seulement, et c'est à peu près la même chose à Toronto.

Something is really changing in the Canadian scene, both in universities and in the makeup of the ecosystems of small and large companies that are investing in AI.

For example, in Montreal in the last six months, there have been announcements from major multinationals to create research labs in deep learning. So it started with Google, then Microsoft, now just last week Facebook, Huawei and IBM and others.

This is important to note because the economic impact of these advances is expected by economists and scientists to be major, probably comparable or even more important than the impact that electrification had at the beginning of the 20th century, but probably happening faster, which is something that we should be concerned about. For example, it has been estimated that more than half of the jobs — this is a U.S. study, but we can imagine the same thing happening in Canada — will be partially or completely automated, bringing new products and services and increasing productivity greatly, but also leading to potential negative impacts in terms of unemployment. There will also be new jobs created, but they will be in different places.

One thing we care a lot about is creating a lot of these technology jobs, but of course the people who are losing their jobs are not the same ones who have a PhD or masters and are going to be creating these technologies. However, there will also be new jobs in non-routine work, and new jobs that involve more work for people who are in jobs involving a strong relational or human aspect. I don't want to have a robot take care of my children, for example.

There will be a transition, and this transition could be painful and involve a lot of human suffering. So it is important to start thinking about it and about how our social system, social security and education systems may need to be adapted to these changes in the next decade, roughly.

Financially speaking, one thing that is important is that a lot of wealth will be created with AI, but that wealth will mostly be in countries where that technology is being developed and where the companies creating it are. We would like Canada to be a producer of AI and not just a consumer. Every country in the world will be a consumer of these things and may suffer some of those negative impacts. We would like to have that wealth created in our tax base, at least sufficiently so that we can pay for those transitions that are coming.

Hence the efforts of governments to stimulate innovation and technology transfer in this area are very important. In particular, a crucial element of this is talent, the expertise that we have or that we can attract. For example, in Montreal, in Toronto and Edmonton we are creating AI institutes that will allow us to provide the best-in-the-world facilities for researchers doing

Il est véritablement en train de se produire un changement sur la scène canadienne, tant dans les universités que dans la composition des écosystèmes de petites et grandes entreprises qui investissent dans l'IA.

Ainsi, à Montréal, au cours des six derniers mois, de grandes multinationales ont annoncé la création de laboratoires de recherche en apprentissage profond. La société Google a parti le bal, suivie de Microsoft, et Facebook, Huawei et IBM et d'autres en ont fait autant la semaine dernière.

Il est important de le signaler, parce que les économistes et les scientifiques s'attendent à ce que les retombées économiques de ces progrès soient très importantes, voire comparables ou même plus importantes que celles de l'électrification au début du XX<sup>e</sup> siècle, mais à un rythme probablement encore plus rapide, et c'est un aspect qui doit nous préoccuper. Par exemple, on estime que plus de la moitié des emplois, et même s'il s'agit d'une étude américaine, nous pouvons imaginer que la même chose se produira au Canada, seront partiellement ou complètement automatisés, ce qui permettra d'offrir de nouveaux produits et services et d'augmenter sensiblement la productivité, mais pourrait également entraîner des effets négatifs pour ce qui est du taux de chômage. De nouveaux emplois seront aussi créés, mais ils le seront ailleurs.

Il nous importe beaucoup de créer un grand nombre d'emplois technologiques, mais il est certain que les personnes qui perdent leur emploi ne sont pas celles qui ont un doctorat ou une maîtrise et qui créent ces technologies. De nouveaux emplois non routiniers seront toutefois aussi créés, et il y aura aussi de nouveaux emplois pour les personnes qui travaillent dans des domaines où l'aspect relationnel ou humain est primordial. Par exemple, je ne voudrais pas qu'un robot prenne soin de mes enfants.

Il y aura une transition, et elle pourrait être pénible et entraîner une grande misère humaine. Il est donc important de commencer à y penser et à réfléchir à la façon dont notre filet de sécurité sociale et les systèmes d'éducation pourraient devoir être adaptés à cette transformation dans la prochaine décennie.

Sur le plan financier, il est important de signaler que l'IA créera une grande richesse, mais que cette richesse sera principalement concentrée dans les pays où cette technologie est en cours de développement et où les entreprises la créent. Nous aimerions que le Canada soit un producteur d'IA, et pas seulement un consommateur. Tous les pays du monde consommeront ces technologies et pourraient subir certains de ces effets négatifs. Nous aimerions que cette création de richesse profite à notre assiette fiscale, au moins suffisamment pour que nous puissions assumer le coût de cette transition à venir.

En conséquence, les efforts déployés par les gouvernements pour stimuler l'innovation et le transfert de technologie dans ce domaine sont très importants. Il existe un élément particulièrement crucial, et il s'agit du talent et de l'expertise que nous possédons ou que nous pouvons attirer. Par exemple, à Montréal, à Toronto et à Edmonton, nous créons des instituts

fundamental research in AI, as well as surround these people with groups of applied researchers and innovation technologists who will connect that talent with local industry and stimulate the creation of small and large companies.

Another important thing that is being discussed in the community, and also with governments, is that it's important not just to think about the profitable applications of AI, but also to think about those applications that have a socially positive impact may not be profitable but may be important for many people. For example, as it is important for this committee, applications in the medical areas. However, it could be in other areas, say providing free services to the poorest. That could be useful for a lot of people.

In MILA, my institute, we already are working with dozens of companies, and about 100 companies are knocking on our door to work with us. Many new companies are created, sometimes by the students in the lab and sometimes by outsiders who come and ask us for technical help. In particular, we also work with companies in the medical area, and also with medical researchers and hospitals, to explore the numerous medical applications of deep learning and AI.

One example that I'm connected to is a company called Imagia, which has developed a cancer detection system for a particular kind of intestinal cancer from medical images to identify the parts of the image that contain cancerous cells. According to their tests, they can do that slightly better than the best doctors and much better than the average doctors.

In addition to all this investment in basic science and innovation, one thing that I and others believe is that we must start thinking about the social and ethical implications of these changes and begin a discussion in our society involving not just the scientists and the engineers but also the experts in the social sciences, humanities and ethics who have something important to say about how to handle those changes.

As an analogy, and as a motivation for doing this kind of work, think about how much human misery and political turmoil could have been avoided if, at the end of the 19th century, people in power had realized that the Industrial Revolution would do a lot of damage before it would bring a lot of wealth. If we had put the social security net that ended up happening in the 1940s and 1950s and 1960s earlier, say at the beginning of the 20th century, a lot of that misery would have been avoided.

This is something to inspire us. The last thing I want to mention regarding the social aspects and the ethical aspects is one of the concerns that people in my community have — and we are

d'IA qui nous permettraient d'offrir les meilleures installations au monde aux chercheurs qui font des recherches fondamentales en IA, et d'entourer ces personnes de groupes de spécialistes de la recherche appliquée et de l'innovation qui assureront la liaison entre ce talent et l'industrie locale, et qui stimuleront la création de petites et de grandes entreprises.

Il y a une autre chose importante qui fait l'objet de discussions dans la collectivité, ainsi qu'avec les gouvernements, et c'est qu'il importe de réfléchir non seulement aux applications rentables de l'IA, mais aussi aux applications qui auront un impact socialement positif, sans être nécessairement très rentables, mais qui pourraient être fort importantes pour bon nombre de personnes. Il suffit de penser aux applications dans le domaine médical, auxquelles ce comité attache aussi une grande importance. On peut aussi penser à d'autres domaines, comme la prestation de services gratuits aux plus démunis. Cela pourrait être utile pour bien des gens.

À l'Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal, où je travaille, nous collaborons déjà avec des dizaines d'entreprises, et une centaine d'entreprises ont exprimé leur intérêt de collaborer avec nous. Un grand nombre de nouvelles entreprises sont créées, parfois par les étudiants en laboratoire et parfois par des étrangers qui viennent nous demander une aide technique. En particulier, nous collaborons aussi avec des entreprises du domaine médical, ainsi qu'avec des chercheurs médicaux et des hôpitaux, pour explorer les nombreuses applications en milieu médical de l'apprentissage profond et de l'IA.

Je pense notamment à l'exemple de la société Imagia, qui a mis au point, pour un type particulier de cancer intestinal, un système de détection qui permet d'identifier les parties d'images médicales qui révèlent des cellules cancéreuses. Selon leurs tests, ce système permet de faire des diagnostics légèrement supérieurs à ceux des meilleurs médecins et largement supérieurs à ceux des médecins moyens.

En plus de tous ces investissements dans la science et l'innovation fondamentales, nous croyons que nous devons commencer à réfléchir aux répercussions sociales et éthiques de ces changements et lancer au sein de notre société une discussion qui réunit non seulement des scientifiques et des ingénieurs, mais également les experts en sciences sociales, humaines et éthiques qui ont quelque chose d'important à dire sur la façon de gérer ces changements.

En guise de comparaison, et pour nous motiver à pousser notre réflexion, il suffit d'imaginer toute la misère humaine et les troubles politiques que nous aurions pu éviter si, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les personnes au pouvoir avaient compris que la révolution industrielle ferait des ravages dévastateurs avant de produire beaucoup de richesse. Si le filet de sécurité sociale qui a fini par être instauré dans les années 1940, 1950 et 1960 avait été mis en place plus tôt, disons au début du XX<sup>e</sup> siècle, une grande partie de cette misère aurait pu être évitée.

Nous devons nous inspirer de cela. Le dernier point que j'aimerais signaler, en ce qui a trait aux aspects sociaux et éthiques, concerne une des préoccupations des gens de ma



having a lot of discussions already around the world about this — about how those advances in AI could be used in ethically wrong ways. One of the most salient examples of this is the use of AI in autonomously lethal weapons, weapons that can kill without a human involved in the decision. There were letters two years ago that I signed, and many others signed, to ask governments to work on this, and there is a committee of the UN currently working on this question.

I will stop here for my little speech.

**The Chair:** Thank you very much. I will now turn to Dr. Ferguson-Pell who is a professor at the University of Alberta but is appearing before us as an individual. You have the floor.

**Martin Ferguson-Pell, Professor, University of Alberta, as an individual:** Thank you very much. I'm part of the Faculty of Rehabilitation Medicine at the University of Alberta, so a lot of the focus of what I'm going to talk about is the use of what I would describe as a tool kit that can help us to address problems in rehabilitation and chronic disease management.

I will touch on three areas, although the scope can be much larger. One of them is the delivery of care to people in remote rural communities. The second is in the area of prosthetics, and the third is in the area of enhancing the effectiveness of education.

The tool kit really comprises a whole series of different technologies. Some of them we link closely to robotics, some of them more loosely. For example, virtual and augmented reality are rapidly growing areas which I think have enormous potential in the three areas that I have identified. I'd like to use my time mainly talking about the virtual reality and augmented reality side of things.

The problem we have for people who live in remote rural communities is the enormous expense of either getting clinicians to them or getting them to clinicians, or both. In the area of chronic disease management, one of the challenges is that a lot of the care these patients need is, in a way, serial or longitudinal care. It's not a single face-to-face interaction where a diagnosis is made and maybe a surgery performed and it's all over and the problem is solved. It is long-term care over many years.

This becomes extremely difficult for people living in remote rural communities, indigenous reserves and in the military, as well.

collectivité, et les discussions partout dans le monde sont nombreuses à ce sujet, à savoir le risque que ces progrès dans le domaine de l'IA puissent être exploités à des fins contraires à l'éthique. L'un des exemples les plus frappants concerne l'utilisation de l'IA dans des armes autonomes et mortelles, qui peuvent tuer sans l'aide d'aucun être humain. Comme bon nombre d'autres personnes, j'ai signé il y a deux ans des lettres demandant aux gouvernements de faire quelque chose à ce sujet, et un comité des Nations Unies se penche actuellement sur cette question.

Mon petit discours s'arrête ici.

**Le président :** Merci beaucoup. Je cède maintenant la parole à M. Ferguson-Pell, qui est professeur à l'Université de l'Alberta, mais qui témoigne aujourd'hui à titre personnel. La parole est à vous.

**Martin Ferguson-Pell, professeur, Université de l'Alberta, à titre personnel :** Merci beaucoup. Je travaille à la faculté de médecine de réadaptation de l'Université de l'Alberta, de sorte que mon témoignage portera surtout sur l'utilisation de ce que je décrirais comme une trousse d'outils qui peut nous aider à résoudre les problèmes de gestion de la réadaptation et des maladies chroniques.

Je vais aborder trois aspects, même si la portée de mes propos pourrait être beaucoup plus vaste. Le premier concerne la prestation de soins aux personnes qui vivent dans des collectivités rurales éloignées. Le deuxième porte sur le secteur des prothèses, et le troisième concerne l'accroissement de l'efficacité de l'éducation.

La trousse d'outils englobe en fait toute une série de technologies différentes. Nous associons certaines d'entre elles à la robotique, de très près dans certains cas et plus vaguement dans d'autres. Par exemple, la réalité virtuelle et la réalité augmentée sont des domaines à croissance rapide qui ont, selon moi, un énorme potentiel au regard des trois aspects que je viens de vous énoncer. J'aimerais utiliser le temps dont je dispose pour parler surtout de réalité virtuelle et de réalité augmentée.

Le problème auquel nous sommes confrontés, en ce qui a trait aux personnes qui vivent dans des collectivités rurales éloignées, concerne les coûts astronomiques qu'il faut engager pour que des cliniciens se rendent chez elles, ou pour qu'elles puissent se rendre chez les cliniciens, ou les deux. Dans le domaine de la gestion des maladies chroniques, l'une des difficultés réside dans le fait que bon nombre des soins dont ces patients ont besoin sont, pour ainsi dire, des soins en série ou longitudinaux. Il ne s'agit pas d'interactions ponctuelles en personne où un diagnostic est établi et une intervention chirurgicale peut être effectuée pour que tout soit terminé et que le problème soit réglé. Il s'agit de soins de longue durée étalés sur de nombreuses années.

Cela devient extrêmement difficile pour les personnes qui vivent dans des collectivités rurales éloignées ou dans des réserves autochtones, et aussi pour les militaires.

When we think of tele-medicine, we tend to think, I think, of a web cam sitting on top of a flat screen and maybe a group of people in a room talking together. In a way that's the way tele-medicine tends to be delivered in that it tends to be more of a discussion rather than a physical interaction.

But at the University of Alberta Faculty of Rehab Medicine, for the last five or six years we have been delivering a master's degree for professional physical therapist and occupational therapist remotely, at two separate sites simultaneously. So we have our hub in Edmonton, and then we have two satellite programs, one in Camrose and the other one in Calgary.

The reason we established this was because we were finding that the clinical professionals tended to settle where they were trained, and that meant in a province like Alberta, we had very patchy access to these professionals. So what we put in place was a very advanced way of delivering what we call "synchronous teaching" to these students, where we would have a generalist instructor at the remote site and a specialist instructor at the hub site.

What the generalist would then do was follow the instructions of the specialist instructor and take the students through whatever the topic of the class would be.

Our sense is, well, if we can do that and instruct students, then why can't we do similar things in a very hands-on way in the delivery of care to patients in remote communities? One of the challenges is we need information that we take for granted when it's a face-to-face interaction with patients but isn't available to us when we have someone in a remote location. For example, the sense of touch, or the sense of a force being exerted by the patient, or certain nuances in terms of the anatomy of the patient that we need to be able to monitor while the patient performs a certain series of activities.

These are all part of how a typical assessment would be done, and so what we're now able to do, and what's interesting at very affordable prices, is essentially to put together a tool kit, at less than \$10,000, that would be located at a remote clinic with a generalist clinician who would be able to follow the instructions of a specialist clinician who would be based at a hub urban centre.

The Internet of things is essentially a whole tool kit of different types of sensors that can be plugged into the Internet and then the data that they are generating received in another location.

What we're doing is beginning to put together the necessary components to undertake a series of different kinds of clinical assessment, in many cases longitudinal over a period of weeks or months. This can include the sense of force, the ability to see, in

Quand on pense à la télémédecine, ou médecine à distance, je crois que nous imaginons d'abord une caméra web posée sur le dessus d'un écran plat et peut-être un groupe de personnes réunies dans une pièce pour discuter. D'une certaine façon, c'est ainsi que la télémédecine a tendance à être offerte, dans la mesure où elle mène davantage à une discussion qu'à une interaction physique.

À la faculté de médecine de réadaptation de l'Université de l'Alberta toutefois, nous offrons depuis cinq ou six ans un programme de maîtrise en physiothérapie et en ergothérapie à distance, sur deux sites distincts en même temps. Nous avons donc notre pôle central à Edmonton et nous avons deux programmes satellites, l'un à Camrose et l'autre à Calgary.

Si nous avons décidé de procéder ainsi, c'est parce que nous trouvions que les cliniciens avaient tendance à s'installer là où ils recevaient leur formation, et dans une province comme l'Alberta, cela signifiait que nous avions un accès très inégal à ces professionnels. Nous avons donc mis en place un moyen très avancé d'offrir ce que nous appelons un « enseignement synchrone » aux étudiants, avec un professeur généraliste à distance et un professeur spécialiste au pôle central.

Le généraliste suit donc les instructions du spécialiste et explique aux étudiants les divers sujets traités.

Nous avons donc pensé que si nous pouvions procéder ainsi et enseigner aux étudiants, alors pourquoi ne pourrions-nous pas en faire autant, mais de manière très pratique dans la prestation de soins aux patients dans des collectivités éloignées? L'une des difficultés réside dans le fait que nous avons besoin d'informations que nous tenons pour acquises quand il s'agit d'une interaction en personne avec des patients, mais auxquelles nous n'avons pas accès lorsque nous traitons quelqu'un qui habite en région éloignée. Qu'il suffise de penser au toucher ou à la force exercée par le patient, ou à certaines nuances anatomiques du patient que nous devons surveiller pendant qu'il effectue une certaine série de mouvements.

Tout cela fait partie de la façon dont une évaluation médicale est établie, et ce que nous pouvons désormais faire, et cela, à un prix fort raisonnable, consiste essentiellement à mettre au point, pour moins de 10 000 \$, une trousse qui serait gardée dans une clinique à distance avec un clinicien généraliste qui pourrait suivre les instructions d'un clinicien spécialisé qui travaillerait à partir d'un pôle en milieu urbain central.

Cette trousse Internet constitue essentiellement une trousse d'outils complète de différents types de capteurs qui peuvent être branchés sur Internet, et les données qu'ils produisent sont reçues à un autre endroit.

Nous avons donc commencé à mettre en place les éléments nécessaires pour mener une série de différents types d'évaluations cliniques, souvent de manière longitudinale, sur plusieurs semaines ou plusieurs mois. Cela peut permettre de tenir

detail, certain features of the patient and the ability to measure movement of different parts of the body in a very accurate and quantitative way.

We can use it, for example, to look at things like the stability of the patient. So if they have a concussion or they may have some other form of impairment that may affect their ability to maintain an upright stance, then we're able to monitor that. In someone who's had a stroke, we want to be able to monitor what may be happening, for example, with visual neglect, all of these things can be done using these relatively inexpensive sensors.

The thing is that when you're doing this you're generating many channels of data at the same time, and so the concept that we are developing and have demonstrated in our lab is that we send raw data down the Internet pipe to the urban centre and then build a series of apps that can then interpret that data and present it to the specialist clinician, using a display system. It could be VR goggles or it could be something like the HoloLens augmented reality display.

The advantage that this gives us is the ability to port to the data that we're interested in. If you can imagine you're sitting there, and in front of you is virtually displayed a series of dashboards, each dashboard representing a different sensor. If you want to look at what's happening to muscle activity, you glance across it, and then you move close up in the virtual world to that display.

Then maybe you want to look at something else — you may want to look at a force measurement, so then you look in the other direction and then move across to that.

In the package I sent you is what is inspiring us, and this is some work that Microsoft is doing, using a technique called Holoportation. What Holoportation does is truly *Star Trek* in that what it enables us to do is to take a three-dimensional representation of a person in a remote location, live, and port that person's image in 3-D over to a second location which, in our case, is the urban centre.

If you have a look at the handout that I gave you, there's a link, and you can play a little YouTube video of Microsoft demonstrating Holoportation.

I believe that within the next three to five years, this will become a mainstream technology and will revolutionize our ability to interact with patients in remote locations. I think what we're beginning to do is to put in place the building blocks, and then this technology will enable us to do some remarkable clinical things.

Now, why is this important to Canada? I would say Canada is in the perfect position to be the living lab that develops these technologies. Just look at Alberta alone. You have two outstanding urban centres in terms of the quality of medical

compte de la force du patient, de voir en détail certaines caractéristiques du patient et de mesurer le mouvement de différentes parties du corps d'une manière très précise et quantitative.

Nous pouvons l'utiliser, par exemple, pour évaluer la stabilité du patient. Donc, si un patient a une commotion cérébrale ou une autre forme d'incapacité qui peut affecter sa capacité de se maintenir en position debout, nous sommes en mesure de le déterminer. Chez quelqu'un qui a eu un accident vasculaire cérébral, nous voulons surveiller, par exemple, l'évolution de la négligence visuelle, et il est possible de le faire en utilisant ces capteurs relativement peu coûteux.

Lorsque vous utilisez ces outils, vous générez de nombreux canaux de données en même temps, si bien que selon le concept que nous développons et que nous avons démontré dans notre laboratoire, nous envoyons des données brutes par le réseau Internet vers le pôle urbain central, et nous pouvons ensuite créer une série d'applications qui peuvent alors interpréter ces données et les transmettre au clinicien spécialisé, qui peut les afficher en portant des lunettes de réalité virtuelle ou un appareil de réalité mixte HoloLens.

L'avantage de cette technologie, c'est qu'elle nous permet de transmettre les données qui nous intéressent. Imaginez que vous êtes assis là-bas, et que vous voyez devant vous en réalité virtuelle une série de tableaux de bord, représentant chacun un capteur différent. Si vous voulez examiner l'activité musculaire, vous y jetez un coup d'œil, puis vous y regardez de plus près avec l'affichage du monde virtuel.

Vous voulez peut-être ensuite observer quelque chose d'autre, comme une mesure de la force, alors vous n'avez qu'à regarder vers une autre direction, et le tour est joué.

Dans les documents que je vous ai fait parvenir se trouve ce qui nous inspire, et il s'agit de travaux menés par Microsoft, relativement à une technique appelée « holoportation ». L'holoportation nous transporte tout droit dans l'univers de *Star Trek*, puisqu'elle nous permet de prendre une représentation tridimensionnelle d'une personne dans un endroit éloigné, en direct, et de transmettre l'image 3D de cette personne vers un deuxième endroit qui, dans notre cas, est le pôle du centre urbain.

Si vous regardez bien le document que je vous ai remis, il s'y trouve un lien qui vous mène à une petite vidéo YouTube de Microsoft qui explique le phénomène de l'holoportation.

Je crois que dans les trois à cinq prochaines années, cette technologie deviendra courante et elle révolutionnera notre capacité d'interagir avec des patients de régions éloignées. Nous commençons à mettre les piliers en place, et cette technologie nous permettra de réaliser de petits miracles cliniques.

Pourquoi est-ce donc si important pour le Canada? Parce que le Canada est dans la position idéale pour être le laboratoire vivant qui développera ces technologies. Il suffit de regarder l'Alberta. Vous avez deux centres urbains exceptionnels pour la

care being provided. In Alberta, we have a single health care system, Alberta Health Services, and we have a huge geographic footprint that we're responsible for.

And so if we wanted the perfect environment to start to demonstrate these technologies, Canada is in a great position to do that. Why is that economically important? Because when you start to put those apps and those technologies together, they can then be applied to many other remote locations around the world, such as China, Africa, Australia, Scotland and many other places that struggle with this problem of delivering care to people in remote locations.

I wanted to bring to your attention what I think is a very exciting opportunity, clinically, to patients the federal government is responsible for, such as indigenous people and people in the Canadian Armed Forces, and also to look at the opportunity to develop these technologies for economic benefit as well. Thank you very much.

**The Chair:** Thank you both very much. I'm now going to open up the floor to my colleagues, and we will begin with Senator Eggleton.

**Senator Eggleton:** Thank you very much, both of you, for your presentations. They were both quite informative for the purpose of this meeting.

Dr. Bengio, I'll start with you. Thank you for raising the issues of the social and ethical implications of these changes. You talked about disruption in terms of employment for many people. Yes, there will be new jobs created, but ultimately there will be a lot that will be lost. I think those are important issues to raise.

The other question that comes to mind is: How far should we be going? Where should we draw the lines in terms of artificial intelligence and automated systems? You have drawn one line yourself. You said you wouldn't want your kids looked after by a robot. Well, with some of these things, particularly as you get into deep learning, as I understand it, you can have machines that could be quite powerful and quite influential and potentially could be harmful in some respects. They could be very manipulative of a person in exercising undue influence.

I'm talking about this in the medical field. You have already said, well, there's one example of something we shouldn't allow, and that's autonomous lethal weapons. I understand and agree with that.

Let me take it into the health care area. Where should we be drawing lines here? We need to think in advance of where a lot of this may be going so that we don't go down a path that develops this in a harmful way. Can you comment on where we might draw the line?

qualité des soins médicaux qui y sont dispensés. En Alberta, nous avons un seul système de soins de santé, l'Alberta Health Services, et nous avons la responsabilité d'une énorme empreinte géographique.

En conséquence, si nous cherchions l'environnement parfait pour commencer à illustrer le bien-fondé de ces technologies, le Canada serait un très bon candidat. Pourquoi est-ce important sur le plan économique? Parce que lorsque vous commencez à réunir ces applications et ces technologies, elles peuvent ensuite être utilisées dans bon nombre de régions éloignées, partout dans le monde, comme en Chine, en Afrique, en Australie, en Écosse et à de nombreux autres endroits où il est difficile de soigner les gens des régions éloignées.

J'aimerais vous signaler ce que je considère comme une possibilité très stimulante, du point de vue clinique, pour les patients dont le gouvernement fédéral est responsable, comme les Autochtones et les membres des Forces armées canadiennes, et aussi l'occasion d'envisager le développement de ces technologies également en vue d'en tirer un avantage économique. Merci beaucoup.

**Le président :** Merci beaucoup à tous les deux. Je cède maintenant la parole à mes collègues, et nous commencerons par le sénateur Eggleton.

**Le sénateur Eggleton :** Merci beaucoup à vous deux pour vos exposés instructifs présentés dans le cadre de cette réunion.

Monsieur Bengio, je vais commencer par vous. Merci d'avoir soulevé le problème des répercussions sociales et éthiques de ces changements. Vous avez parlé de perturbations pour l'emploi de nombreuses personnes. Il est vrai que de nouveaux emplois seront créés, mais au bout du compte, nous en perdrons aussi en grand nombre. Il est important de le souligner.

L'autre question qui nous vient à l'esprit est la suivante : jusqu'où devons-nous aller? Où devons-nous tracer la ligne en matière d'intelligence artificielle et de systèmes automatisés? Vous avez vous-même tracé une ligne quand vous avez dit que vous ne voudriez pas que vos enfants soient soignés par un robot. Or, pour certaines choses, en particulier lorsqu'il est question d'apprentissage profond, si je comprends bien, des machines pourraient être assez puissantes et influentes et potentiellement dangereuses à certains égards. Elles pourraient très bien manipuler une personne en exerçant sur elle une influence indue.

Je parle ici du domaine médical. Vous avez déjà parlé d'un cas que nous ne devrions pas autoriser, et c'est celui des armes mortelles autonomes. Je comprends et je suis entièrement d'accord avec vous.

Permettez-moi de m'immiscer dans le secteur des soins de santé. Où devons-nous tracer la ligne dans ce cas? Nous devons réfléchir à l'avance à où tout cela nous mène afin de ne pas emprunter une voie susceptible de nous entraîner sur une pente dangereuse. Pouvez-vous dire où nous devons tracer la ligne?

**Mr. Bengio:** For now I think of the kinds of tools that are going to be developed in the next few years, with deep learning, for medical applications. Mostly, it is providing additional elements of information to doctors, at least in countries like Canada. I don't see these things as replacing doctors in any way. We still want doctors to interact with people.

I don't have a specific example of where I could see this going wrong in the medical applications. One area, which is related, is the question of private data. There is a social dilemma between, on one hand, the fact that I would not like my personal information to be used for anything that would put it in danger of being available to people who shouldn't have access to it. At the same time, for deep learning and AI to really succeed, we need to pool together the data from millions of people. There is a balance here that needs to be struck.

I don't see this as a danger rather than trying to find the right balance between the individual need for privacy and the collective need for better treatment.

I don't know if you have something in mind, perhaps?

**Senator Eggleton:** Let me give you one example because it has been raised here before. That is what I think we are calling Dr. Watson, Watson at IBM, and its ability to perhaps have a better record of diagnosis than some physicians.

The concern here is over the influence that this will have on the medical community, that the physician will feel that they have to bow to the machine when their instincts suggest otherwise simply because there is a better statistical analysis. When dealing with your patient, looking for the best odds is probably — let me give you that as an example.

**Mr. Bengio:** I think it is an issue, but I am not too concerned. Right now, maybe some doctors, and probably many doctors, are afraid and would say, "I'm not going to use this thing, this robot." Really, once you get used to having machines do things and compute quantities for you and you get to know about their reliability from experience, it's not very different from a doctor using a test that has been done with a robot that looks at the blood of a patient and comes up with numbers. The doctor didn't actually do the tests herself. She trusts that the machine counting the cells is doing it right. So I'm not that concerned about this aspect.

**Senator Eggleton:** Okay. If I may ask Dr. Ferguson-Pell a question, what you are describing here is fascinating. I think there has been a lot of concern about being able to provide good medical treatment to people in rural areas. Your telemedicine program would appear to be quite promising in that regard.

**M. Bengio :** Pour l'instant, je pense aux types d'outils qui seront développés au cours des prochaines années, avec l'apprentissage profond, dans le domaine des applications médicales. Il s'agit principalement de fournir des éléments d'information supplémentaires aux médecins, du moins dans des pays comme le Canada. Je ne vois pas cela comme une menace en vue de remplacer un jour les médecins. Nous voulons que les médecins continuent d'interagir avec leurs patients.

Je n'ai pas d'exemple précis où j'ai pu constater un danger potentiel avec les applications médicales. Une question est toutefois liée à ces préoccupations, et c'est celle de la protection des renseignements personnels. Sur le plan social, un dilemme se pose, à savoir que personne n'aimerait que ses renseignements personnels soient utilisés par des personnes qui ne devraient pas y avoir accès. En parallèle, pour assurer un véritable succès de l'apprentissage profond et de l'IA, nous devons réunir les données de millions de personnes. Il s'agit de trouver un équilibre entre ces deux impératifs.

Je ne vois pas cela comme un danger, mais plutôt comme l'exigence de trouver le juste équilibre entre le besoin individuel de protection de la vie privée et le besoin collectif de meilleurs traitements.

Aviez-vous à l'esprit quelque chose de précis?

**Le sénateur Eggleton :** Permettez-moi de vous donner un exemple qui a déjà été soulevé ici. C'est un outil qui s'appelle, si je ne m'abuse, IBM Watson, et qui peut semble-t-il établir de meilleurs diagnostics que certains médecins.

Ce qui est préoccupant avec ce genre d'outils, c'est l'influence qu'ils risquent d'avoir sur la communauté médicale, et le risque que le médecin se sente obligé de s'incliner devant la machine lorsque ses instincts suggèrent autrement, simplement parce que l'outil utilise une meilleure analyse statistique. Lorsque vous traitez un patient, il est probablement normal d'y aller avec la solution la plus sûre... permettez-moi d'utiliser cet exemple.

**M. Bengio :** Je pense que c'est un problème, mais je ne m'inquiète pas trop. À l'heure actuelle, certains médecins et probablement bon nombre d'entre eux s'inquiètent et se disent qu'ils n'utiliseront pas ce robot. En réalité, une fois que vous vous habituez aux machines et aux calculs qu'elles peuvent faire pour vous, vous apprenez à faire confiance à leur fiabilité, et ce n'est pas bien différent du médecin qui utilise un test qui a été développé au moyen d'un robot qui analyse le sang d'un patient et en définit les paramètres. Le médecin n'a pas réellement fait les tests elle-même. Elle a confiance que la machine qui a compté les cellules ne s'est pas trompée. Je ne m'inquiète donc pas trop de cet aspect.

**Le sénateur Eggleton :** D'accord. Si je peux poser une question à M. Ferguson-Pell, ce que vous décrivez ici est fascinant. Je pense que de nombreuses inquiétudes ont été exprimées quant à la possibilité de fournir de bons traitements médicaux aux personnes qui vivent dans des régions rurales. Votre programme de télémédecine semble très prometteur à cet égard.

How is it funded? Do you get to most remote communities? It would still, I would imagine, involve a fair expense. This is very high-tech equipment. Are you able to have an extensive reach into Alberta?

**Mr. Ferguson-Pell:** This is at proof-of-concept stage at this point. So we are not delivering care right now, but we have been very carefully considering that question from several standpoints. One of them is the funding; the other one is the speed at which you can develop this technology so that you can stay ahead of the competition.

One of the challenges with any telemedicine system, when you are dealing with a primary health-care system, is the privacy management that is introduced by that health-care system, which slows down your ability to develop.

We are looking at this in a three-pronged way. We are looking at it from the standpoint that many of the services that we are getting started with are ones that can be provided through the typical physical therapy clinic, which is a private pay clinic. Many of the services that people receive for physical therapy is out-of-pocket cost. That enables us to get started without getting caught up in the complexity of how we get a policy change or a change in the funding model within the health care system that would deal with the fact that we have multiple clinicians now — generalists, specialists. Then, also, maybe there are others involved in the team, such as doctors and physical therapists, with different roles. That is one way of expediting the development from a technological standpoint.

**Senator Eggleton:** Hopefully, eventually, you'll get into the health care system?

**Mr. Ferguson-Pell:** Absolutely, we intend to. Also, that is why the third prong is the opportunity to work with the Canadian Forces.

**Senator Stewart Olsen:** Thank you both for being here. I have one question for each of you.

Professor Bengio, one of the things that we really see with these technologies is the changing world. Have you given thought to the preparation of our youth? It almost has to go right back to beginning high school or even grade school, when they start to think about a career path. What should they be thinking about? These are going to be the jobs. Other jobs are going to be changing. How can they move forward with that? What should they be thinking about?

**Mr. Bengio:** Because the changes are going to be very fast, I believe that it is really important that our education system prepares our youth to be fairly broadly educated. If they specialize in something and then that something gets to be automated, that is pretty bad for them. That is one aspect.

The other aspect is pretty obvious that we want to encourage youth who are going to contribute to the development of these technologies, so computer scientists especially and

Comment est-il financé? Vous rendez-vous dans la plupart des collectivités éloignées? J'imagine que cela exigerait des dépenses assez élevées. Il s'agit d'un équipement à la fine pointe de la technologie. Réussissez-vous à rejoindre une vaste clientèle en Alberta?

**M. Ferguson-Pell :** Nous en sommes au stade de la validation de principe. Nous ne dispensons donc pas de soins pour l'instant, mais nous avons examiné très attentivement cette question sous plusieurs angles. L'un d'eux est le financement; l'autre est la vitesse à laquelle cette technologie peut être développée de manière à garder l'avance sur la concurrence.

L'une des difficultés que pose la télémédecine, lorsqu'il est question de soins de santé primaires, est la question de la protection des renseignements personnels, qui ralentit la capacité de développement.

Cette question pour nous est en trois volets. Nous considérons que bon nombre des services avec lesquels nous commençons sont offerts couramment dans des cliniques de physiothérapie dans le secteur privé. Un grand nombre de services que les gens reçoivent en physiothérapie sont des dépenses directes. Cela nous permet de commencer sans nous embourber dans la complexité d'un changement de politique ou d'un changement de modèle de financement du système de soins de santé qui tiendrait compte du fait que nous comptons maintenant plusieurs cliniciens, généralistes comme spécialistes. Ensuite, il peut y avoir d'autres personnes dans l'équipe, comme des médecins et des physiothérapeutes, avec des rôles différents. C'est une façon d'accélérer le développement d'un point de vue technologique.

**Le sénateur Eggleton :** Dans l'espoir de pouvoir éventuellement adhérer au système de soins de santé?

**M. Ferguson-Pell :** Tout à fait, c'est notre intention. C'est aussi la raison pour laquelle le troisième volet consiste à travailler de concert avec les Forces armées canadiennes.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Merci à vous deux d'être ici aujourd'hui. J'ai une question pour chacun de vous.

Monsieur Bengio, ce que nous constatons entre autres avec ces technologies, c'est que le monde change. Avez-vous réfléchi à la préparation de nos jeunes? Il faut presque tout de suite leur en parler au début du secondaire ou même à l'école primaire, quand ils commencent à penser à leur carrière. À quoi doivent-ils s'attendre? Ce sera le portrait de l'emploi. D'autres emplois vont changer. Comment peuvent-ils évoluer dans ce contexte? À quoi doivent-ils penser?

**M. Bengio :** Puisque les changements seront très rapides, je crois qu'il est vraiment important que notre système d'éducation prépare nos jeunes à être très scolarisés. S'ils se spécialisent dans un domaine, et que ce domaine finit par être entièrement automatisé, ce ne sera pas très bon pour eux. C'est l'un des aspects dont il faut tenir compte.

L'autre aspect, qui est assez évident, c'est que nous voulons encourager les jeunes qui vont contribuer au développement de ces technologies, en particulier les spécialistes de l'informatique et

engineers. There is already an effect of all of the discussions in the media about AI and the breakthroughs that have happened recently. I can see colleges calling us and asking if they can visit and students in undergrad and high school being interested. We need more of that, obviously, because Canada needs to have as many of these high-paying salaries that are going to create that technology here as possible.

We need to continue carefully evaluating where things are moving. If you look at what economists are writing or just your good sense, you can make fairly good guesses. The people in charge of curricula in schools and colleges need to pay attention to that to try to tell the students about what is going on so that they make the right choices.

**Senator Stewart Olsen:** Dr. Ferguson-Pell, your demonstrations on what Alberta is doing are fantastic. I come from New Brunswick; we don't have a medical school. Are these done in silos? Would you do your telemedicine strictly for Alberta, remote Alberta, or can you envision a Canada where a school in British Columbia can provide this kind of learning for someone in New Brunswick, for a school in New Brunswick or a class in New Brunswick?

**Mr. Ferguson-Pell:** Absolutely. One example of this at the moment, in our faculty, is around stuttering. We have an institute called ISTAR, which is to help people who stutter to overcome this disability. We are delivering stuttering therapy, essentially, to countries in the Middle East. This becomes simply a matter, I think, of, in a way, financial logistics in terms of how you manage the resources that are needed in order to deliver it.

To some degree, some harmonization in the methodology is needed so that we agree on some basic protocols as to how to deliver a particular kind of assessment. Take someone who's got an injured rotator cuff. We would have a standard operating procedure that we would want to follow using this technology so that we go through a systematic assessment of that person's rotator cuff. We would want that to be harmonized with other collaborating provinces or other organizations so that we can get it done smoothly and quickly.

With all of these things, a lot of the cost is around how long it takes to do the assessment. That means the technology must be seamless and reliable; you plug it in and off we go. We have all had that experience with video conferencing. Second, the protocols can help us do that.

To give you confidence that this is doable, the experience we have had in teaching the physical and occupational therapists in remote locations — not so remote, Calgary and Camrose —

les ingénieurs. Un effet peut déjà être observé en raison de toutes les discussions dans les médias sur l'IA et sur les percées récentes. Je peux imaginer des collèges nous appeler et nous demander s'ils peuvent organiser des visites pour les étudiants du secondaire et du premier cycle qui sont intéressés. Nous avons évidemment besoin d'un plus grand nombre de ces spécialistes parce que le Canada doit offrir autant que possible de ces emplois bien rémunérés qui permettront de créer ces technologies ici.

Nous devons continuer de bien évaluer comment la situation évolue. Si vous tenez compte de ce qu'écrivent les économistes ou simplement de votre bon sens, vous pouvez émettre de bonnes hypothèses. Les personnes responsables des programmes pédagogiques dans les écoles et les collèges doivent être attentives et tenir les étudiants au courant afin qu'ils puissent faire les bons choix.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Monsieur Ferguson-Pell, ce que vous nous dites sur ce qui se passe en Alberta est formidable. Je viens du Nouveau-Brunswick, où nous n'avons pas d'école de médecine. Ma question est la suivante : vos initiatives sont-elles menées en vase clos? Les progrès en télémédecine sont-ils strictement réservés à l'Alberta, aux régions éloignées de l'Alberta, ou pouvez-vous envisager un Canada où une école en Colombie-Britannique pourrait offrir ce genre d'apprentissage à quelqu'un, à une école ou à une classe du Nouveau-Brunswick?

**M. Ferguson-Pell :** Tout à fait. Je peux vous en donner un exemple en ce moment, dans notre faculté, et il concerne le problème du bégaiement. Nous avons un institut appelé ISTAR qui est là pour aider les personnes qui bégaiement à surmonter ce handicap. Nous offrons une thérapie contre le bégaiement, essentiellement, à des pays du Moyen-Orient. Cela devient simplement une question, d'une certaine façon, de logistique financière en ce qui concerne la façon dont vous gérez les ressources nécessaires pour offrir le service.

Dans une certaine mesure, il faut en arriver à une certaine harmonisation de la méthodologie pour que nous nous entendions au sujet de protocoles de base sur la manière d'offrir un certain type d'évaluation. Pensez à quelqu'un qui a une blessure de la coiffe des rotateurs. Nous avons un mode de fonctionnement normalisé que nous voudrions observer au titre de l'utilisation de cette technologie afin de pouvoir en arriver à une évaluation systématique de la coiffe des rotateurs de cette personne. Nous voudrions que ce mode de fonctionnement soit harmonisé avec ceux des autres provinces ou d'autres organisations collaboratrices afin d'assurer un fonctionnement rapide et en douceur.

Avec tout cela, une grande partie du coût tourne autour du temps qu'il faut pour effectuer l'évaluation. Cela signifie que la technologie doit être harmonieuse et fiable; vous branchez le tout et vous êtes prêts. Nous avons tous eu cette expérience avec la vidéoconférence. Deuxièmement, les protocoles peuvent nous aider en ce sens.

Pour vous convaincre de la faisabilité de ce projet, je peux vous parler de notre expérience d'enseignement aux ergothérapeutes et aux physiothérapeutes dans des régions éloignées, mais pas trop,

co-located groups — we have demonstrated that those students, when they graduate and sit the national exam, come out with equivalent or better marks to those who have face-to-face. I am confident this will work and give good quality care, but we need some degree of harmonization.

**Senator Seidman:** Thank you both very much for being here.

As a Montrealer, I have to direct my questions to you, Professor Bengio. I'd like to start out by congratulating you sincerely for the enormous efforts you have put in to creating this hub in Montreal. I have collected the newspaper clippings, been watching Google and Microsoft, and been feeling energized and excited about that.

In your presentation to us today, you have said clearly that something is changing and we are moving in new directions. You have said that to keep our talent and attract more, we need to provide the best in the world facilities. You want Canada to be a producer of AI products, not just a consumer. You are already demonstrating that in Montreal.

If you use Montreal as a model for other potential hubs in the country, which I hope is what happens —

**Mr. Bengio:** This is what happens.

**Senator Seidman:** What were the positive assets? What is the model that you will transmit to other parts of the country? What were the positive assets, and what were the particular challenges that you overcame?

**Mr. Bengio:** The core asset is a critical mass of talent. I mean the top-level talent: people, researchers, professors, PhD students, postdocs who are doing the best research in the world, concentrated in one place, working together and attracting the attention of not just the scientific community but also the business community.

This is what happened.

Another thing that happened is a shift in the attitudes of investors and businesspeople — this is just the beginning — that is making it possible for AI startups to begin here immediately and not be sucked to Silicon Valley. It used to be that Canadians would start high-tech companies, and as soon as they reached a certain level, they would not necessarily be bought, but investors who were sufficient risk-takers — there would not be enough of them in Canada. They would be essentially people from California, and they would say, "Come to the valley, because we want to be close to you." A lot of companies left like that.

à savoir Calgary et Camrose. Avec des groupes colocalisés, nous avons démontré que ces étudiants, lorsqu'ils obtiennent leur diplôme et font l'examen national, décrochent des notes égales ou meilleures que ceux qui ont suivi un enseignement en personne. Je suis convaincu que notre méthode fonctionnera et qu'elle aboutira à des soins de qualité, mais nous devons assurer un certain degré d'harmonisation.

**La sénatrice Seidman :** Je vous remercie tous les deux de votre présence.

En tant que montréalaise, c'est à vous que je m'adresse, monsieur Bengio. J'aimerais commencer par vous féliciter sincèrement pour les énormes efforts que vous avez déployés pour créer ce centre à Montréal. J'ai consulté les journaux, Google et Microsoft, et j'ai ressenti une grande fierté et une grande énergie à ce sujet.

Dans votre exposé d'aujourd'hui, vous avez dit clairement que les choses changent et que nous avançons dans de nouvelles directions. Vous avez dit que pour garder nos personnes de talent et en attirer davantage, nous devons offrir les meilleures installations au monde. Vous voulez que le Canada soit un producteur d'IA, et non seulement un consommateur. Vous le prouvez déjà à Montréal.

Si vous utilisez Montréal comme modèle pour d'autres centres qui pourraient voir le jour au pays, et j'espère que c'est bien ce qui se passe...

**M. Bengio :** C'est ce qui se passe.

**La sénatrice Seidman :** Quels étaient les atouts positifs? Quel est le modèle que vous allez reproduire dans d'autres parties du pays? Quels étaient les atouts positifs, et quelles ont été les difficultés particulières que vous avez eu à surmonter?

**M. Bengio :** L'atout de base est une masse critique de talent. Je parle ici de talents de haut niveau : des personnes, des chercheurs, des professeurs, des étudiants au doctorat, au postdoctorat qui font les meilleures recherches au monde, réunis en un seul endroit, qui travaillent ensemble et attirent l'attention non seulement de la communauté scientifique, mais aussi du milieu des affaires.

C'est ce qui s'est passé.

Il s'est aussi produit un changement dans les attitudes des investisseurs et des gens d'affaires, mais ce n'est qu'un début, qui permet aux entreprises d'IA en démarrage de commencer immédiatement et ne pas être aspirées vers la Silicon Valley. Autrefois, les Canadiens qui démarraient des entreprises de haute technologie, aussitôt que ces entreprises atteignaient un certain niveau, n'étaient pas nécessairement achetées, mais des investisseurs qui osaient prendre suffisamment de risques, et il n'y en avait pas assez au Canada, c'étaient essentiellement des investisseurs de Californie, demandaient à ces entrepreneurs de déménager en Californie pour se rapprocher d'eux, et c'est comme cela que beaucoup d'entreprises ont déménagé.



That has now changed. Canadian investors are starting to understand the asset we have here, and foreign investors also understand that if they want to be part of this game, they have to accept that Canadian companies will stay in Canada. The competition effect is moving things in the right direction.

In general, to come back to my first answer about critical mass, it's a virtuous circle. That is why the intervention of government is so important. It is pumping the motor to get it started, and then it is self-growing in the right direction. We probably need to keep pumping to some extent, but now big business is coming in.

There are still challenges; you asked me about challenges. In general, there is a lot to change in the mentality of investors in Canada. They are very conservative. Even more conservative are the big corporations in Canada. They are not used to making these big, bold investments into the future. They want to be reassured that whatever they buy will be safe. Somehow we need to change that. I know some companies are starting to open up, but this is something that needs to change.

**Senator Seidman:** I would like to ask you the same question, Mr. Ferguson-Pell, as long as I can have a second round to ask Professor Bengio another question.

**The Chair:** We will put you on a second round, but I can't guarantee it.

**Senator Seidman:** I understand you are a huge innovator as well. I must say the idea of Holoportation is really something. It is "Star Trek" — I can visualize it. I would like to ask you the same question I asked Mr. Bengio.

**Mr. Ferguson-Pell:** To ensure I remember your question, the first part of the question really was: What are some of the drivers for this innovation, and what resources or investment are necessary to make it successful?

That is a pretty challenging question in this context, because there are a lot of stakeholders. One of the stakeholders, in a way, is our moral conscience, and that is the importance of providing equity in the access to health care. That is a very powerful principle of Canadian health care. There is a lot of data to show the inequities that people who live in remote and rural settings experience simply because of where they are located.

I can't promise that this technology will necessarily directly reduce costs in that you could do simplistic calculations and say that instead of that person having to travel from a remote location to Edmonton, which costs \$5,000, that will pay for half of this toolkit that could maybe be helpful to 100 patients. That is

Tout cela a changé maintenant. Les investisseurs canadiens commencent à comprendre l'actif que nous avons ici, et les investisseurs étrangers comprennent également que s'ils veulent se joindre au mouvement, ils doivent accepter que les entreprises canadiennes resteront au Canada. L'effet de la concurrence fait évoluer la situation dans la bonne direction.

De façon générale, pour revenir à ma première réponse à propos de la masse critique, c'est un cercle vertueux. C'est pourquoi l'intervention du gouvernement est si importante. Elle permet d'injecter l'énergie nécessaire au mouvement, et de faire partir le développement dans la bonne direction. Nous devons probablement continuer d'injecter cette énergie, mais les grandes entreprises adhèrent maintenant au mouvement.

Puisque vous m'avez posé des questions sur les difficultés, je dois vous répondre qu'il reste des défis à relever. En général, il faut changer la mentalité des investisseurs au Canada, qui sont très conservateurs. En outre, les grandes entreprises au Canada sont encore plus conservatrices. Elles ne sont pas habituées de faire de gros investissements audacieux pour l'avenir. Elles ont besoin de savoir que tout ce qu'elles achètent constitue un placement sûr. Nous devons changer cela d'une façon ou d'une autre. Je sais que certaines entreprises commencent à s'ouvrir à ce changement, et c'est tout à fait essentiel.

**La sénatrice Seidman :** J'aimerais vous poser la même question, monsieur Ferguson-Pell, pourvu que je puisse poser ensuite une autre question à M. Bengio.

**Le président :** J'inscris votre nom pour une autre question, mais je ne peux rien vous garantir.

**La sénatrice Seidman :** J'ai cru comprendre que vous êtes aussi très porté sur l'innovation. Je dois avouer que la notion d'holoportation est renversante. C'est une notion très futuriste, et j'arrive à me l'imaginer. J'aimerais vous poser la même question que j'ai posée à M. Bengio.

**M. Ferguson-Pell :** Si je me souviens bien de votre question, vous demandiez d'abord quels ont été les moteurs de cette innovation et quelles ressources ou quels investissements sont nécessaires pour assurer la réussite?

C'est une question très difficile dans ce contexte, car les intervenants sont nombreux. L'un de ces intervenants, pour ainsi dire, est notre conscience morale, par rapport à l'importance de fournir un accès équitable aux soins de santé. C'est l'un des principes fondamentaux des soins de santé au Canada. De nombreuses données révèlent des inégalités pour les personnes qui vivent dans des régions éloignées et rurales, du simple fait de leur emplacement géographique.

Je ne peux pas garantir que cette technologie mènera nécessairement à une réduction directe des coûts, c'est-à-dire que vous pourriez faire des calculs simplistes et dire qu'au lieu de faire voyager une personne d'une région éloignée jusqu'à Edmonton pour 5 000 \$, vous pourriez payer la moitié de cette

a simplistic way of looking at it, because they probably would never have made that trip in the first place for a lot of the conditions we are talking about.

This is an investment in part in fairness as well as an investment in developing a technology that has the potential for economic benefit to Canada more widely.

Second, the stakeholders are pretty diffuse. As we were saying a few minutes ago, this technology can be beneficial to all provinces and beyond. Federal support to help develop these technologies, from an innovation standpoint, is important, and it has already provided that support. We have had CFI and Mitacs funding. They are exactly the kind of funding we need to do this kind of work. It is more difficult to position this kind of work in the CIHR context.

Those programs are critically important to enable this sort of thing to happen.

With industry investment, I think there are opportunities. The Mitacs funding we received, for example, was a consequence of an investment the TELUS Health made. Companies involved in communications can see benefits; they may be collateral benefits in that they are seeing increased utilization of their IT infrastructure. So they are not actually investing directly because they are obtaining a new industrial growth around a health technology, but they are getting secondary benefits.

These are the kinds of complexities we are working within this area.

**Senator Seidman:** And this contributes — I am just thinking of Professor Bengio's point that Canada must be a producer. We can then export that technology and benefit from that aspect, not only within our country but outside our country. Is that the point you're making as well?

**Mr. Ferguson-Pell:** Yes, and there are some technologies where it's more difficult to do that than others, simply because there are many other players in the field. So in order to be truly successful, nimble and get to market fast, you have to have the kind of venture investment and angel investment with the confidence behind it that Dr. Bengio was talking about being the first to market, and we are frequently not first to market because we don't have that culture.

In this particular case, what I'm suggesting is we have geography on our side, and I think that's our opportunity maybe to get ahead of the game, because we have the medical centres and the excellence in health care. We have a publicly funded health care system that is nicely positioned to be able to do this sort of thing. We have the geography and we have the technology, so we have a sweet spot to work with.

trousse d'outils, qui pourrait ensuite être utile à une centaine de patients. C'est une façon simpliste de voir les choses, puisque la personne n'aurait probablement jamais fait ce voyage en premier lieu, pour bon nombre des raisons que nous avons invoquées jusqu'ici.

Il s'agit d'un investissement effectué en partie pour des raisons d'équité et en partie pour développer une technologie qui présente un potentiel économique avantageux pour le Canada dans son ensemble.

Deuxièmement, les intervenants sont assez dispersés. Comme nous l'avons dit il y a quelques minutes, cette technologie pourrait être avantageuse pour toutes les provinces et davantage. Le soutien fédéral au développement de ces technologies, du point de vue de l'innovation, est important, et il a déjà été fourni. Nous avons obtenu des fonds de la FCI et de MITACS, et c'est exactement le genre de financement dont nous avons besoin pour faire ce type de travail. Il est plus difficile de positionner ce genre de travail dans le contexte des IRSC.

Ces programmes revêtent une importance cruciale pour la concrétisation de ces innovations.

Je dirais que cela offre également des possibilités d'investissement à l'industrie. Le financement que nous avons reçu de Mitacs, par exemple, résulte d'un investissement de TELUS Santé. Les entreprises du secteur des communications y trouvent des avantages; elles peuvent en tirer des avantages secondaires du fait que l'utilisation de leur infrastructure de TI augmente. Elles n'investissent donc pas directement, mais elles profitent des retombées parce qu'elles voient leur secteur croître grâce à la technologie de la santé.

Voilà qui vous donne une idée de la complexité de notre contexte de travail.

**La sénatrice Seidman :** Et cela contribue — M. Bengio a dit que le Canada devait être un producteur de technologie. Nous pouvons ensuite exporter cette technologie pour qu'on en bénéficie, non seulement dans notre pays, mais aussi à l'extérieur. Est-ce également votre avis?

**M. Ferguson-Pell :** Oui, et c'est plus difficile à faire pour certaines technologies que pour d'autres, simplement parce qu'il y a beaucoup d'autres acteurs dans ce domaine. Par conséquent, pour pouvoir vraiment réussir, agir prestement et commercialiser rapidement nos produits, il faut l'appui des fournisseurs de capital-risque et des investisseurs providentiels dont M. Bengio a parlé pour être les premiers sur le marché. Il nous arrive souvent de ne pas être les premiers parce que cette culture n'est pas développée chez nous.

Dans ce cas particulier, je dirais que la géographie est de notre côté et que nous pouvons peut-être en profiter pour devancer les autres, car nous avons des centres médicaux et d'excellents soins de santé. Nous avons un système de soins de santé public qui est bien placé pour pouvoir faire ce genre de choses. Nous avons la géographie voulue et la technologie, et nous avons donc de bons atouts en main.

**Senator Dean:** Thank you, both. This is terrific and exciting stuff. I want to talk a little bit about the role of government. We have heard about government priming the well or pumping, and that funding is important. We have heard both of you say that.

When we think about success factors in this terrific, decade-long success story, are there other things that government can do, other than providing funding? Or is it just simply a matter of providing the funding and then stay out of the way? That is my first question.

Second, we know about the virtuous, positive social and economic impacts. I want to return to the negative ones, and without the particulars, because many of the negative aspects of this, by the very nature of the technology, will be unpredictable by virtue of its disruptive nature.

Where does responsibility lie in terms of governance? Who has the lead on thinking about and looking at and having responsibility for mapping and attempting to foresee some of the downside consequences of this? We have heard that health inequity is one. The exportation of benefits to others, while they may not be available to some home countries, obviously another. Any thoughts on those questions?

**Mr. Bengio:** About the role of governments, besides initiating the kind of innovation that we are seeing in AI, as I mentioned, our ability to keep and actually bring to Canada the best people in the area, scientists but also entrepreneurs, for example, is closely connected. One important aspect of this is our immigration process.

In my own life as a professor, I encounter a lot of issues with students having trouble, especially the students coming on short-term internships and things like that, but even grad students coming and being delayed one session and then deciding to go to another university elsewhere in the world. I believe that we could do a better job to make the process of getting visas and work permits and so on seamless and faster, especially for these areas that are critical like this, but I think ideally for everyone. So that's one place I think where it matters in terms of policy.

The other place which is difficult is regarding sharing of data. Health is mostly dealt with in the provinces. The provinces, for example Quebec and Ontario, are doing pretty nice work trying to centralize their medical data. This will become really important for AI, but each province is doing it separately.

I'm not sure how we will be able to deal with this, but as a country we would be able not only to provide better health care but export our systems and be much more competitive if we found ways for the different provinces to allow researchers and companies involved in the development of these products to have access to shared data. Of course with all the techniques that

**Le sénateur Dean :** Merci à tous les deux. C'est formidable et passionnant. Je voudrais parler un peu du rôle du gouvernement. D'après ce que nous avons entendu, le gouvernement fournit des fonds de démarrage et ce financement est important. C'est ce que vous avez dit tous les deux.

Si nous examinons les facteurs qui ont contribué aux réussites formidables de ces 10 dernières années, y a-t-il d'autres choses que le gouvernement pourrait faire, à part apporter son financement, ou devrait-il simplement se contenter de fournir l'argent et rester en dehors de tout cela? Voilà la première question.

Deuxièmement, nous sommes au courant des effets sociaux et économiques bénéfiques et positifs. Je voudrais parler des impacts négatifs, sans entrer dans les détails, car étant donné la nature de la technologie, il peut y avoir un grand nombre de conséquences négatives imprévisibles.

Qui en assume la responsabilité? Qui réfléchit à cette question et cherche à prévoir certaines des conséquences négatives que cela pourrait avoir? Nous avons entendu parler de l'iniquité en matière de santé. L'exportation des avantages de la technologie vers d'autres pays alors que d'autres n'en profiteront peut-être pas pose évidemment un autre problème. Avez-vous réfléchi à ces questions?

**M. Bengio :** Pour ce qui est du rôle des gouvernements, en plus de stimuler l'innovation dans le secteur de l'intelligence artificielle, il faut conserver ou faire venir au Canada les meilleurs spécialistes de ce domaine, des chercheurs et aussi des chefs d'entreprise. Notre processus d'immigration joue un rôle important.

En tant que professeur, je suis confronté à de nombreux problèmes. Les étudiants ont des difficultés, surtout ceux qui viennent pour des stages de courte durée, mais aussi les étudiants diplômés dont la venue est retardée et qui décident d'aller dans une autre université, dans un autre pays. Je crois que nous pourrions accélérer la délivrance des visas et des permis de travail surtout dans les domaines aussi essentiels que celui-ci, mais idéalement, pour tout le monde. C'est donc un aspect pour lequel je pense que la politique est importante.

Un autre aspect problématique est le partage des données. La santé est principalement du ressort des provinces. Le Québec et l'Ontario, par exemple, réussissent bien à centraliser les données médicales. Cela deviendra vraiment important pour l'IA, mais chaque province le fait séparément.

Je ne sais pas exactement comment nous allons pouvoir régler cela, mais notre pays pourrait non seulement fournir de meilleurs soins de santé, mais exporter ses systèmes et être beaucoup plus concurrentiel si les différentes provinces trouvaient un moyen de permettre aux chercheurs et aux entreprises qui participent au développement de ces produits d'avoir accès à des données

are used, we must ensure the data isn't leaking in any way. It's a jurisdiction problem where maybe the federal government could have a role in bringing to the table the difference provinces.

**Senator Dean:** Thank you.

**Mr. Ferguson-Pell:** First of all, I would absolutely agree on the data point, and I would add an extra dimension to that in that data can be used in a number of different ways. As academics, our interest is in using data on the whole for research purposes. We need to be able to access that data supported by appropriate ethics approval. Ethics approval becomes complex because that means individual patients need to have given their permission for that data to be used for the purpose that we would like to put it to as researchers.

Creating a culture — which I do not think patients have a lot of problem with — where patients more or less opt out, where their data is essentially freed up for use for research purposes, as long as appropriate anonymization is put in place, could be a real enabler. I think this is something we really struggle with in Alberta in particular because I think Alberta tends to have a very protective view relative to other provinces in Canada.

We certainly struggle with this as academics in Alberta, but I think it's a relatively common problem across the country.

The second point I would make is to do with joined-up-ness whether it's at a provincial or a federal level. When we start talking about acute and chronic care, we suffer from really challenging problems in joining up our recognition of what holistic care really is, and this occurs in the field of people who are aging in place where appropriate, relatively inexpensive interventions at the community level can save enormous amounts of money at the acute level. But the ability to move money across the divide, move policy across the divide and move administrative responsibility across the divide is a perplexing problem, and it doesn't make common sense, but it's the nature of the way things are put together.

That becomes a real barrier I think on the chronic disease management side of things because it's difficult in isolation to demonstrate that you are saving money. But when you look at interventions and innovation holistically and you include what the benefits are at the acute side, then it's a slam dunk. I think that's the challenge we have both at a provincial level and a federal level.

**Mr. Bengio:** I agree very much with what you said. One connected element regarding the opt-in of patients to make sure their data could be used for research is we have to ensure that patients feel secure about that data; in particular, it has come to the Canadian government, the question of what insurance companies could be doing and asking from the data that has been measured on patients.

partagées. Bien entendu, compte tenu de toutes les techniques utilisées, nous devons veiller à ce qu'il n'y ait pas de fuite des données. C'est un problème de compétence pour lequel le gouvernement fédéral pourrait peut-être jouer un rôle en amenant les différentes provinces à s'entendre.

**Le sénateur Dean :** Merci.

**M. Ferguson-Pell :** Premièrement, je suis entièrement d'accord au sujet des données et j'ajouterais à cela que les données peuvent être utilisées de diverses façons. En tant qu'universitaires, nous voulons utiliser les données pour nos recherches. Il faut que nous puissions y avoir accès conformément aux normes d'éthique. L'approbation éthique est assez complexe, car cela veut dire que chaque patient doit avoir autorisé que les données le concernant servent aux fins indiquées par les chercheurs.

La création d'une culture — je ne pense pas que les patients y voient beaucoup d'objection — selon laquelle les patients autoriseraient l'utilisation de leurs données à des fins de recherche, à la condition qu'elles soient anonymes, pourrait vraiment faciliter les choses. C'est une question qui nous cause vraiment des difficultés en Alberta parce que cette province a tendance à protéger davantage les données que les autres.

Cela pose certainement un problème au milieu universitaire en Alberta, mais je dirais que c'est relativement fréquent d'un bout à l'autre du pays.

En deuxième lieu, je mentionnerai la nécessité d'avoir une approche intégrée, tant au niveau provincial que fédéral. En ce qui concerne les soins aigus et chroniques, nous avons de la difficulté à nous entendre sur ce que sont vraiment les soins holistiques, notamment pour le maintien à domicile des personnes âgées, alors que des interventions relativement peu coûteuses au niveau communautaire permettent d'économiser énormément d'argent sur les soins aigus. Néanmoins, la capacité de transférer l'argent d'un secteur à l'autre, de modifier les politiques et les responsabilités administratives d'un secteur à l'autre est assez problématique. Ce n'est pas logique, mais c'est à cause de la façon dont les choses sont organisées.

Cela constitue un véritable obstacle, je crois, pour la gestion des maladies chroniques, car il est difficile de démontrer isolément que vous économisez de l'argent. Néanmoins, si vous prenez les interventions, l'innovation dans son ensemble, et les avantages que cela apporte sur le plan des soins aigus, cela devient une évidence. Voilà le défi à relever, je pense, au niveau provincial et fédéral.

**M. Bengio :** Je suis tout à fait d'accord avec vous. Pour ce qui est de faire accepter par les patients que leurs données servent pour la recherche, nous devons veiller à ce que les patients sachent que leurs données sont en sécurité; le gouvernement canadien s'est penché sur la question de ce que les compagnies d'assurance pourraient faire des données portant sur les patients.

I don't want to go into that debate, but obviously from the point of view of developing AI with patients' data, it's much, much better if patients feel confident that the data is not going to be used against them in one way or another.

**Senator Unger:** Thank you both very much for extremely interesting presentations. Dr. Bengio, just a comment: I really like your message that if you want to do business with us, come to Canada. I really applaud that. I recently read in one of our national papers about a company in California that packed up and moved to Toronto specifically regarding AI. That's a great message.

You talked about your work with dozens of companies and hundreds more knocking on your door. I'm wondering how you would handle all of this potential business.

**Mr. Bengio:** Well, precisely what we will be doing with a lot of the money that we will be receiving from both the provincial government and the federal government in the next few years is to make it possible for academics in my group to recruit applied researchers who will actually do the work of the technology transfer and working with companies.

The professors and the grad students for the most part will continue to do their basic research, their long-term research. We don't want to stop that; otherwise, we will lose eventually to other places in the world where they are continuing to do this. We won't have the attractive power that we currently have for talent.

Instead, we need to bring together in the same places — that's what these institutes are supposed to be about, the ones in Montreal, Toronto and Edmonton — both the fundamental researchers, who are already there, but recruit a large number, potentially more than the number of students and professors that we currently have, and they will be former grad students, engineers, people who we recruit from overseas who will be the interface between those companies and the research.

For example, in my group, we are telling those people when we recruit them that your main mission will be to work with those companies, but that will be like 80 per cent of your time, and 20 per cent of your time will be essentially free and you will be able to collaborate with the grad students and the post-docs doing fundamental research, publish papers, so they get to stay connected with the advances in science, and they are motivated to be here rather than working in industry and maybe have better salaries.

**Senator Unger:** Thank you.

For both of you I had questions that have already been asked, but Dr. Ferguson-Pell, you mentioned funding because Alberta has that kind of system. Do you see a role in the private sector or for the private sector to get involved with your work?

Je ne me lancerai pas dans ce débat, mais pour développer l'IA grâce aux données des patients, il vaut beaucoup mieux que ces derniers aient l'assurance que leurs données ne seront pas utilisées contre eux d'une façon ou d'une autre.

**La sénatrice Unger :** Merci beaucoup à vous deux pour vos remarques extrêmement intéressantes. Monsieur Bengio, je vous dirais seulement que j'aime vraiment votre message selon lequel si vous voulez faire des affaires avec nous, venez au Canada. Je vous dis bravo. J'ai lu récemment dans un de nos journaux nationaux qu'une entreprise de Californie était venue s'installer à Toronto précisément pour l'IA. C'est un excellent message.

Vous avez parlé de votre travail avec des dizaines d'entreprises et des centaines d'autres qui viennent frapper à votre porte. Je me demande comment vous allez gérer toute cette clientèle potentielle.

**M. Bengio :** Une bonne partie de l'argent que nous allons recevoir du gouvernement provincial et du gouvernement fédéral au cours des prochaines années va permettre aux chercheurs de mon groupe de recruter des spécialistes de la recherche appliquée qui vont se charger du transfert technologique et travailler avec les entreprises.

Pour la plupart, les professeurs et les étudiants des cycles supérieurs continueront de faire leurs recherches fondamentales, leurs recherches à long terme. Nous ne voulons pas arrêter cela; autrement, nous finirons par perdre du terrain au profit d'autres pays qui poursuivent ces recherches. Nous n'aurons plus la même capacité d'attirer des talents.

Nous devons plutôt réunir au même endroit — c'est ce que les instituts sont censés faire, à Montréal, Toronto et Edmonton — ceux qui font de la recherche fondamentale et qui sont déjà là, mais nous voulons aussi recruter un grand nombre, peut-être même plus important que notre effectif actuel d'étudiants et de professeurs, d'anciens étudiants, d'ingénieurs, de gens que nous recruterons à l'étranger pour assurer l'interface entre les entreprises et les chercheurs.

Par exemple, dans mon groupe, lorsque nous recrutons des gens, nous leur disons que leur principale mission sera de travailler avec les entreprises et que cela absorbera environ 80 p. 100 de leur temps, mais que pendant le reste du temps, ils pourront collaborer avec les étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles et les postdoctorants à des recherches fondamentales, et publier leurs travaux. Cela leur permettra de rester au fait des progrès scientifiques et leur donnera envie de rester là au lieu d'aller travailler dans l'industrie où ils auront peut-être des meilleurs salaires.

**La sénatrice Unger :** Merci.

Les questions que je voulais adresser à vous deux ont déjà été posées, mais monsieur Ferguson-Pell, vous avez mentionné le financement parce que l'Alberta a ce genre de système. Pensez-vous que le secteur privé a un rôle à jouer ou qu'il peut participer à votre travail?

**Mr. Ferguson-Pell:** Absolutely, and in fact I think the private sector might be the early adopter, and it might be one way that we can get, if you like, soft venture funding in order to get some of this off the ground at an early stage. If you could imagine, there are a number of interventions for a typical physical therapy clinic that delivers fee-for-service care that is out-of-pocket paid, where expanding the market for them, by being able to reach out more effectively into rural communities, would be a very appealing thing to do. It relies, of course, upon those more remote communities to be able to afford to buy that. So there is an underlying inequity around the delivery of, for example, physical therapy services.

In Alberta, for example, if you have a hip replacement or a knee replacement, you get a certain number of physical therapy visits associated with that. So that would be a very good starting point.

The other thing we're doing now, which I think is another opportunity where it's at the interface between the health system funding and the private funding is an intervention called GLA:D which came out of Denmark, and this is a physical therapy intervention that is intended to delay the amount of time needed for you to have your knee or hip surgery. In other words, the physical therapy program essentially extends the period of time that you can live comfortably and functionally with your normal hip or knee before you have to have an artificial replacement.

This has economic benefit to the health care system and to the patient as well as a quality of life benefit to the patient and is an opportunity for a private clinic to be able to deliver that service. There are these sorts of overlap areas that I think are interesting areas for us to look at at the beginning because it gets kind of everybody on board, but we don't get into complex conversations about where is new money going to come from in order to deliver this service, which is always challenging, especially in difficult economic times.

**Senator Unger:** Yes. I had one more short question.

**The Chair:** All right.

**Senator Unger:** I'm wondering also about security and privacy of data.

**Mr. Ferguson-Pell:** Yes. The data that relates to things like force measurement, movement measurements and things like that is very easily encrypted, and usually that would not carry much in the way of an identifier because the data is being streamed across in real time. Then it is being stored in a relatively normal way.

The tricky part is the video information, and there are protocols for doing that already in telemedicine, and they will need to be enhanced as we go forward, as we use this technology more and more, but this technology is in place to be able to do that. It's a matter of just, in a way, getting the approvals and the acceptance that the encryption techniques are sufficiently robust for the system to accept.

**Senator Unger:** Thank you both very much.

**M. Ferguson-Pell :** Absolument, et je pense même que le secteur privé pourrait être le premier à adopter ces technologies et pourrait nous permettre d'obtenir le capital-risque nécessaire pour réaliser rapidement certains de ces projets. Les cliniques de physiothérapie font un certain nombre d'interventions rémunérées à l'acte que le patient paye directement et si elles élargissent leur marché en étant capables de mieux rejoindre les communautés rurales, cela pourrait être très intéressant pour elles. Il faut, bien sûr, que les localités éloignées aient les moyens de s'offrir ce service. Il y a donc une iniquité au niveau de la prestation des services de physiothérapie, par exemple.

En Alberta, si vous recevez une prothèse de hanche ou de genou, vous avez droit à un certain nombre de séances de physiothérapie. Ce serait un excellent point de départ.

Pour ce qui est, je pense, d'une autre possibilité à l'interface entre le financement du système de santé et le financement privé, nous avons actuellement un programme appelé GLA:D, qui nous vient du Danemark. C'est une intervention de physiothérapie visant à retarder le moment où vous devrez vous faire opérer du genou ou de la hanche. Autrement dit, ce programme de physiothérapie rallonge la période pendant laquelle vous pouvez continuer à vivre et fonctionner confortablement avant de vous faire remplacer la hanche ou le genou.

C'est avantageux pour le système des soins de santé et le patient, en plus d'améliorer la qualité de vie de ce dernier, et cela offre à une clinique privée la possibilité d'offrir ce service. Voilà le genre de possibilités intéressantes que nous pourrions envisager au départ, car cela ferait l'affaire d'à peu près tout le monde, sans qu'on ait à se demander d'où viendra l'argent pour offrir ces services, ce qui est toujours problématique, surtout en période de difficultés économiques.

**La sénatrice Unger :** Oui. J'ai une autre brève question.

**Le président :** Très bien.

**La sénatrice Unger :** Je m'inquiète aussi de la sécurité et de la protection des données.

**M. Ferguson-Pell :** Oui. Les données concernant des choses comme la mesure de la force, les mesures du mouvement, et cetera, sont très faciles à crypter et sont généralement peu identifiables parce qu'elles sont transmises en temps réel. Elles sont ensuite stockées de la façon normale.

L'information vidéo est plus problématique, et il y a des protocoles à cet égard en télémédecine qu'il faudra améliorer lorsque l'utilisation de cette technologie va se développer, mais nous avons déjà les moyens de le faire. Il s'agit seulement d'obtenir les approbations nécessaires et la garantie que les techniques de cryptage sont suffisamment solides pour que le système puisse les accepter.

**La sénatrice Unger :** Merci beaucoup à tous les deux.

[Translation]

**Senator Pettigrew:** Thank you both for joining us and for your presentations. My question is for both of you.

Mr. Bengio, since I too am from Montreal, let me start with you.

[English]

I'm trying to get a sense of how democratic, if I may say, your sector and area are or will be. I get that this is very exciting, and I guess maybe there are a few parts.

I'm trying to get a sense of where it's driven from. Is it led by the businesses? Is it led by the academics or a combination of both? The reason I want to know is I see that there is a lot of investment and it's high technology. It seems to me a lot of this would be very expensive research and products.

How do you get that to the most Canadians? How will it help as many Canadians as possible? I see that it could remain a very privileged access or it could save the world — I don't know — maybe give me your opinion on that and if you can give me a sense of where it stands.

**Mr. Bengio:** Maybe one part of the answer is something really nice is happening in the machine learning scientific community, which is that it's currently and has been for many years, as far as I remember, very open. So not only do scientists publish their work in the usual ways, but they publish their work even before it's been reviewed in what's called "archive."

As soon as somebody has a good idea that's sufficiently fleshed, it's posted on the web, and this is not just the academics doing this. The researchers in industry, at least in the leading AI industry, so that's companies like Google, Microsoft, Facebook, IBM, do the same thing. There is a lot of movement of ideas.

Students spend some time in one place and then another place, so everybody knows what everybody is doing very fast. The reason I'm saying this is that for anyone who has the training, and, of course, there are thousands of people around the world who do, you can very quickly know if there's something new happening. This is not like what you see in movies where there are some isolated scientists maybe working for a company discovering something big that no one knows about. This is not at all how it's working. That science is moving by actually pretty small steps, even though the impact could be important, but the science itself is moving by small steps on top of what others are doing, and everybody knows what is going on.

Worse than that, the companies that are trying to be secretive are losing. They are losing ground. That's why, for example, a company like Apple, which used to be extremely secretive, decided that — at least as far as deep learning is concerned — they would open up and start publishing. For them, it was the only way they could recruit strong researchers in the

[Français]

**La sénatrice Pettigrew :** Je vous remercie tous les deux d'être parmi nous, et je vous remercie de vos présentations. Ma question s'adresse autant à l'un qu'à l'autre.

Monsieur Bengio, comme je suis également de Montréal, je vais commencer par vous.

[Traduction]

J'essaie de voir dans quelle mesure votre secteur et votre domaine sont ou seront démocratiques. Je sais que c'est vraiment passionnant et je suppose qu'il y a plusieurs éléments à considérer.

J'essaie de voir d'où vient cette initiative. Vient-elle des entreprises? Vient-elle des universitaires ou des deux? J'aimerais le savoir, car je vois que cela représente un investissement considérable et que c'est de la haute technologie. J'ai l'impression que cela représente des recherches et des produits très coûteux.

Comment allez-vous les mettre à la disposition du maximum de Canadiens? Comment cela va-t-il aider le plus de Canadiens possible? Cela pourrait être réservé à quelques privilégiés ou pourrait sauver le monde — je l'ignore — et vous pourriez peut-être me dire ce que vous en pensez et quelle est votre opinion à ce sujet.

**M. Bengio :** Je dirais qu'il se passe quelque chose de très positif dans la communauté scientifique de l'apprentissage machine, à savoir qu'elle est très ouverte, et cela depuis de nombreuses années. Non seulement les chercheurs publient leurs travaux de la façon habituelle, mais ils les déposent avant qu'ils ne soient évalués par leurs pairs dans un répertoire « en libre accès ».

Dès que quelqu'un a une bonne idée suffisamment étayée, elle est publiée sur le Web et les chercheurs ne sont pas les seuls à le faire. Les chercheurs de l'industrie, du moins dans le secteur de l'intelligence artificielle, donc des sociétés comme Google, Microsoft, Facebook, IBM, font la même chose. Il y a une grande circulation des idées.

Les étudiants passent du temps à un endroit, puis à un autre, si bien que tout le monde sait très rapidement ce que chacun fait. Si j'en parle, c'est parce que quiconque a la formation voulue, comme c'est, bien entendu, le cas de milliers de personnes dans le monde, peut savoir très rapidement s'il se passe quelque chose de nouveau. Ce n'est pas comme dans les films où vous voyez des chercheurs au service d'une entreprise qui font une grande découverte dont personne n'est au courant. Ce n'est pas du tout ce qui se passe. La science progresse par petites étapes, même si chacune d'elles peut avoir un impact important. Néanmoins, la science progresse par petites étapes qui s'ajoutent à ce que font les autres et tout le monde sait ce qui se passe.

En fait, les entreprises qui cherchent à travailler en secret sont perdantes. Elles perdent du terrain. C'est pourquoi, par exemple, une société comme Apple, qui était extrêmement secrète, a décidé, du moins en ce qui concerne l'apprentissage profond — de commencer à publier ses recherches. C'était pour elle le seul moyen de recruter des chercheurs solides dans ce

area. Otherwise they would not even be able to recruit them, because those researchers care more about being part of the community, being able to talk to their peers and getting their feedback, than having a 10 per cent or whatever better salary.

That means that, in a sense, anyone with the training can build their own thing. Even regarding patents, there has been a movement in the last few years by those major companies to say that they would only use their patents in a defensive way. In other words, they would not prevent other companies from using the science they are producing, or just not even patent the things that are more on the science side of things that they are doing. So that's very good.

Also, even though it's true that it may take some capital to develop, mostly it's people. There is computing equipment, but it's mostly people, so it's not actually that capital-intensive. A lot of the things that are being developed are already mass distributed. If you use almost any of the Google services or a large part of the Facebook services, you are already using deep learning and you are getting it almost for free. You are getting advertisements, but that's another problem.

That technology is being used and is sort of mass distributed. Everybody will be a user of these things, and is already a user to some extent.

There is a question of democratization at the level of business. I co-founded a company called Element AI, which is trying to make that kind of technology accessible to the other companies besides those big IT companies, those companies which don't have the expertise. This is true of many Canadian companies, even large ones, and even large multinationals. They just don't have the expertise or the talent, so they don't know how to jump into this. So there's an issue there, but companies like Element AI and IBM are making that kind of expertise available to other companies.

I'm not sure if I answered your question or if you had something else in mind.

**Senator Petitclerc:** We want to know the impact on health. Is it your perception that it will have a positive impact on the health of Canadians? Because, in the end, that would be the desired result, right?

**Mr. Bengio:** Yes. In a sense, this is related to what Martin talked about earlier. There are cases where it's fairly obvious that it's profitable for a company to build a product that will be used by hospitals, for example. The example I gave earlier of medical images, this is an area that's booming because it's a very straightforward path from building the technology to making money out of it.

domaine. Autrement, elle n'aurait même pas pu en recruter, parce que ces chercheurs trouvent plus important de faire partie de la communauté, de pouvoir parler à leurs pairs et d'obtenir leur rétroaction que de toucher 10 p. 100 ou un meilleur salaire.

Cela veut dire que quiconque ayant la formation voulue peut construire son propre modèle. Même en ce qui concerne les brevets, ces dernières années, les grandes entreprises ont commencé à dire qu'elles se serviraient uniquement de leurs brevets de façon défensive. Autrement dit, elles n'empêcheraient pas les autres entreprises de se servir de la science qu'elles produisent ou ne prendraient même pas de brevets sur les éléments plus scientifiques que ce qu'elles produisent. C'est une excellente chose.

Même s'il est vrai qu'il est nécessaire de disposer de capitaux pour développer cette science, c'est surtout une question de ressources humaines. Il faut de l'équipement informatique, mais surtout des gens, et cela n'est donc pas vraiment capitalistique. Une bonne partie des choses qui sont mises au point font déjà l'objet d'une distribution de masse. Si vous utilisez pratiquement tous les services Google ou une bonne partie des services Facebook, vous avez déjà recours à l'apprentissage profond et pratiquement gratuitement. Il y a des annonces publicitaires, mais c'est un autre problème.

Cette technologie est utilisée et fait en quelque sorte l'objet d'une distribution de masse. Nous utiliserons tous ces choses un jour, ou nous les utilisons déjà dans une certaine mesure.

Il s'agit d'une question de démocratisation au niveau commercial. Je suis le cofondateur d'une compagnie appelée Element AI, qui tente de rendre ce genre de technologie accessible à d'autres entreprises, outre les grandes entreprises des TI, des entreprises qui n'ont pas l'expertise nécessaire. Cela concerne de nombreuses entreprises canadiennes, même importantes, voire même de grandes multinationales. Elles n'ont tout simplement pas l'expertise ou les talents, ce qui fait qu'elles ne savent pas comment sauter dans le train. Cela pose donc un problème, mais des entreprises comme Element AI et IBM sont là pour mettre ce genre d'expertise à leur disposition.

Je ne suis pas certain d'avoir répondu à votre question ou si pensiez à quelque chose d'autre.

**La sénatrice Petitclerc :** Nous voulons avoir une idée de l'impact sur la santé. Êtes-vous d'avis que cela aura des répercussions positives sur la santé des Canadiens? En fin de compte, n'est-ce pas là le résultat que nous souhaitons?

**M. Bengio :** Oui. Dans un sens, cela est lié à ce dont Martin a parlé un peu plus tôt. Il y a des cas où il est assez évident qu'il est rentable pour une entreprise de mettre au point un produit qui sera utilisé par les hôpitaux, par exemple. J'ai parlé plus tôt de l'imagerie médicale, un domaine en pleine expansion, parce qu'il est très facile, une fois la technologie mise au point, de faire de l'argent en l'exploitant.



However, I'm sure there will be other cases where it's not so clear from a business point of view, yet there could be important positive social impacts. That's where having a strong role for governments — for example, those institutes that are being created — is good.

Academics are very motivated by the idea that what they are going to be doing could positively impact a lot of people. In my group, we are ready to tackle problems where there is no company that is interested, but there are medical doctors or hospitals that think this is an important problem that could be useful for many people, and then we just go and do it. Our salaries, as professors, are paid by the government, so we are doing things for the common good. It wouldn't necessarily work like this if you were in a country where it was all driven by the immediate profit motive.

**Senator Petitclerc:** Thank you. I don't know if you had anything to add to that.

**Mr. Ferguson-Pell:** No. I completely agree. I think it was covered very nicely.

**The Chair:** Before I move to the second round, I want to ask about a couple of things that have arisen.

With regard to the confidence and the ethics of using data that you and Senator Eggleton began to discuss, Dr. Bengio, I thought you gave a very good example when you referred to the counting of cells. In my opinion, it was a very good example because it focuses us on reality versus hypothesis. We quickly come to accept technology that gives us information that is beneficial to making a diagnosis or helping out with issues, and we quickly cease worrying about the ethics of the technology.

Now let's move up one scale to 3-D imaging, brain imaging. How do we know that the interpretation of the brain image of a particular individual hasn't been influenced by the data that went into telling the machine how to look for a brain and deal with it? Well, we just don't. If we have a brain injury, we want you to image us immediately. If we think we have a deterioration of mental capability, the first thing we want is an image. In fact, today it's getting so that people almost ask for an MRI, whatever they are going into the hospital with.

I think that one of the things we have to do as we look at these ethical issues around data concentration is the reality of how they're used and how they may benefit, and weigh the potential benefit against any potential negative issue.

We've had discussion here about this issue. As we get further into deep learning, we know how the learning is structured. We have been informed about how it has gone from simple

Toutefois, je suis certain qu'il y aura d'autres cas où cela sera moins évident d'un point de vue commercial, alors que l'impact social positif pourrait être important. C'est à ce niveau-là qu'un rôle bien établi pour les gouvernements, par exemple, la création d'instituts, prend tout son sens.

Les chercheurs universitaires sont très motivés par l'idée que les recherches qu'ils font peuvent avoir des répercussions positives sur un grand nombre de personnes. Dans mon groupe, nous sommes prêts à nous attaquer à des enjeux auxquels aucune autre entreprise ne s'intéresse, que des médecins ou des hôpitaux considèrent comme importants et potentiellement utiles pour de nombreuses personnes. Cela nous incite à aller de l'avant. Nos salaires, en tant que professeurs, sont payés par le gouvernement, ce qui fait que dans notre travail, nous visons le bien commun. Cela ne fonctionnerait pas nécessairement de cette façon dans un pays où tout est motivé par le profit immédiat.

**La sénatrice Petitclerc :** Merci. Est-ce que vous avez quelque chose à ajouter?

**M. Ferguson-Pell :** Non. Je suis complètement d'accord. Je crois que nous avons bien couvert la question.

**Le président :** Avant de passer à la deuxième ronde, j'aimerais poser des questions concernant certains sujets qui ont été abordés.

En ce qui a trait à la confiance et à l'éthique liées à l'utilisation des données, dont vous et le sénateur Eggleton avez commencé à discuter, monsieur Bengio, je crois que vous avez donné un très bon exemple lorsque vous avez parlé de la numération des cellules, un excellent exemple, à mon avis, axé sur la réalité plutôt que sur des hypothèses. Nous sommes prompts à accepter la technologie qui nous fournit de l'information utile pour faire un diagnostic ou résoudre des problèmes, et nous cessons rapidement de nous préoccuper des questions d'éthique qui entourent cette technologie.

Passons maintenant à quelque chose d'un peu plus compliqué, soit l'imagerie 3D, l'imagerie cérébrale. Comment pouvons-nous savoir que l'interprétation de l'imagerie cérébrale d'un individu n'a pas été influencée par les données qui ont servi à programmer la machine pour l'examen du cerveau et l'utilisation des résultats? Nous ne le savons tout simplement pas. Une personne qui souffre d'une lésion cérébrale souhaite avoir accès à l'imagerie sans délai. Lorsqu'il y a une détérioration d'une capacité mentale, la première chose que l'on souhaite obtenir, c'est une image. En fait, aujourd'hui, lorsque les gens se présentent à l'hôpital, ils exigent presque une IRM, quel que soit le problème dont ils souffrent.

Je crois que l'une des choses que nous devons faire lorsque nous examinons les questions éthiques entourant la concentration des données, c'est de déterminer la façon dont ces données sont utilisées et les avantages réels qu'elles comportent, ainsi que de peser les avantages possibles par rapport aux problèmes potentiels.

Nous avons déjà discuté de cette question. Au fur et à mesure que nous progressons dans le domaine de l'apprentissage profond, nous savons comment l'apprentissage est structuré. On nous

stacking of photocopies into modelling on the actual brain and how it works, and Canada has been a leader. Part of the reason we're a leader is because we continued our neurological research beyond that of a number of other countries.

We now get into a situation where, in terms of diagnosis of disease, we know that many diseases are culturally or ethnically related. They are statistically higher and more pronounced in certain ethnicities than in others. So the issue then becomes: Is there sufficient data moving into it? In my opinion, your simple example of the cell counting is a good basis for us to reflect on, in that as we get sufficient data it no longer matters, because if you get a total ethnic screen of a good, solid sample of a population, then there's a much higher probability than any factors that will be considered. In fact, there's probably more diversity within one ethnicity than there may be across ethnicities. We know that the genetics, particularly at the microbiome level of individuals, even within any given ethnicity, is considerably varied across that population. Those factors have to be taken into consideration now when we look at the microbe and so on.

I don't want to go on at length, because I do have a question for Dr. Ferguson-Pell. Is there anything in what I have summarized that causes you to focus in on a further answer to Senator Eggleton's question?

**Mr. Bengio:** An issue that you raised which is well studied now is the issue of bias due to the particular choice of data that we are using to train the machine. The machine is only imitating the things that it sees in the training data, and so if the training data reflects the biases of the people or the lack of diversity from which data came, that will also be in the machine, at least if we don't do anything special about it. But we can do something about it.

For a few years — and some of the papers came from Canada — we know some techniques that can help us to reduce that issue considerably. The idea is if we also measure, say, the ethnicity as the variable we would like the system to be insensitive to, because we would like the system to take a decision irrespective of gender, race or whatever the variable is, we can do that. We can simply train it to predict those variables and then become insensitive to them in its other judgments. It's not necessarily perfect, but we have knowledge of the mechanisms to do that.

I can imagine that, in some situations, it could be something that's legally required, just as a form of respect of the values of a particular country, so that some systems in medical or in legal areas have those safeguards. Scientifically, we know how it could be done. There is extra effort when someone delivers a product to enforce these kinds of ways to make the system unbiased, and it

a montré comment nous sommes passés du simple empilage de photocopies à la modélisation du cerveau et de son fonctionnement, le Canada étant un chef de file dans ce domaine. Cela vient en partie du fait que nous avons poussé la recherche dans le domaine neurologique bien plus loin que de nombreux autres pays.

Nous sommes arrivés au point où, en ce qui a trait au diagnostic des maladies, nous savons que nombre d'entre elles ont des racines culturelles ou ethniques. Leur incidence est plus élevée et plus prononcée dans certains groupes ethniques que dans d'autres. Le problème qui se pose alors est le suivant : les données sont-elles suffisantes? À mon avis, votre exemple simple de la numération des cellules représente une bonne base de réflexion pour nous, la production de données suffisantes n'ayant plus d'importance, parce qu'en présence d'une présélection ethnique complète dans un échantillon suffisant et solide d'une population, il est beaucoup plus probable que tous les facteurs seront pris en compte. En fait, il y a probablement plus de diversité dans un seul groupe ethnique que d'un groupe ethnique à un autre. Nous savons que la génétique, et plus particulièrement au niveau du microbiome, même à l'intérieur d'un groupe ethnique donné, varie considérablement dans la population. Ces facteurs doivent être pris en compte maintenant, dans le cadre de l'étude des microbes notamment.

Je ne veux pas trop m'étendre sur le sujet, parce que j'ai une question pour M. Ferguson-Pell. Y a-t-il quelque chose dans mon résumé qui vous amènerait à aller plus loin dans votre réponse à la question du sénateur Eggleton?

**M. Bengio :** Parmi les problèmes que vous avez soulevés et qui sont bien étudiés maintenant figure la question du biais attribuable au choix particulier des données utilisées pour programmer la machine. La machine se limite à imiter ce qu'elle voit dans les données de programmation, ce qui fait que si ces dernières reflètent les biais des personnes ou l'absence de diversité dans les sources de données, cela aura un effet, à moins que nous fassions quelque chose de particulier à ce sujet. Et nous pouvons faire quelque chose.

Depuis quelques années, et certaines des études à ce sujet ont été faites au Canada, nous connaissons des techniques qui peuvent nous aider à réduire considérablement ce problème. L'idée est la suivante : si nous décidons aussi, disons, que l'origine ethnique est la variable que nous aimerions que le système laisse de côté, parce que nous souhaitons qu'il décide sans tenir compte du sexe, de l'origine raciale ou de tout autre variable, nous pouvons le faire. Nous pouvons simplement programmer la machine pour qu'elle prédise ces variables et qu'elle les laisse de côté dans ses autres décisions. Le résultat n'est pas nécessairement parfait, mais nous connaissons les mécanismes nécessaires pour y arriver.

Je peux imaginer que, dans certains cas, cela pourrait être prévu dans la loi, une forme de respect des valeurs d'un pays en particulier, afin que certains systèmes dans les domaines de la médecine ou du droit comportent ce genre de mesures de sécurité. D'un point de vue scientifique, nous savons comment le faire. Il faut prévoir un effort additionnel pour s'assurer que le système

may be at the expense of the accuracy of the system. This may be something companies will not do unless they are asked to do so.

**The Chair:** You said something I was hoping you would say and that is the implication that if we get sufficient data across sufficient ethnicities, we not only have the data for a first scan to give us a higher likelihood of a successful scan, but we have the ability to ask the second question.

That is: Now that you have given us your data, if you take your subset of a particular ethnicity and apply it to the sample you are dealing with when we are talking to our robotic instrument here, does your interpretation of what you have just scanned change? Ultimately, we have the potential capacity, if we scan sufficient data into the system, not only to get a general quick answer, which may be absolutely correct the first time through, but to refine questions based on different body structures, ethnicity and so on.

I will leave it at that.

**Mr. Bengio:** Sure.

**The Chair:** Dr. Ferguson-Pell, I was struck by the Holoport example that you gave which, if I understood correctly in the first instance, is the ability to bring the global three-dimensional physical structure into view, but at first glance it doesn't go internally within the individual. I want to take that next step.

The question that I have been asking with regard to our abilities with optics and deep learning — that is, having a reference background — is surgeries in difficult areas. Two that are in close proximity involving two very different disease issues but are complicated because of their location are anal cancer and prostate cancer. We know that errors are made in both because the surgeon is unable to see all he wants behind an organ in the intricacy of the region and so on, and a slight nick in those areas can do long-term damage.

There are reports that the system is advancing rapidly in giving a three-dimensional, on-screen view of the area in which the surgery has to occur and to reveal details about the physical structure and the proximity of various systems — I will leave it at that — that are in both those areas, all of which are enormously important and tightly packed.

From your experience with the Holoport, do you see this being able to move internally and help with that presentation, taking the two examples that I gave?

**Mr. Ferguson-Pell:** Yes. I think we are already seeing it, but not in real time, and that is in surgical planning. If you take images that have been created, for example, CT or MRI images, and you know a procedure that will be followed, the example we have at the U of A that is compelling when you see it, is replacing a heart valve that was previously implanted and now needs to be replaced. This is a catheter procedure. It is not open-heart surgery. However, it is tricky to feed the instruments through the

n'est pas biaisé, et il se peut que cela se fasse au détriment de la précision. Souvent, les entreprises ne le feront pas, à moins qu'on leur demande.

**Le président :** Vous avez mentionné quelque chose que je souhaitais entendre de vous, à savoir que si nous obtenons des données suffisantes pour un nombre suffisant de groupes ethniques, nous avons non seulement l'information nécessaire pour augmenter la probabilité que la première image soit réussie, mais nous avons aussi la capacité de poser une deuxième question.

Une fois les données nécessaires obtenues, si vous prenez votre sous-ensemble d'un groupe ethnique particulier et que vous l'appliquez à l'échantillon utilisé pour programmer votre instrument robotisé, votre interprétation de l'image que vous avez obtenue change-t-elle? Ultimement, si nous intégrons suffisamment de données dans le système, nous avons la possibilité non seulement d'obtenir une réponse générale rapidement, ce qui peut convenir absolument, mais aussi de raffiner les questions en fonction de structures corporelles et de groupes ethniques différents, notamment.

Je vais m'arrêter là.

**M. Bengio :** C'est certain.

**Le président :** Monsieur Ferguson-Pell, j'ai été frappé par l'exemple de la technologie Holoportation que vous avez donné, c'est-à-dire, si j'ai bien compris, la capacité de simuler la présence physique d'une personne en trois dimensions. J'aimerais pousser cela plus loin.

La question que je me pose en ce qui a trait à nos capacités dans les domaines de l'optique et de l'apprentissage profond, compte tenu des références que j'ai, a trait aux interventions chirurgicales dans des endroits difficiles d'accès, par exemple dans les cas de cooccurrence d'un cancer colorectal et d'un cancer de la prostate. Nous savons que des erreurs sont commises parce que le chirurgien est incapable de bien voir où pratiquer l'intervention, les organes en question étant très rapprochés et un petit geste pouvant être très dommageable à long terme.

On dit que le système progresse rapidement vers un aperçu tridimensionnel de la zone à opérer, avec des détails concernant la structure physique, la très grande proximité des organes, et je n'irai pas plus loin, leur énorme importance.

Selon votre expérience de la technologie Holoportation, croyez-vous qu'elle pourrait être utilisée pour les deux interventions que je viens de donner en exemple?

**M. Ferguson-Pell :** Oui. Je crois que cela est déjà possible, toutefois pas en temps réel, mais plutôt au moment de la planification de l'intervention, à condition de prendre des images qui ont été créées, par exemple des images de tomographie par ordinateur ou d'IRM, et de savoir quelle intervention sera pratiquée. L'exemple que nous avons du remplacement, à l'Université de l'Alberta, d'une valve cardiaque implantée précédemment, montre des résultats impressionnants. L'intervention est pratiquée au

veins to get to the right place, remove the old valve and put a new one in, especially if it is not located ideally. To be able to rehearse that operation before it is undertaken has the potential to significantly reduce the risks of the kinds of problems you are describing.

I would say the low-hanging fruit in this area would be in surgical planning and rehearsing and simulating a situation, but doing it with the patient's own data. What we have been used to in the past is generic models that are produced that enable people to practice. Recently, in some areas individual customized models are made of the patient themselves where you can practice the procedure, but that requires producing a physical model, which is where 3-D printing can be helpful.

But the opportunity in virtual and augmented reality is that you can take that MRI image for that individual patient. You can start to rehearse the procedure but you can also change its scale. Unlike the physical device, where you are fixed with the scale, with this you can actually get inside and take a look around from the perspective of the blood vessel or from another part of the heart, for example, where you are wanting to see exactly what the shape is. That is where I think the immediate opportunities lie in that kind of surgery.

**The Chair:** Thank you very much. That was great.

I want to come to the issue of confidentiality of information. It seems to me that, in Canada, we have been substantially held back in the health area because of our paranoia over privacy of information. For example, we still do not have electronic health records for Canadians. In looking at that, we have heard testimony from Canada Health Infoway and others here and we have delved into this in a number of areas. I am increasingly of the view that the requirements put on providers, where they have confidentiality protection as the highest requirement in the requests for proposals for these things, is such that it makes it virtually impossible to make a practical electronic health record.

If we can't even do an electronic health record, we will not get to the things you are talking about here, using data in Canada on which to base decisions for instrumentation and technological developments, and so on. We are already at a disadvantage even on our national population, which is smaller than one very advanced state, in particular, south of us. We have to be able to deal with that.

I am always amazed that we have this paranoia in this particular area, whereas people are jumping over themselves to get an electronic submission of their income tax; I have heard

moyen d'un cathéter. On ne parle pas de chirurgie à cœur ouvert. Toutefois, il est difficile de faire passer l'instrument dans les veines pour se rendre au bon endroit, enlever l'ancienne valve et en mettre une nouvelle, particulièrement si elle n'est pas idéalement placée. Le fait de pouvoir répéter cette intervention avant de la pratiquer peut réduire de façon significative les risques de problèmes que vous avez décrits.

Je dirais que les résultats les plus faciles à obtenir dans ce domaine se situent au niveau de la planification et de la répétition d'une intervention, ainsi que de la simulation d'une situation, à partir des données propres au patient. Par le passé, nous avons utilisé des modèles génériques pour permettre aux spécialistes de répéter les interventions. Récemment, dans certains domaines, on a créé des modèles personnalisés des patients eux-mêmes, en vue de répéter les interventions, ce qui exige la production d'un modèle physique, pour laquelle l'impression 3D peut être utile.

Toutefois, les possibilités au chapitre de la réalité virtuelle et augmentée viennent de ce qu'il est possible d'utiliser les données d'IRM d'un patient en particulier. Cela permet de répéter l'intervention, mais aussi de modifier l'échelle. Contrairement aux instruments dont l'échelle est fixe, ce dispositif permet d'entrer dans le corps et d'avoir un aperçu global des vaisseaux sanguins ou d'une autre partie du cœur, par exemple, ainsi que d'en voir exactement la forme. Je crois que c'est là que résident les possibilités dans l'immédiat pour ce genre d'intervention chirurgicale.

**Le président :** Merci beaucoup. Votre réponse était très intéressante.

Je veux en venir à la question de la confidentialité des données. Il me semble qu'au Canada, nous n'avons pas beaucoup progressé dans le domaine de la santé en raison de notre paranoïa à l'égard de nos renseignements personnels. Par exemple, nous n'avons toujours pas de dossiers de santé électroniques pour les Canadiens. À cet égard, nous avons entendu le témoignage d'Inforoute Santé du Canada et d'autres intervenants ici, et nous avons approfondi plusieurs aspects de cette question. Je suis de plus en plus d'avis que les exigences que nous imposons aux fournisseurs, la protection de la confidentialité étant la principale dans les demandes de propositions dans ce domaine, sont telles qu'il devient pratiquement impossible de créer un dossier de santé électronique.

Si nous ne pouvons même pas créer de dossier de santé électronique, nous ne parviendrons certainement pas aux résultats que vous avez mentionnés, au moyen des données dont nous disposons pour prendre des décisions en matière de mise au point d'instruments et de développement technologique, notamment. Nous sommes déjà désavantagés en raison de notre population nationale, qui est plus petite que celle de la nation très avancée qui se trouve au sud de notre frontière. Nous devons pouvoir y parvenir.

Je suis toujours surpris de cette paranoïa dans ce domaine particulier, alors que, par ailleurs, les gens n'hésitent pas à soumettre leur déclaration de revenus sous forme électronique. Il me semble

numbers as high as 80 per cent this year may be in an electronic format. I suspect in terms of immediate injury to people, there is nothing more potentially sensitive than their private financial information, yet we have been able to deal with that in these kinds of areas.

I want to come back to the issue that you have raised. I believe the access to large data is critical for our companies moving forward to be able to help Canadians, let alone to be able to compete with the products in the end. We have to be able to deal with this issue. The real issue that I think you touched on, in going through it, is the protection against using an individual's data against their opportunity for employment. Those are very real, but they are different than the issue of total data in the system analyzed for things that appear to arise in a given disease symptom over a wide range of patients in a wide range of different things.

If we are to be as advanced as Mr. Bengio wants us to be with regard to artificial intelligence and its benefits to Canadians, we have to be capable of dealing with a realistic problem. Otherwise, we will not get there.

I will turn to the second round now.

**Senator Eggleton:** Gentlemen, in Bill C-43, the government provided for \$125 million to the Canadian Institute for Advanced Research, CIFAR, to support a pan-Canadian artificial intelligence strategy. I understand, Dr. Bengio, you are involved with that.

What are the components that you see of this strategy and what is the timetable you see in the development of it?

**Mr. Bengio:** There are a number of components. The bulk of the money is going to the three institutes. As far as I know, for Montreal and Toronto, the plan would be to have something like \$40 million over five years. Out of that \$40 million, \$30 million would be used for chairs to attract and retain the best professors in the area and pay for students and post-doctorates and so on and \$10 million would be for the operation of the institute. That is over five years, so it is \$2 million per year. I don't remember the numbers for Edmonton but I don't think these have been made official. This is from the discussions I have been part of.

That comes to about \$100 million. The rest goes to more pan-Canadian activities managed by CIFAR. One aspect is to promote the discussions around the ethical and social aspects of AI. Another is to encourage collaboration between the different centres. Finally, there is \$10 million to help other places in the three major cities. For example, UBC used to have a pretty important group but, unfortunately, due to the brain drain, most of them went away. They could recruit more and that money could be used to help them attract professors in this area. That is roughly the division as far as I know.

que j'ai entendu que 80 p. 100 l'ont fait cette année. Je pense que du point de vue des dommages concrets, il n'y a rien de plus délicat que les données financières des particuliers, et pourtant nous avons été en mesure de trouver une solution dans ce cas.

J'aimerais revenir au point que vous avez soulevé. Je crois que l'accès aux mégadonnées est essentiel pour que nos entreprises puissent progresser en vue d'aider les Canadiens, sans parler de leur compétitivité au chapitre des produits. Nous devons pouvoir résoudre cet enjeu. Le réel problème, que vous avez d'ailleurs abordé, je crois, est la protection contre l'utilisation des données d'un particulier pour bloquer ses possibilités d'emploi. Ces problèmes sont très réels, mais ils sont différents de la question des données totales comprises dans un système, qui servent à analyser ce qui se produit, en présence d'un symptôme donné, chez un grand nombre de patients, dans une vaste gamme de contextes.

Si nous voulons progresser autant que M. Bengio le souhaite en ce qui a trait à l'intelligence artificielle et aux avantages qu'elle comporte pour les Canadiens, nous devons être en mesure de résoudre ce problème concret. Autrement, nous n'y arriverons pas.

Nous allons maintenant passer à la deuxième ronde.

**Le sénateur Eggleton :** Messieurs, dans le projet de loi C-43, le gouvernement a prévu 125 millions de dollars pour l'Institut canadien de recherches avancées, l'ICRA, afin d'appuyer une stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle. Sauf erreur, monsieur Bengio, vous participez à cela.

Quelles sont les composantes de cette stratégie et quel échéancier entrevoyez-vous pour son élaboration?

**M. Bengio :** La stratégie comporte un certain nombre de composantes. La majorité de l'argent va à trois instituts. Selon ce que je sais, pour Montréal et Toronto, le plan prévoit environ 40 millions de dollars sur cinq ans. De cette somme, 30 millions de dollars serviraient à créer des chaires, afin d'attirer et de retenir les meilleurs professeurs dans le domaine et à payer des étudiants et des études postdoctorales, et cetera, les 10 millions qui restent servant au fonctionnement de l'institut. Cela s'étend sur une période de cinq ans. On parle donc de 2 millions de dollars par année. Je ne me rappelle pas des chiffres pour Edmonton, mais je ne crois pas qu'ils sont officiels. Ces renseignements viennent des discussions auxquelles j'ai participé.

Le montant total est d'environ 100 millions de dollars. Le reste va à des activités qui se situent davantage au niveau pancanadien et qui sont gérées par l'ICRA. L'une d'entre elles est de favoriser les discussions concernant les aspects éthiques et sociaux de l'IA. Une autre est d'encourager la collaboration entre les différents centres. Enfin, 10 millions de dollars sont prévus pour aider d'autres organismes dans les trois grandes villes. Par exemple, l'Université de la Colombie-Britannique avait un groupe assez important de chercheurs, mais, malheureusement, en raison de l'exode des cerveaux, la plupart d'entre eux sont partis. Le

Your other question was?

**Senator Eggleton:** Time frame.

**Mr. Bengio:** The three institutes are being set up. The Vector Institute in Toronto was created a few weeks ago. Hopefully the one in Montreal will happen in the next few weeks. The plan is basically that all three will start operations within this year.

**Senator Eggleton:** Will this strategy unfold in increments? Will there be reports from time to time as to its progress?

**Mr. Bengio:** Yes. CIFAR has been mandated as the organization that will monitor progress. They are already doing this for their usual programs that are fundamental research programs. There is a secretariat or a committee that will be put in place to evaluate and to take global decisions, for example, and put the bar on the quality of the applicants for those chairs in a way that will be consistent across the country.

**Senator Eggleton:** Do you think the amount of money being invested by the federal government — it is always nice to have more — is sufficient to make a difference?

**Mr. Bengio:** That money is really to help with the basic research aspects. We are working toward getting some money from the federal government for the innovation aspect.

You will remember that I told you we want to build institutes that have both the basic research groups and the applied technology transfer groups. That extra funding will be needed for making that happen. The provinces are putting money in for both, but having the extra money from the federal government for this would be important. If we only invest in the university research and we don't also help the transfer, then we are losing a big opportunity to make the whole thing succeed.

**Senator Eggleton:** Let me ask Dr. Ferguson-Pell whether there is any federal support into the program or is it entirely the Province of Alberta?

**Mr. Ferguson-Pell:** The one I am describing at the moment?

**Senator Eggleton:** Yes.

**Mr. Ferguson-Pell:** Yes, it is mainly in our area. Apart from the CFI and Mitacs funding we have received, they are small amounts of funding but they can have a good impact.

The interesting thing about the field that we are working in is that it is pretty eclectic. There are many secondary benefits. For example, the funding going into machine learning indirectly benefits us, too. Imagine that data being sent from a rural location into an urban hub and put into a repository. You do that nationwide and start to mine that and look at trajectories of care,

recrutement pourrait être accentué, et cet argent pourrait servir à attirer des professeurs dans ce domaine. C'est en gros la répartition, à ma connaissance.

Quelle était votre autre question?

**Le sénateur Eggleton :** L'échéancier.

**M. Bengio :** Les trois instituts ont été constitués. L'Institut Vector à Toronto a été créé il y a quelques semaines. On s'attend à ce que celui de Montréal voie le jour au cours des prochaines semaines. Selon le plan, les trois devraient commencer leurs activités au cours de l'année.

**Le sénateur Eggleton :** Cette stratégie se déroulera-t-elle par étape? Y aura-t-il des rapports sur ses progrès?

**M. Bengio :** Oui. L'ICRA a été mandaté comme organisation chargée de suivre les progrès. Il fait déjà cela pour ses programmes courants, des programmes de recherche fondamentale. Un secrétariat ou un comité sera mis en place pour procéder à des évaluations et prendre des décisions globales, par exemple, ainsi que pour évaluer la qualité des candidatures pour ces chaires, de façon uniforme partout au pays.

**Le sénateur Eggleton :** Croyez-vous que la somme investie par le gouvernement fédéral, même s'il est toujours plus intéressant d'avoir davantage, est suffisante pour faire une différence?

**M. Bengio :** Cet argent contribuera réellement aux aspects fondamentaux de la recherche. Nous tentons d'obtenir de l'argent du gouvernement fédéral pour l'aspect de l'innovation.

Vous vous rappellerez que je vous ai dit que nous souhaitions créer des instituts qui comptent à la fois des groupes de recherche fondamentale et des groupes de transfert de technologie appliquée. Du financement additionnel sera nécessaire pour que cela se produise. Les provinces investissent des sommes dans les deux, mais les montants additionnels obtenus du gouvernement fédéral joueront un rôle important. Si nous investissons uniquement dans la recherche universitaire et que nous n'aidons pas au transfert, nous perdons une bonne occasion de faire de ce projet une réussite globalement.

**Le sénateur Eggleton :** J'aimerais savoir, monsieur Ferguson-Pell, si le programme reçoit des fonds fédéraux ou s'il est entièrement financé par la province de l'Alberta.

**Mr. Ferguson-Pell :** Celui dont je parle en ce moment?

**Le sénateur Eggleton :** Oui.

**M. Ferguson-Pell :** Oui, surtout dans notre secteur. Outre les fonds que nous avons reçus de la FCI et de Mitacs, ce sont de petits montants, mais qui peuvent avoir leur importance.

Notre domaine présente l'intérêt d'être plutôt éclectique. Les avantages accessoires sont nombreux. Par exemple, le financement de l'apprentissage machine nous sert aussi, indirectement. Imaginez que des données soient envoyées d'une localité rurale à un grand centre et emmagasinées dans un dépôt. Si vous le faites à l'échelle nationale, vous disposez d'une mine où

and being able to predict what the outcome for a patient might be with a complex chronic disease that needs to be managed with a lot of resources and careful planning.

Machine learning is probably the only way that we will really be able to get to the bottom of what those trajectories are.

We have to expand our concept of what we mean by “data.” Earlier we were talking about genetic profiles, for example, and metabolites and other measurements put into a data pool. They lend themselves very nicely to machine learning. Let me give you another scenario: A chronic wound. A huge problem and extremely expensive problem for our health system. What data are we generating around chronic wounds? What are we measuring? What do we look for? What characterizes a chronic wound? What helps us understand what the treatment is for a chronic wound? How can we optimize the rate of repair for that chronic wound and how do we decide where it is treated with conservative management or plastic surgery?

That is one condition that is a very major expense within our system. It is not a particularly pleasant topic to talk about. It doesn't attract the intelligentsia of academia to work on because it is messy. Yet it is an interesting area that could be looked at and could be one that would benefit from using machine learning techniques.

I go back to the point that when this basic research is done, the benefits to society rely heavily upon our imagination and ability to apply it to interesting, challenging and important areas, including chronic wounds.

**Senator Eggleton:** What are you calling a chronic wound?

**Mr. Ferguson-Pell:** A pressure ulcer, a diabetic ulcer, a surgical site that hasn't repaired properly, and so on.

**Senator Eggleton:** I see. Thank you very much.

**Senator Seidman:** Thank you both very much for your continuing offering to us of stimulating materials.

Professor Bengio, you mentioned Element AI, but we didn't hear any real description of how that fits into this whole puzzle that you have presented and this hub. There are pan-Canadian aspects and a lot of moving parts here.

**Mr. Bengio:** Yes.

**Senator Seidman:** I know it is always that way when we are in the midst of major innovation.

How does Element AI fit into this whole picture?

**Mr. Bengio:** We are trying to build an ecosystem, including academics, small companies and incubators, start-ups, large existing corporate, and Element AI started as a small start-up last fall and is now becoming a medium company very

puiser pour étudier des trajectoires de soins, vous êtes capable de prédire l'issue possible pour un patient atteint d'une maladie chronique complexe qui exige beaucoup de ressources et une planification soigneuse.

L'apprentissage machine est probablement le seul moyen par lequel vous pourrez obtenir le fin mot sur ces trajectoires.

Nous devons étendre la notion de « données ». Plus tôt, nous parlions de profils génétiques, par exemple, de métabolites et d'autres mesures versés dans une base de données. Ces éléments se prêtent à merveille à l'apprentissage machine. Prenons un autre scénario : une plaie chronique, un énorme problème, extrêmement coûteux pour notre système de santé. Quelles données produisons-nous autour des plaies chroniques? Que mesurons-nous? Que cherchons-nous? Qu'est-ce qui caractérise une plaie chronique? Qu'est-ce qui nous aide à comprendre en quoi consiste le traitement? Comment pouvons-nous obtenir le meilleur taux de guérison de cette plaie et comment décidons-nous s'il faut lui appliquer un traitement de conservation ou une chirurgie plastique?

Voilà une affection qui coûte très cher à notre système. Ce n'est pas un sujet agréable à aborder. Il n'attire pas l'élite des milieux universitaires parce qu'il faut se salir les mains. Pourtant, c'est un domaine intéressant à explorer et qui pourrait bénéficier des techniques de l'apprentissage machine.

Je reviens au point précédent, à savoir qu'une fois effectuée cette recherche fondamentale, les bienfaits pour la société dépendent largement de notre imagination et de notre faculté de l'appliquer à des domaines intéressants, stimulants et importants, dont celui des plaies chroniques.

**Le sénateur Eggleton :** Qu'entendez-vous par plaie chronique?

**M. Ferguson-Pell :** Une plaie de pression, un ulcère diabétique, un champ opératoire qui ne s'est pas bien régénéré, et cetera.

**Le sénateur Eggleton :** Je vois. Merci beaucoup.

**La sénatrice Seidman :** Merci à vous deux de nous fournir constamment de la matière aussi stimulante.

Monsieur Bengio, vous nous avez parlé de votre entreprise Element AI, mais nous ne savons pas vraiment comment elle s'intègre dans ce grand casse-tête que vous avez présenté. Or, il y a des aspects pancanadiens et beaucoup de pièces mobiles à considérer.

**M. Bengio :** Oui.

**La sénatrice Seidman :** Je sais que c'est toujours le cas quand on est au beau milieu d'une innovation marquante.

Comment Element AI s'intègre-t-elle dans le grand ensemble?

**M. Bengio :** Nous essayons d'élaborer un écosystème où évoluent des départements universitaires, des petites entreprises et des incubateurs, des entreprises en démarrage et des grandes sociétés. Encore une toute jeune pousse l'automne dernier,

quickly. They will probably break the record for the largest round A funding investment. That will probably come in the next few weeks.

There is a huge interest for these kinds of companies in Canada and elsewhere in the world.

In a sense, they will be complementary to the kinds of things we are doing with the institutes. The institutes are academic-led and not-for-profit. Element AI is a company, so it is for profit. Element AI has already recruited a number of high-level researchers, so it's doing both basic and fairly applied research. One could think, "Why do we have the institutes and companies like this?" Because it is a different way of operating. We attract different kinds of people, and we solve different kinds of problems.

There are all of these different actors, and Element AI is playing a different role, at least for the Montreal ecosystem, in having a fairly large group that has a lot of international visibility to attract the kinds of people who are currently going to, say, DeepMind in London, which is the largest company doing AI these days — they can compete with those kinds of companies that are specializing in AI and are large enough to attract really strong people.

**Senator Seidman:** Part of this is what you have described before, Mila, for example; it's private-public, so there is private and public funding, correct?

**Mr. Bengio:** Yes, but it is really a nonprofit. Although we are getting contracts from companies, first, we choose what contracts we take. What guides our decisions are how much it will impact the ecosystem and how good it will be in terms of social impact. These considerations are things we can have the luxury to consider if we are a government-funded organization, but a company like Element AI will look for profit, which addresses a different objective.

**Senator Seidman:** You have already anticipated where I am going with my line of questioning here, because that is exactly what I was trying to understand; namely, how you determine priorities and, if you even do determine priorities, on what basis. With Mila, for example, there is a social good element.

**Mr. Bengio:** Yes, exactly.

**Senator Seidman:** Given our committee's particular interest in health care, I will take it one step further.

**Mr. Bengio:** We are putting a lot of emphasis on the health care applications, irrespective of whether they will be profitable. We are talking to a lot of medical researchers, and we will get our funding in part from what the government already gives us but also from existing other government funding like CIHR, NSERC and things like this — and potentially companies.

Element AI est en train de devenir très rapidement une entreprise de taille moyenne, qui va probablement briser le record de la plus grosse mise de fonds de série A, probablement d'ici les prochaines semaines.

Il existe un énorme intérêt pour ce genre d'entreprises au Canada et ailleurs dans le monde.

En un sens, elles viendront compléter ce que nous faisons avec les instituts, qui sont des organismes à direction universitaire et à but non lucratif. Element AI est une société commerciale qui recherche le profit. Elle a déjà recruté un certain nombre de chercheurs de haut niveau et elle fait à la fois de la recherche pure et de la recherche plutôt appliquée. Certains demanderont : « Mais pourquoi cette curieuse combinaison d'instituts et d'entreprises? » Parce que c'est une façon différente de fonctionner. Nous attirons d'autres sortes de gens et nous réglons d'autres sortes de problèmes.

Il y a donc tous ces acteurs différents, dont Element AI qui joue un rôle à elle, du moins dans l'écosystème de Montréal, formant un groupe assez imposant et visible sur la scène internationale pour attirer le genre de personnes qui vont actuellement, disons, chez DeepMind à Londres, la plus grande société d'intelligence artificielle de nos jours... C'est ainsi qu'on arrive à concurrencer les sociétés spécialisées dans le domaine qui sont assez grosses pour attirer des éléments vraiment solides.

**La sénatrice Seidman :** On peut compter là-dedans ce que vous avez décrit auparavant, l'Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal (MILA), par exemple; c'est un partenariat privé et public, donc il y a du financement privé et public, n'est-ce pas?

**M. Bengio :** Oui, mais c'est vraiment un organisme à but non lucratif. Nous obtenons des contrats de sociétés, mais c'est nous qui les choisissons, en fonction de leur incidence dans l'écosystème et de leurs bienfaits pour la société. On peut s'offrir le luxe de pareilles considérations quand on est un organisme à financement public, mais une société comme Element AI recherche le profit, ce qui change l'angle d'approche.

**La sénatrice Seidman :** Vous me voyez venir avec ma série de questions, parce que c'est précisément ce que j'essaie de comprendre : comment vous établissez vos priorités, et en fonction de quoi? Au MILA, par exemple, on trouve un élément de bienfait social.

**M. Bengio :** Oui, absolument.

**La sénatrice Seidman :** Comme notre comité s'intéresse en particulier à la santé, je vais faire un pas dans cette direction.

**M. Bengio :** Nous insistons beaucoup sur les applications dans les soins de santé, peu importe qu'elles soient rentables ou non. Nous parlons à de nombreux chercheurs en médecine, et nous allons chercher notre financement en partie dans ce que l'État nous verse déjà, mais aussi auprès d'autres instances comme les Instituts de recherche en santé du Canada et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, et éventuellement auprès d'entreprises commerciales.



It will be a mix, but at the end of the day, we are not limited by purely whether this investment is profitable in two years or something like that.

**Senator Seidman:** Is there some indication you can give us about what the best investments could be in the health field, where it could have the most impact and what your brainpower tells you are the real investments for the future?

**Mr. Bengio:** Medical images is a no-brainer. It is the low-hanging fruit. That's why there are already companies involved there.

Another area that depends on our ability to collect data is helping to, for example, process medical reports that are natural language. One thing that is happening with deep learning is that we can now use computers to extract information from pure text; it doesn't have to be structured data. Doctors' reports are even hard for humans to make sense of. This is a place where we can extract a lot of information. In fact, this could be used as a complement to medical images or to train the machine about what the doctor thought about the problem with that person based on the medical image.

There are a lot of places around medical data where we have the usual numbers, tests and so on, but the new thing, beside our ability to take advantage of large quantities of data, is our ability to exploit textual data. We have to make sure that we collect that data; usually that is the case, at least in Quebec.

That opens up a lot of potential applications where those reports could be used to help train other systems or to reduce the workload of the people who process those reports and so on.

**The Chair:** We have probably exhausted this issue in a general sense today, but certainly not in terms of the actual applications and implications.

Dr. Ferguson-Pell, we were fascinated a number of years ago when we were asked to review the health accord. We looked at health delivery across the country of some of the interesting telemedicine examples that were occurring in the West, centred in Winnipeg, Saskatoon and so on. Your illustration has added to the tremendous potential that exists there.

Ultimately, we know from a lot of observations that no matter where you are dealing with health, the best place to recover more quickly is in the home or at least in your local area. We know that technologies that are evolving have the enormous potential to help deal with that — to take the example you gave and to take it to the nurse practitioner dealing with it at the home, based on a diagnosis that has already been provided on the basis of information gathered and transported through a robotic tool or to a real practitioner who is interpreting that data as it is coming in.

C'est un mélange d'un peu tout, mais en fin de compte, nous nous arrêtons pas à savoir si l'investissement sera rentable dans deux ans ou quelque autre échéance.

**La sénatrice Seidman :** Pouvez-vous nous indiquer quels seraient les meilleurs investissements à faire dans le domaine de la santé, où ils auraient la plus forte incidence? Quels sont, au meilleur de vos connaissances, les vrais investissements de l'avenir?

**M. Bengio :** L'imagerie médicale, cela va de soi. Le fruit ne demande qu'à être cueilli et il y a déjà des entreprises qui s'y sont engagées.

Une autre chose importante pour la collecte de données serait par exemple de faciliter le traitement des rapports médicaux rédigés en langage de tous les jours. En apprentissage profond, nous en sommes maintenant au point où des ordinateurs extraient de l'information à partir du simple texte; cela n'a pas besoin d'être des données structurées. Les rapports des médecins sont difficiles à comprendre, même pour les humains. Or, ils sont riches en information. Leur contenu pourrait servir de complément aux images médicales et amener la machine à interpréter ce que le médecin a pu déduire en examinant les images.

Il y a beaucoup d'endroits dans le domaine des données médicales où nous disposons des tests et des chiffres habituels, ainsi de suite, mais la nouveauté, outre la capacité de traiter d'énormes quantités de données, c'est la capacité d'exploiter les données textuelles. Nous devons nous assurer de cueillir cette richesse; c'est le cas normalement, du moins au Québec.

On peut dès lors envisager de nombreuses applications où les rapports médicaux serviraient à former d'autres machines ou à réduire la charge de travail des gens qui traitent ces rapports, et cetera

**Le président :** Nous avons sans doute épuisé le sujet au sens général, mais sûrement pas dans ses applications et ses répercussions.

Monsieur Ferguson-Pell, nous avons été fascinés voilà quelques années lorsqu'on nous a demandé de revoir l'accord sur la santé. Notre étude pancanadienne nous a révélé des applications intéressantes de la télémédecine pratiquée dans l'Ouest, à Winnipeg, à Saskatoon et dans d'autres endroits. Votre présentation nous a dévoilé encore plus de l'énorme potentiel qu'il y a là.

Finalement, nous savons à force d'observations que peu importe où vous avez affaire au système de santé, le meilleur endroit où obtenir un prompt rétablissement est votre propre maison ou, en tout cas, quelque part près de chez vous. Nous savons que les progrès technologiques actuels sont extrêmement prometteurs pour les soins à domicile — pour reprendre l'exemple que vous avez donné — et transmettre l'échantillon prélevé à l'infirmière praticienne qui s'en occupe à la maison, d'après un diagnostic déjà établi à partir de l'information recueillie et acheminée par un outil robotisé ou à un vrai praticien qui interprète les données à mesure.

I don't want you to respond to this today, but if you have any thoughts as you go forward, these will have enormous impacts. They will be very disruptive to a health care system that is already overburdened, largely because of lack of innovation and delivery of health care.

Particularly to you, Dr. Ferguson-Pell, if you have any thoughts about how we don't really have a system in Canada; we have a collection of Balkanized systems. How will we innovate to actually respond to the demand from citizens who will be able to have a pretty good idea that they need to have a response on the medical condition that their iPhone has told them they have to get to a centre based on that sort of thing.

I will leave it with you to think about.

Dr. Bengio, we would like to have any thoughts you might have with regard to the large-impact issues you have been dealing with on AI.

I think we have finally moved to something where — we are a laggard in international competition is true centres of excellence that bring in a broad-spectrum of interrelated activities. In the biotech area, we are not able to advance as rapidly because we were not able to get a collection of expertise in a centre where the applications would occur immediately. In order for the researchers to know exactly how they can benefit, they have to be in dialogue with people who have need of the use of knowledge. Again, to use the biotechnology example, in San Diego alone, there are more biotechnology companies than in all of Canada. You go out to lunch and you two are sitting at adjacent tables and spot one another. You say to Dr. Ferguson-Pell, "Look, we just observed this and we heard you give a talk the other day." That is how it spreads.

So I am hopeful in the AI area where we are putting serious money to bring collections together that we will move forward with true centres that will have the huge magnitude of impact and benefit for Canadians — but also in the larger sense, the economic and knowledge-based sense, from delivering products to the world benefiting Canada.

I want to thank you both very much for being here. If you have any further thoughts to communicate to our clerk, we would be delighted to hear from you.

Once again, thank you, and to my colleagues, I will see you tomorrow.

(The committee adjourned.)

---

Je ne vous demande pas de répondre aujourd'hui, mais s'il vous vient des réflexions en cours de route, elles pourraient être lourdes de conséquences et venir secouer un système de santé qui est déjà surchargé, surtout parce que l'innovation et la prestation des soins y font défaut.

Vous en particulier, monsieur Ferguson-Pell, si vous pouviez nous dire comment il se fait que nous n'avons pas vraiment un système au Canada, mais plutôt une collection de systèmes balkanisés. Comment innover pour répondre à la demande de consommateurs qui sauront qu'il leur faut trouver un traitement pour le genre de maladie dont ils sont atteints, d'après ce que leur aura indiqué leur iPhone, avec consigne de se rendre dans un centre de soins?

Je vous laisse y réfléchir.

Monsieur Bengio, nous accueillerons volontiers vos réflexions sur les répercussions profondes de l'intelligence artificielle.

Nous pouvons conclure à ce stade, je pense, que le Canada tire de l'arrière dans la concurrence internationale où les vrais centres d'excellence réunissent un large éventail d'activités interconnectées. En biotechnologie, nous ne progressons pas assez rapidement parce que nous n'arrivons pas à réunir un ensemble de compétences spécialisées dans un centre où les applications se feraient spontanément. Afin que les chercheurs sachent exactement où se trouve leur compte, ils doivent interagir avec des gens qui ont besoin d'un usage pratique du savoir. Pour reprendre l'exemple de la biotechnologie, rien qu'à San Diego, on dénombre plus d'entreprises que dans le Canada entier. Vous sortez déjeuner, vous vous retrouvez à deux tables voisines et vous dites à M. Ferguson-Pell : « Écoutez, nous venons d'observer ceci et nous avons entendu votre conférence l'autre jour. » C'est ainsi que se propage le savoir.

Dans ce domaine de l'intelligence artificielle où nous investissons des sommes importantes, j'ai bon espoir que nous pourrions créer de véritables centres qui auront des retombées et des avantages énormes pour les Canadiens, mais aussi dans le sens plus large de l'économie et du savoir, qui auront des produits à offrir au monde et ces produits pourront, en retour, bénéficier au Canada.

Je vous remercie sincèrement tous les deux. Si vous avez d'autres réflexions à confier à notre greffière, nous serons ravis de les entendre.

Encore une fois, merci. Quant à vous, chers collègues, on se revoit demain.

(La séance est levée.)

---

OTTAWA, Thursday, May 4, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 10:31 a.m. to study the role of robotics, 3D printing and artificial intelligence in the healthcare system.

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

[*English*]

**The Chair:** Colleagues, we have quorum and I'm calling the meeting to order.

[*Translation*]

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

[*English*]

I'm Senator Kelvin Ogilvie from Nova Scotia, chair of the committee. I'm going to ask my colleagues to introduce themselves, starting on my right.

[*Translation*]

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

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

[*English*]

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

**Senator Unger:** Betty Unger, Edmonton, Alberta.

**Senator McIntyre:** Paul McIntyre, New Brunswick.

[*Translation*]

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

[*English*]

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

**Senator Dean:** Tony Dean, Ontario.

[*Translation*]

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

[*English*]

**Senator Eggleton:** Art Eggleton, senator from Toronto and deputy chair of the committee.

OTTAWA, le jeudi 4 mai 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 10 h 31, afin de poursuivre son étude sur 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 le quorum, alors je déclare la séance ouverte.

[*Français*]

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

[*Traduction*]

Je suis le sénateur Kelvin Ogilvie, de la Nouvelle-Écosse, et je préside le comité. Je vais demander à mes collègues de se présenter à tour de rôle, en commençant par ma droite.

[*Français*]

**La sénatrice Mégie :** Marie-Françoise Mégie, de Montréal, au Québec.

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

[*Traduction*]

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

**La sénatrice Unger :** Betty Unger, d'Edmonton, en Alberta.

**Le sénateur McIntyre :** Paul McIntyre, du Nouveau-Brunswick.

[*Français*]

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

[*Traduction*]

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

**Le sénateur Dean :** Tony Dean, de l'Ontario.

[*Français*]

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

[*Traduction*]

**Le sénateur Eggleton :** Art Eggleton, sénateur de Toronto, et vice-président du comité.

**The Chair:** Thank you very much, colleagues. I 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.

We are very pleased to have with us this morning Ms. AJung Moon, who is the founder of the Open Roboethics Institute. We are delighted to have you here. We are looking forward to your presentation, and immediately following that, I will open the floor up to questions. Ms. Moon, please.

**AJung Moon, Founder, Open Roboethics Institute:** Mr. Chair, honourable senators, thank you for giving me the opportunity to speak to you today. I'm the founder and director of ORI, the Open Roboethics Institute, which is a think tank that specializes in stakeholder-inclusive approaches to studying ethical, legal and societal implications of robotics technologies. Given my background in human-robot interaction, HRI, and roboethics, I would like to focus on ethical issues pertaining to interactive robotics.

As was expressed earlier this year by a number of the witnesses who appeared before you, I too believe that robotics and AI technologies in the health care domain can provide promising solutions to the issues of global aging, shortage of health care professionals and growing demands of patients. However, there is a unique set of challenges that must be recognized and addressed as we advance our innovation economy in Canada.

Numerous studies have demonstrated that people often interact with and treat robots not quite as they would another person but also not quite as they would a vending machine or other automated machines either. Rather, we treat them as though they are a new type of species that lies somewhere between this spectrum of a living person and an automated machine, except unlike other biological species, we get to design how it responds to our physical world, what kind of decisions it makes and how it should affect us.

Then, in designing robotic systems, we must ask ourselves the following questions: What decisions are we as a society comfortable delegating to robots? And what should a robot be designed to do?

In our study at ORI, we found that there are surprising factors that can influence the answers to these questions. For example, what should a robot do in a hypothetical scenario when an alcoholic patient asks it to fetch an alcoholic drink against the doctor's orders?

When we posed the question with the condition that the patient is the owner of the robot, the majority of the participants agreed that the robot should fetch the patient the drink. When someone else owns the robot — for example, a hospital that dispatches

**Le président :** Merci beaucoup, chers collègues. 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.

Nous sommes très heureux d'accueillir ce matin Mme AJung Moon, fondatrice de l'Open Roboethics Institute. Nous sommes ravis de vous avoir parmi nous. Nous sommes impatients d'entendre votre exposé, après quoi nous enchaînerons avec une période de questions. Madame Moon, la parole est à vous.

**AJung Moon, fondatrice, Open Roboethics Institute :** Monsieur le président, honorables sénateurs, je vous remercie de me donner cette occasion de prendre la parole aujourd'hui. Je suis la fondatrice et directrice de l'ORI, l'Open Roboethics Institute, qui est un laboratoire d'idées qui se spécialise dans les démarches intégrant les intervenants pour l'étude des conséquences éthiques, juridiques et sociales des technologies de la robotique. Étant donné mon expérience dans les domaines des relations entre les humains et les robots et de l'éthique en robotique, je vais me concentrer aujourd'hui sur les questions d'ordre éthique dans le contexte de la robotique interactive.

À l'instar de nombreux témoins qui ont comparu plus tôt devant le comité, je suis également d'avis que les technologies de la robotique et de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé peuvent constituer des solutions prometteuses aux problèmes du vieillissement de la population, de la pénurie des professionnels de la santé et de la demande grandissante de soins par les patients. N'empêche qu'il y a toute une série de défis uniques qui doivent être reconnus et relevés à mesure que nous faisons progresser notre économie axée sur l'innovation au Canada.

De nombreuses études ont démontré que les gens qui interagissent avec les robots ne les traitent souvent pas comme s'ils étaient une autre personne ni comme une machine distributrice ou une quelconque machine automatisée, mais plutôt comme une espèce à mi-chemin entre l'être humain et la machine, sauf que contrairement aux autres espèces biologiques, nous pouvons décider de la façon dont ils répondent au monde qui nous entoure, aux types de décisions qu'ils prennent et à l'incidence que ces décisions peuvent avoir sur nous.

Cela dit, dans la conception des robots, nous devons nous poser les questions suivantes : quelles décisions notre société est-elle prête à déléguer aux robots? Et qu'est-ce que devrait pouvoir faire un robot?

Dans le cadre d'une étude réalisée par l'ORI, nous avons découvert que des facteurs étonnants peuvent influencer les réponses à ces questions. Par exemple, comment un robot devrait-il agir si un patient alcoolique lui demandait de lui apporter une boisson alcoolisée malgré les consignes de son médecin?

Lorsque nous avons posé la question, dans le cas où le patient serait le propriétaire du robot, la majorité des répondants ont convenu que le robot devrait obéir. Par contre, si le robot appartenait à quelqu'un d'autre — par exemple, à un hôpital —

a robot as a service — then the majority of the participants agreed that the robot should not fetch the drink for the alcoholic. This result was accompanied by the fact that half of the same participants did not think ownership should affect a robot's decision making, which is directly linked to the patient's autonomy, while the other half did.

So the question of what a robot should be designed to do requires a lot from those making the design decisions, whether the designers realize it or not.

What would an engineer have to do to make these decisions? An ideal set of steps would involve a process of identifying values that are important to the different stakeholders of the technological product. Following that, a priority order of the values may have to be determined if there are conflicts between one stakeholder value to another, such as respecting patient autonomy and protecting owners from liability issues.

Afterwards, the engineer should know how to implement these value decisions into the technology and evaluate whether the designed robotic device behaves in the world in ways that are aligned with our identified set of values.

What I just presented to you as an ideal set of steps are some of the goals that 30 international experts, including myself, have identified as part of IEEE initiative's work on how to design systems that behave in a manner that is aligned with our values, because without guidelines to help these processes, it is an undertaking that no one individual engineer can be expected to perform alone.

Given these challenges, how can we as a society continue to innovate at a competitive pace at which intelligent technologies are developing while making sure that we are moving in a positive direction?

Today there are a number of initiatives that aim to develop guidelines and standards relevant for developing these technologies. The IEEE Global Initiative for Ethical Considerations in Artificial Intelligence and Autonomous Systems, the committee's work of which I just mentioned to you, is one such initiative supported by a standards organization. Perhaps due to the importance of such work, this initiative grew from a handful of academics in early 2016 to a community of over 100 experts volunteering their time from across the world.

In the case of my own organization, ORI, we have been spearheading the discussion of roboethics issues in the past five years with an attempt to make our contents accessible to the public as well as academics from across disciplines. I believe our efforts both increased the awareness of the complex landscape of roboethics discussions and helped start a healthy discussion on ways in which roboethics issues could be addressed with practical solutions.

à ce moment-là, la majorité des participants ont indiqué que le robot ne devrait pas apporter la boisson alcoolisée. De plus, la moitié de ces participants estimait que la propriété ne devrait pas avoir d'influence sur les décisions du robot, qui sont directement liées à l'autonomie du patient, contrairement à ce que pensait l'autre moitié des participants.

Par conséquent, les concepteurs n'en sont peut-être pas toujours conscients, mais les décisions que devrait prendre un robot sont assujetties à toutes sortes de conditions.

Comment un ingénieur peut-il arriver à prendre ces décisions? Idéalement, dans un premier temps, il devrait déterminer les valeurs qui sont importantes aux yeux des différents utilisateurs du produit technologique. Dans le cas où certaines valeurs entreraient en conflit, il devrait établir un ordre de priorité des valeurs, par exemple le respect de l'autonomie du patient et la protection des propriétaires contre toute responsabilité.

Par la suite, l'ingénieur devrait savoir comment intégrer ces décisions à la technologie et évaluer si le robot qu'il a conçu se comporte d'une manière qui est compatible avec l'ensemble de nos valeurs.

Ce que je vous ai présenté comme étant une série d'étapes idéales figure parmi les objectifs que se sont fixés les 30 experts internationaux, dont moi-même, dans le cadre de l'initiative de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, l'IEEE, en vue de concevoir des systèmes qui se comportent d'une manière qui correspond à nos valeurs. Sans directives pour encadrer ces processus, un ingénieur ne devrait pas entreprendre à lui seul ce type d'initiative.

Compte tenu de tous ces défis, comment une société peut-elle continuer d'innover au rythme auquel se développent les technologies intelligentes tout en s'assurant de s'engager dans la bonne voie?

Aujourd'hui, il y a plusieurs initiatives qui visent à élaborer des lignes directrices et des normes régissant le développement de ces technologies. La Global Initiative for Ethical Considerations in Artificial Intelligence and Autonomous Systems de l'IEEE, l'initiative dont je viens de parler, est appuyée par une organisation de normalisation. Peut-être en raison de l'importance de tels travaux, cette initiative qui est née au sein d'un petit groupe d'universitaires au début de 2016 a pris de l'essor au point où un groupe de plus de 100 experts y consacrent maintenant de leur temps, et ce, partout dans le monde.

Dans le cas de ma propre organisation, l'ORI, nous avons animé la discussion sur les enjeux liés à l'éthique en robotique au cours des cinq dernières années, en vue de rendre notre contenu accessible au public ainsi qu'aux universitaires de tous les secteurs. J'estime que nos efforts ont permis de sensibiliser les gens à la complexité de l'éthique en robotique et d'entamer une discussion saine sur la façon dont ces questions pourraient être réglées par des solutions pratiques.

One such solution is to address some of the roboethics challenges using technological means. Researchers in AI and machine learning are currently exploring ways in which algorithms can be designed to be transparent and fair.

Such efforts from the research community will need to be coupled with ways in which we can make the designers of today better aware and trained on ethical issues that pertain to robotics and AI and how to address them in their work. For example, developers can make the decision to use one type of algorithm over another in order to create a system that is more explainable and interpretable.

In addition, organizations can make explicit the values that they consider to be a priority. For example, given a lack of a regulation that governs the amount of time a senior can be left alone with a therapy robot without a caregiver, manufacturers of such robots can decide to make explicit their stance on the value of human-to-human interaction for senior end users. This can be in the form of corporate philosophy or policy.

Encouraging such discussions in organizations can help guide not only strategic decisions of the company but also enable design teams to make their design decisions more easily.

Likewise, if we want to prioritize reflecting Canadian values in the autonomous products we design in Canada, we must actively seek ways to make it easier for companies, especially start-ups advancing these technologies, to make guided and informed decisions.

There are many more issues I would like to discuss with you today. I believe Canada has many qualities to take leadership in innovating robotics with ethics in mind. In your questions, I hope you will ask me about how ORI has been supported to date and what challenges remain in many countries where roboethics research is taking place. I hope you'll also be interested to talk to me about how we can make the new wave of technology ethics cheaper and more accessible to designers. Thank you.

**The Chair:** Thank you very much. I'll turn to my colleagues now.

**Senator Eggleton:** Thank you very much. That was an excellent presentation and focus on the ethics issues.

I'll ask one of the questions that you asked us to ask you. You said, "I hope you will ask me about how ORI has been supported to date and what challenges remain in many countries where roboethics research is taking place."

Une de ces solutions serait d'utiliser des moyens technologiques. Les chercheurs dans les domaines de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage machine explorent actuellement des façons de concevoir des algorithmes pour qu'ils soient transparents et équitables.

Outre les efforts déployés par le milieu de la recherche, nous devons mieux sensibiliser les concepteurs d'aujourd'hui afin qu'ils connaissent davantage les questions d'ordre éthique se rapportant à la robotique et à l'intelligence artificielle et sachent comment les régler dans le cadre de leur travail. Par exemple, les concepteurs peuvent décider de privilégier un type d'algorithme plutôt qu'un autre afin de créer un système qui est plus facile à expliquer et à interpréter.

De plus, les organisations peuvent exprimer clairement les valeurs qu'elles considèrent comme étant prioritaires. Par exemple, étant donné le manque de réglementation qui régit la période au cours de laquelle une personne âgée peut demeurer seule avec un robot sans la présence d'un soignant, les fabricants de tels robots peuvent décider d'énoncer explicitement leur position sur l'importance de l'interaction humaine pour les utilisateurs finaux qui sont des personnes âgées. Cela pourrait prendre la forme d'une philosophie ou d'une politique d'entreprise.

Favoriser de telles discussions au sein des organisations peut orienter non seulement les décisions stratégiques de l'entreprise, mais aussi faciliter la prise de décisions des équipes de conception.

Par ailleurs, si nous voulons que les valeurs canadiennes soient reflétées dans les produits autonomes que nous concevons ici au Canada, nous devons trouver des moyens concrets de faciliter la vie aux entreprises, particulièrement aux jeunes entreprises qui mettent au point ces technologies, afin qu'elles puissent prendre des décisions éclairées.

Il y a bien d'autres questions dont j'aimerais discuter avec vous aujourd'hui. J'estime que le Canada a toutes les qualités requises pour assumer un rôle de leadership dans le domaine de la robotique sans perdre de vue les enjeux éthiques. Au cours de la période de questions, j'espère que vous allez me demander comment l'ORI a été financé jusqu'ici et quels sont les principaux défis auxquels sont confrontés les nombreux pays qui font de la recherche dans le domaine de l'éthique en robotique. J'espère que vous vous intéresserez également à la façon de rendre la nouvelle vague d'éthique de la technologie plus abordable et plus accessible pour les concepteurs. Merci.

**Le président :** Merci beaucoup. Je cède maintenant la parole à mes collègues.

**Le sénateur Eggleton :** Merci beaucoup. C'était un excellent exposé axé sur les questions d'ordre éthique.

Je vais poser l'une des questions que vous espériez qu'on vous pose. Vous avez dit : « J'espère que vous me demanderez comment l'ORI a été financé jusqu'ici et quels sont les principaux défis auxquels sont confrontés les nombreux pays qui font de la recherche dans le domaine de l'éthique en robotique. »

You might also answer that in the context of the government's recent decision, which is expressed in Bill C-43, to provide \$125 million to the Canadian Institute for Advanced Research for a pan-Canadian AI strategy. What should this strategy include? And how should ethics and regulatory oversight fit into that strategy? Perhaps you could answer both of those together because they both deal with money, don't they?

**Ms. Moon:** I guess they do.

I wanted to discuss the topic of how ORI has been supported because I think it provides a useful context for discussing ethics in this technological world.

ORI was started five years ago and has been supported mostly as a volunteer-based organization. That means my Vanier scholarship from NSERC is the majority of the funding that went into developing ORI. That is an award that I received not on the ethics-related projects that I have been able to do with my colleagues for ORI but for the human-robot interaction research that really didn't have much to do with ethics.

Part of the reason why we have been reliant on volunteer support for our work is because there is a gap between what science foundations, or NSERC, traditionally more science grant organizations, have been supporting and that of CIHR funding. There has been a gap in researchers addressing the topic of ethics as part of sciences or engineering. It may be more of a cultural issue of trying to write a proposal that will be successful and ethics as not a strategic dimension to put forward, but rather to put forward the technological innovation that may be a more successful direction for a successful grant.

That being said, I believe the government's decision to invest in AI technology in itself is very healthy. But as far as I am aware, I have not seen the strategic decisions on how that would be divided into subcategories of AI, for example, or how small organizations like ORI would be able to address some of the ethical dimensions that are not necessarily focused on developing the technology itself but addressing the ethical domain that is highly relevant and important for pushing the direction of AI forward.

**Senator Eggleton:** You mentioned the IEEE initiative, the Global Initiative for Ethical Considerations in Artificial Intelligence and Autonomous Systems. I recently became aware of this organization through another person who was involved in that process, but I don't know much about it.

You say you're one of 30 that are involved in this or one of 30 scientists, I think. Can you explain more about what this organization is doing? It's international, I believe.

Vous pourriez également répondre à cette question dans le contexte de la récente décision du gouvernement, qui a été exprimée dans le projet de loi C-43, d'accorder 125 millions de dollars à l'Institut canadien de recherches avancées pour l'élaboration d'une stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle. Selon vous, qu'est-ce que cette stratégie devrait contenir? Que devrait être le rôle de l'éthique et de la surveillance réglementaire dans cette stratégie? Vous pourriez peut-être répondre à ces questions en même temps, étant donné qu'elles concernent toutes deux l'aspect financier, n'est-ce pas?

**Mme Moon :** Je suppose que oui.

Je voulais vous expliquer comment l'ORI avait été financé, car je considère que cela fournit un contexte utile pour discuter de l'éthique en cette ère technologique.

L'ORI a été fondé il y a cinq ans et a largement été soutenu comme un organisme bénévole. Cela signifie que ma bourse d'études Vanier du CRSNG est la principale source de financement qui m'a permis de fonder l'ORI. J'ai reçu cette bourse non pas pour les projets liés à l'éthique que j'ai menés avec mes collègues au sein de l'ORI, mais plutôt pour mes travaux de recherche sur les interactions humain-robot qui n'ont rien à voir avec l'éthique.

L'une des raisons pour lesquelles notre travail a dû compter sur l'appui des bénévoles, c'est parce qu'il y a un écart entre ce que finance le CRSNG ou les organisations qui accordent habituellement des subventions scientifiques et les IRSC. Autrement dit, le travail de recherche dans le domaine de l'éthique n'est pas financé au même titre que les domaines des sciences et du génie. C'est peut-être davantage une question culturelle, mais il est plus difficile de présenter une demande de subvention lorsqu'il est question d'éthique, par rapport à l'innovation technologique, qui est beaucoup plus concrète.

Cela dit, j'estime que la décision du gouvernement d'investir dans la technologie de l'intelligence artificielle est très saine. Personnellement, je n'ai pas vu les décisions stratégiques sur la façon dont le financement allait être réparti parmi les différentes sous-catégories de l'intelligence artificielle, par exemple, comment allaient être subventionnées les petites organisations comme l'ORI qui ne développent pas la technologie comme telle, mais qui se penchent sur les aspects éthiques qui sont très pertinents et importants pour aller de l'avant avec les initiatives d'IA.

**Le sénateur Eggleton :** Vous avez évoqué l'initiative de l'IEEE, c'est-à-dire la Global Initiative for Ethical Considerations in Artificial Intelligence and Autonomous Systems. J'ai récemment appris l'existence de cette organisation, mais j'en connais très peu à son sujet.

Vous dites que vous êtes parmi les 30 scientifiques qui œuvrent au sein de l'organisation. Pouvez-vous m'en dire davantage sur l'organisation? Si je ne me trompe pas, il s'agit d'une organisation internationale.

**Ms. Moon:** Yes, it is. IEEE is a professional standards organization that represents many engineers internationally. Within that organization, they have started the initiative that is specifically focused on addressing these technological ethics issues. It has over 100 members today, international experts across the world.

Within that organization are many subcommittees, one specifically focused on privacy, for example, and my own committee on how do we embed values into technological systems. Within that committee, we have about 30 international experts working on this.

**Senator Eggleton:** Perhaps you could supply us with more information about that because it has an international perspective that could be quite valuable.

**The Chair:** And anything you submit, submit it through the clerk as you communicate with her.

**Ms. Moon:** Sure.

**The Chair:** Thank you.

**Senator Stewart Olsen:** Ms. Moon, I'm particularly interested in the application of robotics in rural areas. My province is quite rural, and they are going to be coming out shortly with initiatives on health care issues for seniors in homes.

Has anyone thought of doing a system of pods, which would be centres in a small mileage radius of home care persons? Maybe they would be looking after, say, five people in their homes, with robots or robotics in their homes, monitoring them in this way. Is that feasible? What would be the ethics of privacy of developing something like that? Has it been done?

**Ms. Moon:** Just to clarify, by "pods," you mean —

**Senator Stewart Olsen:** Just a location where, say, one caregiver can be, with access to all of the patients in homes via whichever way the robots communicate.

**Ms. Moon:** I do believe that idea has been discussed in the research community. To what extent it has actually been exercised is a question mark for me, but I do know that there have been studies that pilot-tested the idea of having a robot at home to monitor and assist a particular person. It was much more of a controlled study dedicated to one person instead of having multiple robots that are actually monitored on the other side of the line by one person, for example, which is the example I believe you're giving.

We definitely need to think about privacy implications. One of the projects I know is taking place right now is the use of a robot that monitors clients in a care facility with cognitively or mentally disabled adults or children, and due to short-staffing issues, they are exploring robotics issues.

**Mme Moon :** Absolument. L'IEEE est une organisation de normalisation professionnelle qui représente un grand nombre d'ingénieurs internationaux. L'organisation a lancé cette initiative qui vise justement à répondre aux questions d'ordre éthique qui se posent en technologie. Elle compte une centaine de membres aujourd'hui, des experts de partout dans le monde.

Au sein de cette organisation, on retrouve de nombreux sous-comités, dont un qui s'occupe principalement de la protection de la vie privée, par exemple. Mon propre comité examine les moyens d'intégrer les valeurs à tous les systèmes technologiques. Ce comité regroupe environ 30 experts internationaux.

**Le sénateur Eggleton :** Vous pourriez peut-être nous fournir plus d'information à ce sujet, car cette organisation a une portée internationale qui pourrait nous être très utile.

**Le président :** Et tout ce que vous nous fournirez, veuillez le transmettre à notre greffière.

**Mme Moon :** Bien sûr.

**Le président :** Merci.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Madame Moon, je m'intéresse particulièrement à l'application de la robotique dans les régions rurales. Ma province est une province rurale, et je sais qu'on va bientôt lancer des initiatives en matière de soins de santé pour les personnes âgées vivant en résidence.

A-t-on envisagé l'idée de créer un système d'unités de surveillance, c'est-à-dire des centres concentrés dans un petit rayon de soignants à domicile? On pourrait y surveiller, par exemple, cinq personnes dans leurs résidences, qui seraient équipées de robots ou de technologies robotiques. Serait-ce envisageable? Quelle serait l'incidence d'une telle initiative sur la protection de la vie privée? Est-ce que cela a déjà été fait?

**Mme Moon :** Juste pour préciser, lorsque vous parlez d'unités, vous voulez dire...

**La sénatrice Stewart Olsen :** Il s'agit simplement d'un endroit où se trouverait le soignant, qui aurait accès à tous les patients de la résidence, grâce aux moyens de communication des robots.

**Mme Moon :** Je crois que cette idée a fait l'objet de discussions. Cependant, j'ignore dans quelle mesure on l'a mise en œuvre, mais je sais que des études ont mis à l'essai l'idée d'avoir un robot à la maison pour surveiller et venir en aide à une personne en particulier. Il s'agissait davantage d'une étude contrôlée faisant intervenir une seule personne plutôt que de multiples robots contrôlés de l'autre côté par une autre personne, par exemple, comme ce dont vous avez parlé.

Chose certaine, nous devons réfléchir aux répercussions sur la protection de la vie privée. À ma connaissance, l'un des projets qui est en cours en ce moment concerne l'utilisation d'un robot qui surveille, au sein d'un établissement de soins, des adultes ou des enfants atteints de déficience cognitive ou mentale. En raison d'un manque de personnel, on envisage la possibilité d'avoir recours à la robotique.



When I was exploring the privacy issues in that domain, I realized that these care facilities typically have some sort of privacy arrangements with legal guardians. But that should not extend beyond the technology that was available when they entered into that particular agreement because robots are essentially cameras on wheels; they can be very proactive about gathering information.

A trade-off for that or perhaps a dilemma is we know from HRI research that creating that connection with a person, being able to recognize that client or patient in calling them by their name, is very important in creating the natural interaction you would have with a caregiver, for example, but you would not be able to do that if you didn't have a camera in the first place. Even if you did have a camera in the first place, you would need to have that identification function built into the system that inherently requires you to gather data and link it to identifiable data as well, such as names.

So there is a big dilemma that is still open. As far as I'm concerned, I don't believe we have comprehensive work done in order to guide roboticists through these design processes to say there are trade-offs, and to navigate these trade-offs, these are the guidelines or these are the things you need to think about.

**Senator Stewart Olsen:** Thank you.

**Senator Dean:** Thanks for the presentation, and congratulations on your award. More so, congratulations on what you're doing with the award.

I'm not too worried about the pace of the development of robotics and artificial intelligence. I think we've learned at this committee that it's probably further advanced than many of us might have thought. I do worry about the ability of ethicists to maintain pace with it, the ability of policy-makers to maintain pace with it, and the ability of governments and political actors to maintain pace with it. It's good to know that, as in other areas, we have Canadian leadership as part of an international approach to this.

Are we in danger of ending up down the road with a patchwork of ethical codes that are private sector, public sector, commercial, international, national, even subnational, in which we have a competition or differences in conflicts between approaches to ethics in this area? Is there a way to get ahead of that by thinking about a governance framework that would somehow simplify this and give those who are working in the field an ability to move as close to real time as they can and at least see the tailwind of technology as opposed to losing sight of it completely and being too far behind? Is that a reasonable question?

Lorsque je me suis penchée sur les questions liées à la protection de la vie privée, j'ai réalisé que ces établissements de soins ont habituellement conclu des ententes relatives à la protection de la vie privée avec les tuteurs légaux. Cependant, cela ne devrait pas aller au-delà de la technologie qui existait au moment où cet accord a été signé, parce que les robots sont essentiellement des caméras sur roues; ils peuvent recueillir beaucoup d'information.

Un compromis ou peut-être un dilemme que nous avons, c'est que d'après nos recherches sur l'IHR, il est important de pouvoir reconnaître le client ou le patient en l'appelant par son nom pour recréer l'interaction naturelle qu'on aurait avec un soignant, par exemple, mais cela ne serait pas possible sans caméra. De toute façon, même s'il y a une caméra, il faut aussi que le robot soit doté d'une fonction de reconnaissance qui lui permettra de recueillir des données et de les relier à des données identifiables, comme le nom du patient.

Cela dit, nous sommes confrontés à un grand dilemme. Personnellement, je ne crois pas que notre travail soit assez évolué pour orienter les roboticiens, dans le cadre des processus de conception, en leur disant qu'il faut faire des compromis et qu'ils doivent tenir compte de certaines directives.

**La sénatrice Stewart Olsen :** Merci.

**Le sénateur Dean :** Je vous remercie pour votre exposé, et je vous félicite pour votre bourse, et surtout, pour ce que vous en avez fait.

Je ne m'inquiète pas trop du rythme auquel se développent la robotique et l'intelligence artificielle. Comme nous l'avons entendu au sein du comité, nous sommes probablement plus avancés que bon nombre d'entre nous auraient pu penser. Je m'inquiète plutôt de la capacité des éthiciens à suivre le rythme, c'est-à-dire la capacité des décideurs, des gouvernements et des acteurs politiques de suivre le rythme du développement de ces technologies. Il est bon de savoir que, comme dans d'autres domaines, le Canada peut être un leader dans le cadre d'une approche internationale.

Risquons-nous de nous retrouver avec un ensemble disparate de codes déontologiques qui proviennent des secteurs privé, public ou commercial, et aux échelons international, national ou même infranational, dans le cadre desquels les approches liées à l'éthique dans ce domaine sont soumises à la concurrence, à des différences ou à des conflits? Pouvons-nous éviter cette situation en mettant au point un cadre de gouvernance qui pourrait en quelque sorte simplifier les choses et offrir aux personnes qui travaillent dans ce domaine la capacité de suivre les progrès en temps réel dans la mesure du possible et au moins avoir un aperçu de la technologie en question, au lieu de la perdre de vue complètement et d'être trop loin derrière? Est-ce une question raisonnable?

**Ms. Moon:** Yes. I do understand the concern that ethicists or policy-makers would be always playing a catch-up game, if you will. I think that's what you're trying to express.

**Senator Dean:** Yes.

**Ms. Moon:** Because the technology is moving at such a fast pace, there may always be the impression that we're always catching up to it. But there's also something to be said about actually educating the designers themselves so that even if there's a gap between the designers' decisions and lack of regulation or a governing structure, if you will, then the designers will still be able to make more positive direction-oriented design decisions. That in itself is very important, but I also feel that having a proactive approach to a governance structure that is able to move at a fast pace is a healthy discussion to have.

One of the things that I'm finding from our work with ORI, especially more recently with industries, is realizing that each and every one of the products that we look at will be very different because their stakeholders are different and their value sets are different. Even talking about the same product in one city versus another will be different as well. Do we want to have a very customized way to talk about ethics in every single scenario? Is that even practical? That's still a question mark.

One thing we are learning is that by looking at one specific case we're able to draw out these ethical issues that may end up being common throughout many different case studies and be able to regulate that or have a governance structure based on those.

**Senator Dean:** Thank you.

**Senator Unger:** Thank you very much for your presentation. My questions sort of go around concerns. In this brave new world, will people in your field be able to control these robots? I'm wondering about the possibility of robots being intoxicated. The samples you provided were interesting. Do the experts in your field have any concerns about this, about rogue robots, which I'm sure many have seen in certain movies?

**The Chair:** Just to clarify, I don't think the robot was intoxicated. It was serving the alcohol.

**Senator Unger:** Could it be?

**Ms. Moon:** One of the committees within the IEEE initiative that I mentioned actually talks about the general AI, which is the higher level AI that is not quite there today but something the research community is interested in. That may be what you're trying to get at.

**Mme Moon :** Oui. Je comprends la préoccupation selon laquelle les éthiciens ou les responsables des politiques devraient constamment jouer au rattrapage, en quelque sorte. Je crois que c'est ce que vous tentez d'exprimer.

**Le sénateur Dean :** Oui.

**Mme Moon :** Puisque la technologie progresse de façon fulgurante, on pourrait avoir l'impression qu'on est toujours en train de tenter de la rattraper. Toutefois, on peut également faire valoir qu'il faut sensibiliser les concepteurs, afin qu'en cas d'écart entre leurs décisions et les règlements ou la structure de gouvernance appropriée, ils soient toujours en mesure de prendre davantage de décisions positives en matière de conception. C'est une notion très importante, mais je crois également qu'il est sain de discuter d'une approche proactive à l'égard d'une structure de gouvernance qui peut s'adapter rapidement.

L'une des choses que je découvre dans le cadre de nos travaux à ORI, surtout plus récemment avec les industries, c'est que chaque jour, chaque produit examiné sera différent, car les parties intéressées sont différentes, tout comme leurs valeurs. La discussion sera également différente lorsqu'on parlera du même produit dans différentes villes. Souhaitons-nous adapter la façon d'aborder la question de l'éthique dans chaque scénario? Est-ce même réalisable? Il n'y a pas encore de réponse à cette question.

Nous apprenons entre autres qu'en nous penchant sur un cas précis, nous sommes en mesure d'extrapoler des enjeux d'ordre éthique qui pourraient se présenter dans de nombreuses différentes études de cas, ce qui nous permet de prendre un règlement ou de mettre au point une structure de gouvernance fondée sur ces enjeux.

**Le sénateur Dean :** Merci.

**La sénatrice Unger :** Je vous remercie beaucoup de votre exposé. Mes questions sont en quelque sorte des préoccupations. Dans ce meilleur des mondes, les gens qui travaillent dans votre domaine seront-ils en mesure de contrôler ces robots? Je me demande s'il est possible que des robots soient intoxiqués. Les échantillons que vous avez fournis étaient intéressants. Les spécialistes de votre domaine sont-ils préoccupés par la notion de robots malveillants, comme nous sommes nombreux à l'avoir vue dans certains films, j'en suis sûre?

**Le président :** Aux fins d'éclaircissements, je ne crois pas que le robot était intoxiqué. Il servait l'alcool.

**La sénatrice Unger :** Le pourrait-il?

**Mme Moon :** L'un des comités qui font partie de l'initiative de l'IEEE que j'ai mentionnée parle en fait de l'IA générale, c'est-à-dire un niveau d'IA plus élevé qui n'a pas encore été atteint aujourd'hui, mais qui intéresse le milieu de la recherche. C'est peut-être ce que vous essayez de dire.

Because I come from more of a designer's perspective, as long as we have good control or have made conscious design decisions, I don't think that should be part of our worry.

There is discussion of ethics of lethal autonomous weapons systems. I do know that is a concern because given the nature of the technology, we're talking about decisions that are made without humans for an extended period of time. We could hypothetically design those systems and practically design systems that are not so smart, that are able to make these decisions without us.

But would we make those decisions as intelligent human beings? Would we train our engineers to make those decisions? I think that's a better question to ask about the practicality of the issues we should address.

Hypothetically, I do believe it is possible. Practically, if we are talking about "dumb" machines, then we can always make robots that make the wrong decisions all the time. That would be the easier thing to do.

**Senator McIntyre:** Thank you, Ms. Moon, for your fine presentation. Obviously you're very knowledgeable on the role of new technologies in our health care system.

My question has to do with ethical oversight. In your opinion, can our health professional associations, such as the Canadian Medical Association and the Canadian Nurses Association, effectively conduct the ethical oversight of robotics and artificial intelligence? If not, what framework would you propose for ethical oversight?

**Ms. Moon:** If I can start with the last question, robotics and AI are tools that can actually cross many different applications. A robot that I may design today could be applied or modified for health care applications and could be modified for other applications. Many of the same elements may be going into this technology that may be used in many different ways.

Because of that, I think it's healthier perhaps to look at robotics and AI, the technology itself, and the ethical oversight at that layer than specifically health care. I do believe that looking at ethical oversight in specific application domains will be necessary, but part of the bigger picture is looking at the technology as a whole rather than just looking at robotics within health care, in part because we would be doing a lot of repetitive work across different application domains if we were to look specifically at one application and not be able to take the lessons learned from another.

Étant donné que je travaille surtout dans le domaine de la conception, tant et aussi longtemps que nous exerçons un bon contrôle ou que nous prenons des décisions consciencieuses en matière de conception, je ne crois pas que cela devrait faire partie de nos préoccupations.

On discute de l'éthique des systèmes d'armes létales autonomes. Je sais qu'il s'agit d'une préoccupation, car étant donné la nature de cette technologie, nous parlons de décisions qui sont prises sans intervention humaine pendant une période assez longue. Nous pourrions hypothétiquement concevoir ces systèmes et sur le plan pratique, nous pourrions concevoir des systèmes qui ne sont pas aussi intelligents et qui sont en mesure de prendre ces décisions sans notre intervention.

Toutefois, des êtres humains intelligents prendraient-ils les mêmes décisions? Formerions-nous nos ingénieurs pour qu'ils prennent ces décisions? Je crois que c'est une meilleure question à poser lorsqu'il s'agit du caractère pratique des enjeux que nous devrions traiter.

Hypothétiquement, je crois que c'est possible. Sur le plan pratique, si nous parlons de machines « stupides », nous pouvons toujours faire des robots qui prennent de mauvaises décisions en tout temps. Ce serait la chose la plus facile à faire.

**Le sénateur McIntyre :** Merci, madame Moon, de votre excellent exposé. Manifestement, vous connaissez très bien le rôle des nouvelles technologies dans notre système de soins de santé.

Ma question concerne la surveillance éthique. À votre avis, nos associations de professionnels de la santé, par exemple l'Association médicale canadienne et l'Association des infirmières et infirmiers du Canada, peuvent-elles mener efficacement une surveillance éthique dans le domaine de la robotique et de l'intelligence artificielle? Sinon, quel cadre proposeriez-vous pour cette surveillance?

**Mme Moon :** J'aimerais d'abord répondre à la dernière question. La robotique et l'IA sont des outils qui peuvent avoir de nombreuses utilisations différentes. Par exemple, un robot que je conçois aujourd'hui pourrait être utilisé ou modifié pour différentes applications en matière de soins de santé ou on pourrait le modifier pour qu'il remplisse d'autres fonctions. Un grand nombre des éléments utilisés dans cette technologie pourrait servir de nombreuses autres façons.

Pour cette raison, je pense qu'il est peut-être plus approprié de considérer l'ensemble de la robotique et de l'IA, la technologie elle-même et la surveillance éthique à ce niveau plutôt que dans le contexte des soins de santé. Je crois qu'il sera nécessaire d'envisager d'exercer une surveillance éthique dans certains domaines d'application précis, mais je crois aussi qu'il faut examiner la technologie dans son ensemble plutôt que de s'en tenir à la robotique dans le domaine des soins de santé, et c'est en partie parce que si nous tenions seulement compte d'une application précise, nous pourrions finir par répéter de nombreux travaux dans différents domaines et ne pas tirer de leçons d'autres travaux.

**Senator McIntyre:** Is there an overlap between robotics and artificial intelligence? How interconnected are the two?

**Ms. Moon:** One way to look at robots is a physical embodiment of AI. A self-driven vehicle is a great example because it is a physical vehicle that you can enter, but it also has a lot of artificial intelligence on board, specific machine learning techniques, for example. But the self-driving vehicle itself we look at as a robot.

If we were to imagine the self-driving vehicles being able to communicate with each other and learn from each other's data, that would be a layer up of doing artificial intelligence about the world that not one particular physical robot does but interconnected sets of robots do through a software framework, more of a cloud system. They are very interconnected in that sense.

[Translation]

**Senator Cormier:** I am going to ask my first question in French. Thank you for your very eloquent and enlightening presentation.

I was captivated by the notion of integrating Canadian values into robotics. In fact, I have many questions that come to mind concerning, for instance, the training of designers, manufacturers and users. How are Canadian values integrated into that process? What does that mean exactly for these different groups?

[English]

**Ms. Moon:** Perhaps I can give an example. Gender bias or racial bias would be something that I believe goes against Canadian values. These are the types of biases that could seep into our technologies if we're not careful to look for those specifically. There have been discussions within the research community where a lot of the data set came from more male participants or is more representative of the male population and hence not representative of the female and male.

In terms of racial bias, there is the example of a soap dispenser that has specialized sensors that when a fair-skinned person puts the hand below it, the dispenser worked really well; but if a dark-skinned person does that, it doesn't work well because it has not been tested rigorously for all the different races.

Does that give you a good sense of the type of dilemma?

[Translation]

**Senator Cormier:** Yes. How can these different concepts be included in the documentation?

**Le sénateur McIntyre :** Y a-t-il un chevauchement entre des éléments de la robotique et de l'intelligence artificielle? Comment ces deux domaines sont-ils interreliés?

**Mme Moon :** On peut notamment considérer que les robots sont la réalisation matérielle de l'IA. Le véhicule sans conducteur est un bon exemple, car il s'agit d'un véhicule concret dans lequel vous pouvez prendre place, mais qui contient également une grande partie d'intelligence artificielle et des techniques précises d'apprentissage machine, par exemple. Toutefois, on considère que le véhicule sans conducteur comme tel est un robot.

Si nous imaginons que les véhicules sans conducteur sont en mesure de communiquer entre eux et d'apprendre des données des autres, cela représenterait un autre niveau d'intelligence artificielle qu'un robot particulier n'atteint pas, mais qu'une série de robots interreliés par un cadre logiciel peut atteindre, un peu comme un système d'infonuagique. Ils sont très interreliés dans cette optique.

[Français]

**Le sénateur Cormier :** Je vais vous poser ma question en français. Je vous remercie de votre présentation très élocuente et éclairante.

J'ai été captivé par la notion des valeurs canadiennes, soit la façon d'intégrer les valeurs canadiennes au domaine de la robotique. En fait, de nombreuses questions me viennent en tête, notamment en ce qui concerne la formation à la fois des concepteurs, des fabricants et des utilisateurs. Comment les valeurs canadiennes s'inscrivent-elles dans ce processus? Qu'est-ce que cela représente exactement pour ces différents corps de métier?

[Traduction]

**Mme Moon :** Je peux peut-être vous donner un exemple. Je crois que les préjugés liés au genre ou à la race iraient à l'encontre des valeurs canadiennes. C'est le type de préjugé qui pourrait s'infiltrer dans nos technologies si nous ne le ciblons pas. Dans le milieu de la recherche, on a beaucoup discuté du fait que de nombreuses données provenaient davantage de participants masculins ou représentaient davantage la population masculine, ce qui signifie qu'elles ne représentaient pas également les hommes et les femmes.

En ce qui concerne le préjugé fondé sur la race, on peut citer l'exemple d'un distributeur de savon dont les capteurs spécialisés fournissent une bonne quantité de savon lorsqu'ils détectent les mains d'une personne à la peau plus claire, mais qui ne fonctionnent pas aussi bien dans le cas d'une personne à la peau plus foncée, car ils n'ont pas été testés rigoureusement pour les différentes races.

Cela vous donne-t-il une bonne idée du type de dilemme?

[Français]

**Le sénateur Cormier :** Oui. Comment ces différents concepts peuvent-ils s'inscrire dans la documentation?

[English]

**Ms. Moon:** One of the ways to address it is what the research community is starting to look at, which is can we look for these biases in a technological way? Can we quantify it so we know how to fix it, and are there technological solutions to address these in the data sets? It is ongoing work. It is a fairly recent development to think about machine learning systems that way, but it's a very healthy way forward.

Apart from the technological solution perspective, one way to manage it is to make explicit these kinds of values. We don't necessarily train our engineers to look for or be conscious of gender bias in design systems because we are much more familiar with the notion of professional ethics. Within that context, we talk about values, but not as part of what you design. It's really important to frame it as part of the design decisions and being aware of that because otherwise we will design these systems that will systematically impact us and be systematically biased towards one or another in an uncontrolled or undesired way.

**The Chair:** On the specific example of the recognition of the hand, that's based on a learning algorithm. It would seem to me that that's a simple issue to deal with in terms of eliminating bias because the extensive knowledge is not enormous. It is simply the recognition of a hand in a certain circumstance. I have been amazed that these kinds of issues, the very example you used, are in the public domain as discussion points. Yet, it's all based on the hand recognition as a deep learning issue. The number of hands that can be learned is a relatively simple issue when you get to that point of learning that structure.

I would ask you: Aren't some of these issues relatively easy to solve and eliminate bias in this case of an ethnic bias?

**Ms. Moon:** The hand example I gave is relatively simple, an easy example to look at.

**The Chair:** That's why it's dangerous as well, using examples that can easily be dealt with but make them look like they're serious problems.

**Ms. Moon:** Right, but I think they point at very serious problems, such as the kind of user experiences that we will have with these robots. For example, facial recognition systems also have the same problem. There has been documentation of racial bias of faces that are not being recognized for certain races. If we are systematically building these types of devices, then my experiences of working with a robot will be very different from

[Traduction]

**Mme Moon :** L'une des façons d'y parvenir a déjà été abordée dans le milieu de la recherche, car on se demande s'il est possible de cerner ces types de préjugés à l'aide de la technologie. On se demande si on peut les quantifier en vue d'apprendre à les éliminer, et on cherche des solutions technologiques qui visent ces préjugés dans des ensembles de données. Ces travaux sont donc en cours. On ne fait que commencer à considérer les systèmes d'apprentissage machine de cette façon, mais c'est une initiative très prometteuse.

Outre la perspective de la solution technologique, l'une des façons de gérer cette situation consiste à rendre ces types de valeurs explicites. En effet, nous ne formons pas nécessairement nos ingénieurs à chercher ou à prévoir les préjugés fondés sur le genre dans les systèmes de conception, car nous connaissons beaucoup mieux la notion d'éthique professionnelle. Dans ce contexte, nous parlons de valeurs, mais elles ne sont pas intégrées à la conception. Mais il est très important de les intégrer aux décisions en matière de conception et de se rendre compte qu'elles existent, car autrement, nous mettrons au point des systèmes qui auront systématiquement des effets sur nous et qui favoriseront systématiquement une catégorie ou une autre de façon incontrôlable ou non souhaitée.

**Le président :** L'exemple précis de la reconnaissance de la main est fondé sur un algorithme d'apprentissage. Il me semble qu'il serait facile d'éliminer le préjugé dans ce cas, car les connaissances en jeu ne sont pas si nombreuses. En effet, il s'agit simplement de reconnaître une main dans certaines circonstances. J'ai été étonné d'apprendre que ces types d'enjeux, c'est-à-dire l'exemple que vous avez utilisé, font l'objet de discussions dans le domaine public, car la reconnaissance d'une main devient une question d'apprentissage approfondi. Le nombre de mains qu'on peut apprendre est relativement peu élevé lorsqu'il s'agit d'apprendre cette structure.

J'aimerais donc vous demander si certains de ces enjeux sont relativement faciles à résoudre et s'il est facile d'éliminer ce cas de préjugé ethnique.

**Mme Moon :** L'exemple de la main que j'ai donné est assez simple, et il est facile à analyser.

**Le président :** C'est la raison pour laquelle il est également dangereux d'utiliser des exemples de problèmes qui peuvent être facilement résolus et de les présenter comme étant des problèmes graves.

**Mme Moon :** En effet, mais je crois que ces exemples soulignent des problèmes très graves, par exemple le type d'expérience que les utilisateurs auront avec ces robots. Par exemple, les systèmes de reconnaissance faciale présentent également le même problème. On a documenté des exemples de préjugé racial dans lesquels les visages ne sont pas reconnus pour certaines races. Si nous construisons systématiquement ces types

yours, for example. Do we want to not even have a guideline that explicitly states that if your data set does not have the diversity it is supposed to cover, then we will have a problem?

**The Chair:** I agree entirely that we should have that, but isn't this particular issue a relatively simple one to deal with?

I totally agree. You have to eliminate the bias, but it seems to me in terms of a deep learning example that this is one in which instructing the robot to recognize the diversity is relatively easy. Is that the case?

**Ms. Moon:** Addressing it could be very simple in the example of the hand, but actually recognizing that that in itself is an issue is what we should be talking about. If we don't even recognize that there is a problem, then we won't be addressing it.

**The Chair:** I agree entirely, but in the examples that have come before us, it seems to me the issue is the very point you made, that we should agree to eliminate the bias wherever it occurs and that we should use examples that illustrate how we can do that, and the recognition, being a learning issue, is one in which we should be able to do that.

I admit that when you start getting into actions, you get into a more complex issue. I'm not going to pursue this any further. I want to stick with where we are today and to agree we have to eliminate it, and it seems to me the instruction to the programmer is you eliminate it.

[Translation]

**Senator Mégie:** I have one comment, and then I'll have a question. If I think of all of the witnesses who appeared before our committee, at a certain point I was worried. I saw that innovation was progressing rapidly, and that there was no ethical framework at all to frame all of it. So I am happy today to learn about the ORI institute, and I thank you very much for your work. I know that there are not many investments that are made to fund and support your activities in this area, because of ethical issues.

Senator McIntyre spoke about professional associations, but I would like to branch out a bit. In each centre, there is a research ethics committee that is not entirely focused on health issues. Since there is interaction between the robots and the person, sometimes this is invasive, as the robot administers the medication and may even administer physical care. For that reason, there needs to be a research ethics committee. Does your institute consult these committees when it is developing new products?

[English]

**Ms. Moon:** Sorry, I was trying to catch up with the interpreter. Can you repeat the last part?

d'appareils, mon expérience de travail avec un robot sera très différente de la vôtre, par exemple. Ne souhaitons-nous pas avoir une directive qui énonce explicitement que si l'ensemble des données n'englobe pas la diversité qu'il est censé couvrir, cela posera un problème?

**Le président :** Je conviens tout à fait que nous devrions avoir cela, mais ce problème précis n'est-il pas facile à résoudre?

Je suis tout à fait d'accord. Il faut éliminer les préjugés, mais il me semble qu'en ce qui concerne un exemple d'apprentissage approfondi, il est relativement facile d'enseigner au robot à reconnaître la diversité. Est-ce le cas?

**Mme Moon :** Il pourrait être très facile de résoudre ce problème dans l'exemple de la main, mais nous devrions parler du fait que nous avons reconnu qu'il s'agissait d'un problème. Si nous ne reconnaissons même pas qu'il existe un problème, nous ne le résoudrons pas.

**Le président :** Je suis tout à fait d'accord, mais dans les exemples qui nous ont été présentés, il me semble que l'enjeu est le point que vous avez fait valoir, c'est-à-dire que nous devrions convenir d'éliminer les préjugés lorsqu'ils apparaissent et que nous devrions utiliser des exemples qui illustrent comment y parvenir, et puisque la reconnaissance est une question d'apprentissage, nous devrions être en mesure de le faire.

J'admets que lorsqu'on commence à prendre des mesures, la situation devient plus complexe. Mais je vais m'arrêter ici. J'aimerais m'en tenir à ce dont nous parlons aujourd'hui et convenir que nous devons éliminer les préjugés, et il me semble qu'il faut donner aux programmeurs la directive de les éliminer.

[Français]

**La sénatrice Mégie :** J'ai un commentaire, qui sera suivi d'une question. Si je pense à tous les intervenants qui ont comparu à notre comité, à un certain moment donné, j'étais inquiète. Je constatais que l'innovation progressait rapidement et qu'il n'y avait rien sur le plan de l'éthique pour encadrer tout cela. Donc, je suis heureuse aujourd'hui d'apprendre qu'il y a cet institut ORI, et je vous remercie beaucoup de votre travail. Je sais que, dans ce travail, il n'y a pas beaucoup d'investissements qui sont faits pour financer et appuyer vos activités en raison du sujet de l'éthique.

Le sénateur McIntyre a parlé des associations professionnelles, mais je vais aller un peu à côté. Dans chaque centre, il y a un comité d'éthique de la recherche qui ne se consacre pas uniquement au domaine de la santé. Comme il y a interaction entre les robots et la personne, il y a même parfois invasion de la personne par le robot qui lui donne ses médicaments et qui pourrait même lui administrer des soins physiques. Pour cette raison, il faudrait alors un comité d'éthique de la recherche. Est-ce que votre institut consulte ces comités lorsqu'il traite de produits novateurs?

[Traduction]

**Mme Moon :** Désolée, j'essayais de suivre l'interprète. Pourriez-vous répéter la dernière partie de votre question?

[Translation]

**Senator Mégie:** Does the ORI deal with a research ethics committee?

[English]

**Ms. Moon:** ORI itself does not act as a research ethics committee for any other entity, per se. We do have a subsidiary that is actually looking at doing ethics assessment for specific companies. But I am aware of research ethics boards from my own studies, because I had to conduct human-robot interaction studies where humans had to come into experiment rooms, for example.

I'm not sure if it's directly answering your question, but I think research ethics boards are very useful in making sure that researchers know what to look for and how to conduct research ethically, but we don't necessarily have ethics boards that can serve, for example, startups that are very excited to deliver these health care-related robotics and AI technologies. Having an ethics board in itself would be very expensive for a startup that just wants to make things that actually work and privatize that within their limited funding.

One of the enabling solutions, perhaps, would be to make that particular type of process or ethical assessment of these robotics and AI systems more easily accessible for these startups.

Does that answer your question? I was trying to catch up.

[Translation]

**Senator Mégie:** Even if they can't pay for it because they don't have the means, when they want to test the product in a given environment, I think they can turn to the research ethics committee in that environment. I don't think you have to pay to obtain that service, because the research ethics committee exists precisely to avoid blunders and improper uses of the product when it begins to be used. In short, they don't need money, and I believe research ethics committees exist, at least in large cities, in large hospitals in large regions. They could call on those committees without spending any money.

[English]

**Ms. Moon:** I don't know of research ethics boards that function for that specific purpose, but I do know from my experience with the research ethics board at the University of British Columbia that their ethical assessment of, for example, my control study is very limited, and it's limited to that particular experimental setting as well. But we're talking about robotic systems that will be deployed to somebody's home or care facilities, so the type of issues that a board member will have to

[Français]

**La sénatrice Mégie :** L'ORI fait-il appel à un comité d'éthique de la recherche?

[Traduction]

**Mme Moon :** ORI n'agit pas à titre de comité sur l'éthique de la recherche pour une autre entité. Par contre, nous avons une filiale qui envisage de mener des évaluations éthiques pour certaines entreprises. Toutefois, je sais qu'il y a des comités d'éthique de la recherche grâce à mes propres études, car j'ai dû mener des études sur les interactions entre des humains et des robots dans le cadre desquelles des humains devaient se trouver dans des salles d'expérimentation, par exemple.

Je ne sais pas si je répons directement à votre question, mais je crois que les comités d'éthique de la recherche sont très utiles pour veiller à ce que les chercheurs sachent ce qu'ils doivent surveiller et comment mener des recherches de manière éthique, mais nous n'avons pas nécessairement de comités d'éthique de la recherche qui peuvent aider, par exemple, des entreprises en démarrage qui sont très enthousiastes à l'idée de livrer ces robots et ces technologies d'IA liés aux soins de santé. En effet, il serait très dispendieux, pour une entreprise en démarrage, de mettre sur pied un comité d'éthique, car cette entreprise souhaite simplement fabriquer des appareils qui fonctionnent et les privatiser à l'aide de son financement limité.

L'une des solutions efficaces pourrait être de faciliter l'accès à ces entreprises en démarrage à ce type particulier de processus ou à l'évaluation éthique de ces robots et de ces systèmes d'IA.

Cela répond-il à votre question? Je tentais de suivre.

[Français]

**La sénatrice Mégie :** Même s'ils ne peuvent pas se le payer par manque de moyens financiers, lorsqu'ils veulent mettre à l'essai le produit dans un milieu donné, je crois qu'ils peuvent s'adresser au comité d'éthique de la recherche de ce milieu. Je ne crois pas qu'il faille payer pour obtenir ce service, parce que le conseil d'éthique de la recherche existe justement pour éviter les dérapages et les mauvaises utilisations du produit au moment où il sera mis en oeuvre. Bref, ils n'ont pas besoin d'argent, et je crois que les comités d'éthique de la recherche existent, du moins dans les grandes villes, dans les grands hôpitaux, dans les grandes régions. Ils pourraient peut-être faire appel à ces comités sans déboursier d'argent.

[Traduction]

**Mme Moon :** Je ne connais pas de comités d'éthique de la recherche qui existent pour cette raison précise, mais selon mon expérience avec le comité d'éthique de la recherche de l'Université de la Colombie-Britannique, je sais que son évaluation éthique, par exemple, de mon étude contrôlée est très limitée, et qu'elle se limite également à ce cadre expérimental. Toutefois, nous parlons de systèmes de robotique qui seront installés dans des résidences privées ou dans des établissements de soins, et les types d'enjeux

think about are very different from the structured ways in which they evaluate ethics of a particular research study. There are challenges there in terms of the content of how we actually do that.

[*Translation*]

**Senator Mégie:** I am less reassured now, but I thank you nevertheless for your answer.

[*English*]

**Senator Hartling:** Thank you very much for being here. This has been a really interesting conversation.

Thanks, Senator Cormier, for bringing up the question of values. I was thinking about that, and I thank you for the good work.

I am happy to see a young woman like you involved in talking about gender biases, diversity and things like that. The more young women involved in this, those things will be kept on the front burner.

My question is about going into the future and looking at social issues that might be involved in AI and robotics. Can you talk about what you see might be some of those issues that we could be expecting to learn about and be involved with?

**Ms. Moon:** There are so many.

**Senator Hartling:** Even a few.

**Ms. Moon:** I was here for the opening caucus discussion on a similar topic a few weeks ago, and one of the key issues that was discussed was jobs: How do we address the idea of robots replacing certain jobs? Are we developing those versus robots that assist people?

It is definitely a big challenge. For example, an ethics assessment should be able to actually bring that forward with a developer so we have a solution for it.

Another would be the guidelines documents that I have mentioned. There are many different aspects of guidelines documents that we should be talking about. The traditional idea of privacy does not seem adequate for robotics technologies. Looking at that particular aspect and developing guidelines would be another.

We're not necessarily talking about physical safety; we're talking about physical safety and some more when we talk about interactive robots. The way a particular robot can move and affect you and your behaviour are things that we're still figuring out as a research community — and also developing as products that we deploy into the world.

There are challenges of actually looking at how we balance the impact that we have on individual users as well as the social norms of how we treat robots as a consequence.

auxquels devront réfléchir les membres d'un comité seront très différents des façons structurées dont ils évaluent les considérations éthiques d'une étude particulière. En effet, il y a des défis liés au contenu et à la façon de procéder.

[*Français*]

**La sénatrice Mégie :** Cela me rassure un peu moins, mais je vous remercie tout de même de votre réponse.

[*Traduction*]

**La sénatrice Hartling :** Je vous remercie d'être ici aujourd'hui. Cette conversation est très intéressante.

J'aimerais remercier le sénateur Cormier d'avoir posé la question sur les valeurs. J'y réfléchissais justement, et je vous remercie de votre bon travail.

Je suis heureuse de voir qu'une jeune femme comme vous participe aux discussions sur les préjugés fondés sur le genre, sur la diversité, et cetera. Plus il y aura de jeunes femmes qui participeront à ces enjeux, plus ils seront à l'avant-plan.

Ma question concerne l'avenir et les problèmes sociaux qui pourraient être liés à l'IA et à la robotique. Pourriez-vous nous parler des enjeux que, selon vous, nous découvrirons et auxquels nous participerons?

**Mme Moon :** Il y en a tellement.

**La sénatrice Hartling :** Juste quelques-uns.

**Mme Moon :** Il y a quelques semaines, j'étais en ville pour la discussion d'ouverture du caucus sur un sujet similaire et le sujet de l'emploi était l'un des enjeux principaux qui ont fait l'objet d'une discussion. En effet, on se demandait comment aborder l'idée selon laquelle des robots remplaceront certains emplois. Mettons-nous au point ces robots plutôt que des robots qui aident les gens?

C'est certainement un gros défi. Par exemple, une évaluation éthique devrait être en mesure de soulever ce point avec un promoteur, afin que nous puissions trouver une solution.

Un autre point concerne les documents sur les lignes directrices que j'ai mentionnés. En effet, nous devrions parler de nombreux différents aspects de ces documents. Par exemple, la notion traditionnelle de la vie privée ne semble pas convenir aux technologies de robotique. Il faudrait donc examiner ce point particulier et élaborer d'autres lignes directrices.

Nous ne parlons pas nécessairement de la sécurité physique, mais nous parlons entre autres de la sécurité physique lorsqu'il est question des robots interactifs. La manière dont un certain robot peut se déplacer et influencer sur vous et votre comportement est encore un aspect que les chercheurs essaient de comprendre, et nous développons aussi des produits que nous déployons dans le monde.

Il est difficile d'en fait trouver la manière de concilier l'incidence que nous avons sur les divers utilisateurs et les normes sociales connexes relativement au traitement des robots.



**Senator Hartling:** Lots of things to think about.

In the field, is there a gender balance in terms of people studying robotics?

**Ms. Moon:** I would not say there is a gender balance in terms of the number of roboticists who are female or male. There are definitely fewer female roboticists out there. It would help to have a more equal balance.

**Senator Petitclerc:** Can you give me a concrete, almost step-by-step — you have the end product, the device. You have the designer and then you have the think-tank ethics people. I'm trying to understand. If a business produces a device, do they have to go through ethics, or is it only if they want to? Do they have to choose you? Do they have many options?

I'm thinking about a device that's going to be in the health system. Who regulates all of that? Even the ethical decisions may differ from one group to another. I'm trying to find out a bit about the story behind that. How is it happening now?

Also in your opinion, how do you think it should be organized, or who should oversee the ethics of the ethics?

**Ms. Moon:** To answer the first part of the question, we do not have a governing body that enforces a company to go through an ethics process, which is a problem. We're trying to provide a solution for that. Since we don't have that regulation in place, can we make ethics assessments more accessible so that companies desire them? It's more the case where they can choose to do so.

But even today, if a particular company chooses to have an ethics assessment, it's very hard for them to find a group of experts who are able to provide that service. We have a handful of individual experts with specific training in, for example, philosophy or engineering. That's why, as part of ORI, we're trying out a particular project in which we are developing a specific framework that is systematic enough that we can provide the ethics assessment for one particular company, and then we should be able to do that with another and another. If that is successful, then perhaps that's a framework we can actually make available and suggest to others to take on as well.

Right now, we do not have an assessment framework that everyone agrees on. Therefore, it is hard to enforce anybody to do so.

**Senator Petitclerc:** So is it the case that some devices being used right now by Canadians have not had ethical assessments? You are saying that could happen?

**Ms. Moon:** It is a possibility, yes.

**La sénatrice Hartling :** Vous soulevez de nombreux points qui donnent matière à réflexion.

Dans le milieu de la robotique, y a-t-il autant d'hommes que de femmes?

**Mme Moon :** Je ne dirais pas qu'il y a autant de roboticiennes que de roboticiens. Il ne fait aucun doute qu'il y a moins de roboticiennes. Il serait utile d'avoir un meilleur équilibre à ce sujet.

**La sénatrice Petitclerc :** Pouvez-vous me donner concrètement le processus étape par étape pour en arriver à un produit final, à l'appareil? Vous avez les concepteurs, puis vous avez un groupe de réflexion composé de spécialistes de l'éthique. J'essaie de comprendre. Si une entreprise crée un appareil, doit-elle le soumettre à un comité d'éthique ou le fait-elle seulement de manière volontaire? Doit-elle faire appel à vos services? De nombreuses options s'offrent-elles à cette entreprise?

Je pense à un appareil qui sera utilisé dans le système de santé. Qui est-ce qui régleme tout cela? Il est même possible que les décisions éthiques varient d'un groupe à l'autre. J'essaie de comprendre un peu l'histoire derrière tout cela. Comment cela se passe-t-il actuellement?

Par ailleurs, selon vous, cela devrait-il être organisé ou qui est-ce qui devrait superviser l'éthique de l'éthique?

**Mme Moon :** Pour ce qui est de la première partie de votre question, nous n'avons aucun organisme de réglementation qui force une entreprise à se soumettre à un processus d'éthique, ce qui est un problème, et nous essayons d'offrir une solution en la matière. Compte tenu de l'absence d'une telle réglementation, pouvons-nous rendre plus accessibles les évaluations éthiques pour les entreprises qui le souhaitent? C'est encore plus vrai lorsque les entreprises peuvent choisir de le faire.

Cependant, même aujourd'hui, si une entreprise choisit de se soumettre à une évaluation éthique, il lui est très difficile de trouver un groupe de spécialistes en mesure d'offrir un tel service. Nous en avons une poignée qui ont suivi des formations en philosophie ou en génie, par exemple. Voilà pourquoi à ORI nous essayons de monter un projet en vue d'élaborer un cadre précis et suffisamment systémique pour fournir une évaluation éthique à une entreprise donnée et d'ensuite être en mesure de le faire pour d'autres. Si cela fonctionne, nous pourrions en fait rendre ce cadre accessible aux autres et leur suggérer de le faire aussi.

Actuellement, nous n'avons pas un cadre d'évaluation qui fait l'unanimité. Par conséquent, il est difficile de forcer un autre à s'y soumettre.

**La sénatrice Petitclerc :** Donc, êtes-vous en train de dire que l'éthique de certains appareils actuellement utilisés par des Canadiens n'a pas fait l'objet d'évaluations? Êtes-vous en train de nous dire que c'est possible?

**Mme Moon :** C'est possible. Oui.

**Senator Petitclerc:** That's interesting. Is that a concern?

**Ms. Moon:** I would say it is, yes. The most dangerous scenario would be a particular company delivering a product for a positive goal but not knowing the ethical consequences related to that product.

**Senator Petitclerc:** Thank you.

**Senator Eggleton:** We've touched on the regulatory framework possibilities, ethnic committees, et cetera, and some of the social issues. It's also arguable that there should be a ban on the development of certain systems and technologies. Some artificial intelligence and autonomous system technologies are potentially so harmful to humans and humanity as a whole that perhaps they should never be developed, manufactured or put into use. It's perhaps similar to bans on things like human genetic manipulation, which is considered in some jurisdictions, or even the ban on land mines that came about through the result of the Ottawa treaty. It's an old technology, obviously, but I mention it because it's a case where a technology advanced so far in its manufacture and use before governments finally caught up and said this is not the thing to do. We're still trying to get rid of these land mines. Once they are in the ground, they are a danger to human life.

Should there be a ban, either in Canada or a universal ban, on certain systems and technologies? Maybe we should be leading the way like we did on land mines.

**The Chair:** As it relates to the health care system.

**Senator Eggleton:** Well, okay. I put it either way.

**The Chair:** If you can use a general example to give illustration, that's fine, but we're not delving into the entire world of issues.

**Ms. Moon:** I'm not sure about a complete ban. I'm thinking through it as I give you the answer.

Having a system that can manipulate your spending habits, for example, or your specific behaviours, especially for vulnerable populations, is a very dangerous route to go down. Imagine a care robot that is supposed to assist somebody at home for that person's independent living, but that robot also has marketing strategies to get this particular person to buy certain products. That would be an example of technologies that I would say we should definitely have a regulation for.

**La sénatrice Petitclerc :** C'est intéressant. Devons-nous nous en inquiéter?

**Mme Moon :** Je dirais que oui. Le pire scénario serait une entreprise qui commercialiserait un produit dans un but positif sans en connaître les conséquences sur le plan de l'éthique.

**La sénatrice Petitclerc :** Merci.

**Le sénateur Eggleton :** Nous avons parlé des possibilités concernant le cadre réglementaire, des comités ethniques, de certains enjeux sociaux, et cetera. Nous pouvons également soutenir que le développement de certains systèmes et de certaines technologies devrait être interdit. Certaines technologies liées à l'intelligence artificielle ou aux systèmes autonomes sont potentiellement si dommageables pour les humains et l'ensemble de l'humanité qu'elles ne devraient peut-être jamais être mises au point, fabriquées et utilisées. Nous pouvons dresser un certain parallèle avec les interdictions relatives aux manipulations génétiques sur les humains, qu'envisagent certains pays, ou même l'interdiction des mines antipersonnel qui a été rendue possible grâce au traité d'Ottawa. Il s'agit évidemment d'une vieille technologie, mais j'en parle parce qu'il s'agit d'un cas où la fabrication et l'utilisation d'une technologie ont pu se rendre très loin avant que les gouvernements finissent par rattraper leur retard et affirmer qu'il ne faut pas le faire. Nous essayons encore de nous débarrasser de ces mines antipersonnel. Lorsqu'elles sont enfouies dans le sol, elles sont un danger pour tout le monde.

Devrions-nous interdire au Canada ou partout dans le monde certains systèmes et certaines technologies? Nous devrions peut-être donner l'exemple en la matière comme nous l'avons fait dans le cas des mines antipersonnel.

**Le président :** En ce qui a trait au système de santé.

**Le sénateur Eggleton :** Eh bien, d'accord. Je pose ma question dans les deux sens.

**Le président :** Si vous pouvez utiliser un exemple général pour illustrer vos propos, c'est parfait, mais nous ne nous penchons pas sur l'ensemble des enjeux.

**Mme Moon :** Pour ce qui est d'une interdiction complète, je n'en suis pas certaine. J'essaie de réfléchir à la question en vous répondant.

La présence d'un système qui peut manipuler vos dépenses de consommation, par exemple, ou vos comportements, en particulier pour les populations vulnérables, est une idée très dangereuse. Prenons l'exemple d'un robot qui prodigue des soins et qui est censé aider une personne pour assurer son maintien à domicile, mais ce robot a également des stratégies de commercialisation en vue d'inciter cette personne à acheter certains produits. Voilà un exemple de technologies que je crois que nous devrions absolument réglementer.

**Senator Eggleton:** If a machine was coercive and psychologically manipulative of a person, you would see that as something that should be banned or controlled?

**Ms. Moon:** With qualifications. Having a robot in a physical room itself can affect you in many different ways. It's hard for us to have absence of psychological impact from a robot, but a specific type that aims to manipulate that particular end user, especially a vulnerable population, would be an example of a dangerous technology.

**Senator Eggleton:** You don't know of anything offhand that you think is something we need to pay attention to, particularly in the health care field?

**The Chair:** I think she gave the example of the device with an intention has an additional feature to it that attempts to manipulate people in a certain direction.

**Senator Eggleton:** I'm just looking for a little more detail.

**The Chair:** You can go to a doctor's office these days, and as you're sitting there waiting interminably for your chance to get in, you are besieged with a tremendous amount of electronic and visual effort to get you to follow certain eye products, glasses and a whole range of things. I would assume that you will differentiate between a public place and normal advertising to something that is in a situation where it actually has some control over an individual.

**Ms. Moon:** If I can help with a more extreme example, we have robotics technologies that are being explored with brain computer interaction or technologies that can read your brain waves. A very invasive type of that technology will interface with your brain in a very physical way. A system that would be also dangerous and perhaps a little more detailed would actually write to your brain instead of just reading from it. Coupled with a robotics system, that would be very dangerous.

**Senator Eggleton:** That's a good example. Thank you.

**Senator Unger:** To your last point, can a device have an agenda where it can influence the brain? If a senior has a robot in their home, could the robot be programmed for an end-of-life period? That would that be a dangerous or bad technology, obviously.

As well, where does Canada rank globally on these technologies?

**Ms. Moon:** Your first question was whether using robotic systems as part of end-of-life support would be a dangerous technology?

**Senator Unger:** Yes.

**Le sénateur Eggleton :** Si une machine exerçait une pression sur une personne ou la manipulait psychologiquement, considérez-vous cela comme une technologie que nous devrions interdire ou réglementer?

**Mme Moon :** Avec certaines réserves. La présence physique d'un robot dans une pièce peut avoir de bien des manières différentes des répercussions sur vous. Il nous est difficile d'éviter qu'un robot ait un effet psychologique sur les utilisateurs, mais un type de robots qui vise à manipuler les utilisateurs finaux, en particulier les populations vulnérables, serait un exemple d'une technologie dangereuse.

**Le sénateur Eggleton :** Avez-vous une technologie en tête à laquelle nous devrions prêter attention, en particulier dans le domaine de la santé?

**Le président :** Je crois qu'elle nous a donné l'exemple d'un appareil qui est intentionnellement doté d'une fonction additionnelle visant à essayer de manipuler des utilisateurs et de les orienter dans une certaine direction.

**Le sénateur Eggleton :** J'essaie seulement d'avoir un peu plus de détails.

**Le président :** Lorsque vous allez chez le médecin et que vous attendez une éternité pour avoir la chance d'être vu, vous êtes bombardés de messages électroniques et d'images pour vous encourager à utiliser certains produits pour les yeux, des lunettes, et cetera. Je présume que vous ferez la différence entre un endroit public et une publicité normale et une situation où un certain contrôle est exercé sur une personne.

**Mme Moon :** Si vous me permettez de vous donner un exemple extrême, nous explorons certaines technologies en robotique en ce qui concerne l'interaction cerveau-machine ou des technologies qui peuvent traduire les ondes cérébrales. Une version très invasive de ces technologies se connectera physiquement à votre cerveau. Un système un peu plus poussé pourrait en fait envoyer de l'information à votre cerveau au lieu d'uniquement le lire, et c'est également dangereux. Si nous combinons cela au système robotique, ce serait très dangereux.

**Le sénateur Eggleton :** C'est un bon exemple. Merci.

**La sénatrice Unger :** En ce qui concerne votre dernier point, un appareil peut-il avoir un programme qui peut influencer sur le cerveau? Si une personne âgée a un robot à la maison, ce robot pourrait-il être programmé en fonction de la fin de vie de cet utilisateur? Ce serait évidemment une technologie dangereuse ou inappropriée.

J'aimerais également savoir si le Canada fait bonne figure dans le monde par rapport à ces technologies.

**Mme Moon :** Je crois que votre première question visait à savoir si l'utilisation de systèmes robotiques dans le cadre du soutien en fin de vie serait une technologie dangereuse.

**La sénatrice Unger :** Oui.

**Ms. Moon:** Potentially. A stark example of that was given by an art piece from MIT. It's a robot that keeps you company as you're dying. It was again more of a scenario-based art work, but it would actually pet your arm as you're dying and say, "You've lived a good life." Are we as a society comfortable with leaving that very special moment of your life with a robot? That's a value-based question we should discuss as a society rather than a design decision of whether this would be a more effective way to help a person die.

Sorry, I missed the second question.

**Senator Unger:** Where does Canada rank globally in these studies?

**Ms. Moon:** I'm not quite sure of the quantitative ranking of robotics in general. I do believe that in terms of machine learning or AI technology, especially deep learning, Canada has done very well in leading that particular space because of the specific researchers we have here.

**Senator Dean:** On the example of the robot stroking my arm, it probably depends on how long I've known the robot, but it's a very good point.

I want to return to ethics and governance because a number of us have come at this in different ways, at different levels, and I think we're having trouble pinning it down because of its nebulous nature.

You helped us earlier in talking about a values-driven approach and that if we look at our values as a society and use a values-driven approach as they apply to particular sectors or technologies, we may be able to find common denominators, common questions that arise across the piece and start there. I think that's a very sensible approach. It scales it. It makes it look possible, so I think that's terrific.

I still think that's probably one element in something that is likely multifaceted. I'm concluding from our discussion today and previous discussions that we are probably going to end up with a patchwork. Hopefully, though, it's a patchwork by design rather than by default.

In my mind, my map of the patchwork is that there may be some things, as Senator Eggleton says, that we just take off the table, even in the context of the medical world, the medical profession. You're thinking about elevating core values, and those issues are important. ORI is working internationally with IEEE. That's obviously important.

As I expected, there are company-based approaches to this, some of which are likely virtuous, where we're proactively seeking the advice of ethicists, and some likely where there are proactive avoiders who are looking for the bottom line and the pure

**Mme Moon :** Possiblement. Un exemple frappant de cette idée est illustré par une œuvre d'art du MIT. Il s'agit d'un robot qui vous tient compagnie lorsque vous êtes sur le point de mourir. Cela se voulait une œuvre qui se fondait sur un scénario, mais le robot vous caresserait le bras lorsque vous êtes sur le point de mourir et vous dirait que vous avez eu une bonne vie. En tant que société, sommes-nous prêts à laisser un robot s'occuper de ce moment très spécial d'une vie? Cette question se fonde sur des valeurs, et la société devrait en débattre; il ne s'agit pas vraiment d'une décision technique, à savoir si c'est la manière la plus efficace d'aider une personne à mourir.

Je m'excuse, mais j'ai oublié la deuxième question.

**La sénatrice Unger :** Le Canada fait-il bonne figure dans le monde dans ce domaine?

**Mme Moon :** Je ne suis pas certaine du classement quantitatif dans le milieu de la robotique en général. Par contre, en ce qui concerne l'apprentissage-machine ou l'intelligence artificielle, en particulier l'apprentissage en profondeur, je crois que le Canada fait très bonne figure et est un chef de file dans ce domaine grâce aux chercheurs canadiens spécialisés.

**Le sénateur Dean :** Au sujet de votre exemple d'un robot qui me caresserait le bras, cela dépendrait probablement depuis quand je connais le robot, mais c'est un très bon point.

J'aimerais revenir à la question de l'éthique et de la gouvernance, parce que bon nombre d'entre nous l'ont abordée de diverses manières, et je crois que nous avons de la difficulté à bien saisir le tout en raison de sa nature nébuleuse.

Vous nous avez aidés plus tôt en parlant d'une démarche axée sur les valeurs; vous avez dit que, si nous tenons compte de nos valeurs en tant que société et que nous utilisons une démarche axée sur les valeurs en ce qui a trait à certains secteurs ou à certaines technologies, nous pourrions trouver des dénominateurs communs et des questions communes à l'ensemble et partir de là. À mon avis, c'est une démarche très raisonnable. Cela permet d'y aller progressivement; cela donne l'impression que c'est possible. Bref, je crois que c'est formidable.

Je crois toujours qu'il s'agit probablement d'un élément d'un tout qui en comporte probablement plusieurs. Nos discussions d'aujourd'hui et nos précédentes discussions me permettent de conclure que nous aboutirons probablement à un ensemble disparate. Avec un peu de chance, ce sera par choix plutôt que par défaut.

En ce qui a trait au plan en la matière, comme le sénateur Eggleton l'a mentionné, je me dis que nous devons laisser tomber certains éléments, même dans le domaine médical ou la profession médicale. Vous voulez renforcer les valeurs fondamentales, et ces enjeux sont importants. ORI collabore sur la scène internationale avec l'IEEE, et c'est évidemment important.

Comme je m'y attendais, les entreprises ont adopté leurs propres démarches à cet égard. Certaines entreprises ont probablement de bonnes intentions et cherchent à obtenir de manière proactive les avis d'éthiciens, alors que d'autres

economic value proposition. Government will have a role here in some respects in legislation and regulation, as well as medical associations and professional associations in the medical world.

Is there anything else missing from that emerging map that we could put on the radar screen? First of all, do you think I have gotten those things right? Secondly, are there other pieces on the margins that will appear on the radar screen as part of that constellation of approaches to ethical questions?

**Ms. Moon:** Thank you for the summary of many different approaches.

There are already certain applications that have a lot of momentum in developing regulations, so they are much more of a top-down approach. Self-driving vehicles, for example, is one such industry where licensing test vehicles has already happened. I think we will continue to see these application-specific regulations that will have to be governed at a larger scale if we can manage to do so, having a layer of oversight.

But I think a combination of the top-down and a little bit of the bottom-up is absolutely essential, because for a start-up that is actually trying to get a working robot, as part of their design exercises they may come across the issue of privacy and it may surprise them: “Oh, I need to care about privacy now. What do I do about that?” There’s not much out there to address those concerns for them.

If we can talk about ways to produce content that is easily accessible and if that type of work is something that the Canadian government takes a leadership role on as we shape the innovation agenda in AI and robotics, I think that will be very helpful going forward.

**Senator Dean:** Thank you.

**Senator McIntyre:** As Senator Dean has indicated, we’ve all approached this issue from a different angle. I’m looking at it from a different angle as well. My question has to do with the use of a different ethics lens. Let me explain.

As I understand the new technologies — robotics, AI, 3-D printing — they’re not only used in health care but in other sectors such as transportation, security, manufacturing and many others. In your opinion, should the use of these new technologies in health and health care be viewed through a different ethics lens than other industries? If not, why not?

entreprises l’évitent de manière proactive et se concentrent sur les résultats et la proposition de valeur purement économique. Le gouvernement aura un rôle à jouer à certains égards en vue d’encadrer le tout dans les lois et les règlements, et les associations médicales et de professionnels auront également un rôle à jouer dans le milieu.

Y a-t-il quelque chose d’autre que j’ai oublié concernant ce plan en devenir et que nous devrions épinglez sur nos écrans radars? Premièrement, croyez-vous que j’ai raison par rapport à tous ces aspects? Deuxièmement, y a-t-il d’autres éléments en marge que nous verrons apparaître sur nos écrans radars en ce qui concerne la panoplie d’approches relatives aux questions éthiques?

**Mme Moon :** Merci d’avoir résumé bon nombre d’approches différentes.

Il y a déjà certaines utilisations pour lesquelles l’adoption de règlements a vraiment le vent dans les voiles. Ce sont donc vraiment davantage des approches descendantes. Par exemple, les véhicules autonomes sont une industrie où des permis pour mettre à l’essai des véhicules ont déjà été délivrés. Je crois que nous continuerons de voir des règlements être adoptés pour des utilisations précises que nous devons gérer à plus grande échelle, si nous pouvons y arriver, en vue d’assurer une certaine surveillance.

Toutefois, je crois que des approches descendantes et des approches ascendantes, dans une certaine mesure, sont absolument essentielles, parce qu’une entreprise en démarrage qui essaie de concevoir un robot fonctionnel sera peut-être confrontée à la question de la protection des renseignements personnels dans le cadre de ses exercices de conception, et cela la prendra peut-être par surprise : « Oh, je dois maintenant me soucier de la protection des renseignements personnels. Que dois-je faire à ce propos? » Il y a peu d’informations disponibles pour l’aider à répondre à ses questions.

Si nous pouvons discuter des manières de produire du contenu qui est facilement accessible et si le gouvernement canadien souhaite jouer un rôle de premier plan à cet égard pendant que nous établissons le programme d’innovation en ce qui concerne l’intelligence artificielle et la robotique, je crois que ce serait très utile pour la suite des choses.

**Le sénateur Dean :** Merci.

**Le sénateur McIntyre :** Comme le sénateur Dean l’a mentionné, nous avons tous abordé la question d’un point de vue différent, et c’est aussi ce que je fais. Ma question porte sur l’utilisation d’une autre éthique. Permettez-moi de vous l’expliquer.

Selon ce que je comprends des nouvelles technologies, soit la robotique, l’intelligence artificielle et l’impression 3D, elles ne sont pas utilisées qu’en santé. Elles le sont également dans d’autres secteurs, comme les transports, la sécurité, le secteur manufacturier, et cetera. Selon vous, l’utilisation de ces technologies dans le domaine de la santé devrait-elle être perçue selon une éthique autre que celle qui s’applique à ces autres industries? Dans la négative, pourquoi pas?

**Ms. Moon:** I think a merger of the different approaches would be necessary. For example, a self-driving vehicle could actually be one of the most frequently used assistive devices for the senior population. Should we be looking at the ethics of self-driving vehicles from the health care ethics lens? I think there will inherently be a merger of how a senior should approach this or how we should be thinking about self-driving vehicles being used for the senior population and the Transport Canada perspective of the ethics issues of self-driving vehicles. I think both elements have to come into play.

**The Chair:** Thank you very much. I think this has been very interesting. Obviously we're looking down the road some distance, and one of the things we know from past experience is it's important to learn from the reality that we deal with in looking at the evolution of these issues.

As Senator Eggleton used a biotechnology example, I think we can learn a great deal from how the biotechnology research community and application community dealt with the issue. We faced the very same issues back then, and it was the scientific community itself that came together and developed how the technologies should be used. Indeed, governments around the world adopted the recommendations that came out primarily of that initial consultation and are still in play today in terms of the manipulation of genetics, particularly on living systems as well as the containment of research on it. Even though robotics is a slightly different containable entity, the concepts, in my mind, are not all that different. I think you've caused us to think in a larger dynamic today with regard to those issues.

I was tempted to come back and use your example of the robot supplying alcohol to a patient for which it's forbidden, but the reality is we can't do that now. They may get to the point where independent robots are able to take things off the shelves by their own thinking and do that sort of thing. We can control those kinds of things very well at this point, but there will come a time where even those kinds of issues become part of the decision about what should be allowed to roam freely in society.

This has been a very healthy discussion. I thank you very much for it.

(The committee adjourned.)

**Mme Moon :** Je crois qu'une fusion des diverses approches serait nécessaire. Par exemple, un véhicule autonome pourrait en fait devenir l'un des appareils fonctionnels les plus utilisés par les personnes âgées. Devrions-nous nous pencher sur l'éthique des véhicules autonomes du point de vue des soins de santé? Je crois qu'il y aura essentiellement une fusion concernant la manière dont les personnes âgées devraient aborder la question, la façon dont nous devrions penser aux véhicules autonomes utilisés pour les personnes âgées et le point de vue de Transports Canada concernant les questions éthiques que posent les véhicules autonomes. Je crois que nous devons tenir compte des deux éléments.

**Le président :** Merci beaucoup. Je crois que nous avons eu des discussions très intéressantes. Nous avons évidemment un regard tourné loin vers l'avenir, et l'expérience nous a notamment appris qu'il est important d'étudier la réalité lorsque nous nous penchons sur l'évolution de ces enjeux.

Le sénateur Eggleton a utilisé un exemple lié à la biotechnologie, et je crois que nous pouvons en apprendre beaucoup de la manière dont le milieu de la recherche en biotechnologie et le milieu des utilisations ont géré la question. Nous avons été aux prises avec les mêmes problèmes à l'époque, et la communauté scientifique a collaboré pour déterminer comment nous devrions utiliser ces technologies. Les gouvernements partout dans le monde ont en fait adopté les recommandations qui sont principalement ressorties de ces consultations initiales et qui sont encore valides aujourd'hui en ce qui concerne la manipulation génétique, en particulier sur des systèmes vivants, ainsi que le contrôle des recherches en la matière. Même si la robotique est un aspect légèrement différent à encadrer, je crois que les concepts ne sont pas du tout différents. Je suis d'avis que vous nous avez forcés aujourd'hui à examiner ces enjeux d'un point de vue plus vaste.

J'ai été tenté de reprendre votre exemple du robot qui donne de l'alcool à un patient qui ne doit pas en consommer, mais ce n'est pas possible pour l'instant. Des robots indépendants pourront un jour aller chercher de leur propre chef un objet sur les tablettes et faire une telle chose. Nous pouvons contrôler de tels agissements jusqu'à présent, mais nous devons un jour tenir compte de ces enjeux au moment de déterminer ce que nous devrions laisser circuler librement dans la société.

Nous avons eu des discussions très fructueuses. Je vous en remercie énormément.

(La séance est levée.)



WITNESSES

**Wednesday, May 3, 2017**

*Montreal Institute for Learning Algorithms:*

Yoshua Bengio, Director, Professor, University of Montreal.

*As an individual:*

Martin Ferguson-Pell, Professor, University of Alberta.

**Thursday, May 4, 2017**

*Open Roboethics Institute:*

AJung Moon, Founder.

TÉMOINS

**Le mercredi 3 mai 2017**

*Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal :*

Yoshua Bengio, directeur, professeur titulaire, Université de Montréal.

*À titre personnel :*

Martin Ferguson-Pell, professeur, Université d'Alberta.

**Le jeudi 4 mai 2017**

*Open Roboethics Institute :*

AJung Moon, fondatrice.