

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, February 8, 2017
Thursday, February 9, 2017

Issue No. 15

Third and fourth 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 8 février 2017
Le jeudi 9 février 2017

Fascicule n° 15

Troisième et quatrième 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:

* Carignan, P.C. (or Martin)	Merchant Meredith
Cormier	Neufeld
Galvez	Petitclerc
* Harder, P.C. (or Bellemare)	Raine Seidman
Hartling	Stewart Olsen
Jaffer	Unger
Mégie	

*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 Galvez replaced the Honourable Senator Dean (*February 9, 2017*).

The Honourable Senator Unger replaced the Honourable Senator MacDonald (*February 9, 2017*).

The Honourable Senator Dean replaced the Honourable Senator Galvez (*February 8, 2017*).

The Honourable Senator Galvez replaced the Honourable Senator Dean (*February 8, 2017*).

The Honourable Senator MacDonald replaced the Honourable Senator Frum (*February 7, 2017*).

The Honourable Senator Frum replaced the Honourable Senator Poirier (*February 3, 2017*).

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

Président : L'honorable Kelvin Kenneth Ogilvie

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

et

Les honorables sénateurs :

* Carignan, C.P. (ou Martin)	Merchant Meredith
Cormier	Neufeld
Galvez	Petitclerc
* Harder, C.P. (ou Bellemare)	Raine Seidman
Hartling	Stewart Olsen
Jaffer	Unger
Mégie	

* 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 sénatrice Galvez a remplacé l'honorable sénateur Dean (*le 9 février 2017*).

L'honorable sénatrice Unger a remplacé l'honorable sénateur MacDonald (*le 9 février 2017*).

L'honorable sénateur Dean a remplacé l'honorable sénatrice Galvez (*le 8 février 2017*).

L'honorable sénatrice Galvez a remplacé l'honorable sénateur Dean (*le 8 février 2017*).

L'honorable sénateur MacDonald a remplacé l'honorable sénatrice Frum (*le 7 février 2017*).

L'honorable sénatrice Frum a remplacé l'honorable sénatrice Poirier (*le 3 février 2017*).

MINUTES OF PROCEEDINGS

OTTAWA, Wednesday, February 8, 2017
(34)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 4:16 p.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., MacDonald, Mégie, Merchant, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman and Stewart Olsen (11).

In attendance: Sonya Norris, Analyst, Parliamentary Information and Research Services, Library of Parliament; Mireille LaForge, Procedural Clerk, Senate Committees Directorate.

Also present: The official reporters of the Senate.

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

WITNESSES:

As individuals:

Dr. Garnette Sutherland, Professor of Neurosurgery, University of Calgary;

Goldie Nejat, Director of the Institute for Robotics and Mechatronics, Canada Research Chair in Robots for Society.

The chair made a statement.

Ms. Nejat and Dr. Sutherland each made a statement and answered questions.

At 6:03 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

ATTEST:

OTTAWA, Thursday, February 9, 2017
(35)

[*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, Eggleton, P.C., Galvez, Mégie, Merchant, Meredith, Neufeld, Ogilvie, Raine, Seidman, Stewart Olsen and Unger (12).

PROCÈS-VERBAUX

OTTAWA, le mercredi 8 février 2017
(34)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 16 h 16, 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., MacDonald, Mégie, Merchant, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman et Stewart Olsen (11).

Également présentes : Sonya Norris, analyste, Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement; Mireille LaForge, greffière à la procédure, Direction des comités du Sénat.

Aussi présents : Les sténographes officiels du Sénat.

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

TÉMOINS :

À titre personnel :

Dr Garnette Sutherland, professeur de neurochirurgie, Université de Calgary;

Goldie Nejat, directrice de l'Institut de robotique et de mécatronique, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les robots dans la société.

Le président prend la parole.

Mme Nejat et Dr Sutherland font chacun une déclaration et répondent aux questions.

À 18 h 3, le comité s'ajourne jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

ATTESTÉ :

OTTAWA, le jeudi 9 février 2017
(35)

[*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, Eggleton, C.P., Galvez, Mégie, Merchant, Meredith, Neufeld, Ogilvie, Raine, Seidman, Stewart Olsen et Unger (12).

In attendance: Sonya Norris, Analyst, Parliamentary Information and Research Services, Library of Parliament; Mireille LaForge, Procedural Clerk, Senate Committees Directorate.

Also present: The official reporters of the Senate.

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

WITNESSES:

As individuals:

Joelle Pineau, Associate Professor, Centre for Intelligent Machines, McGill University;

Daniel L. Silver, Professor, Director, Acadia Institute for Data Analytics, Acadia University.

The chair made a statement.

Ms. Pineau and Mr. Silver each made a statement and answered questions.

At 12:20 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

ATTEST:

Également présentes : Sonya Norris, analyste, Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement; Mireille LaForge, greffière à la procédure, Direction des comités du Sénat.

Aussi présents : Les sténographes officiels du Sénat

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

TÉMOINS :

À titre personnel :

Joelle Pineau, professeure agrégée, Centre des machines intelligentes, Université McGill;

Daniel L. Silver, professeur, directeur, Acadia Institute of Data Analytics, Université Acadia.

Le président prend la parole.

Mme Pineau et M. Silver font chacun une déclaration et répondent aux questions.

À 12 h 20, le comité s'ajourne jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

ATTESTÉ :

La greffière du comité,

Shaila Anwar

Clerk of the Committee

EVIDENCE

OTTAWA, Wednesday, February 8, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 4:16 p.m., to continue its study on the role of robotics, 3D printing and artificial intelligence in the health care system.

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

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

[*English*]

I'm Kelvin Ogilvie, a senator from Nova Scotia and chair of the committee. I will start by asking my colleagues to introduce themselves.

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

Senator Merchant: Pana Merchant from Saskatchewan.

Senator Dean: Tony Dean, Ontario.

Senator Raine: Nancy Greene Raine, senator for British Columbia.

Senator Stewart Olsen: I am Carolyn Stewart Olsen from New Brunswick.

Senator Seidman: Judith Seidman from Montreal, Quebec.

The Chair: I will 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 looking forward. This is meeting three of this particular study. We began our study last week, and our program began on February 1.

Today we will hear about some research being carried out in robotics at the University of Toronto and the University of Calgary. I am delighted to welcome our witnesses today. I will call them in the order they are listed on my list.

First, I will invite Dr. Goldie Nejat, Director of the Institute for Robotics and Mechatronics and Canada Research Chair in Robots for Society.

Goldie Nejat, Director of the Institute for Robotics and Mechatronics, Canada Research Chair in Robots for Society, University of Toronto, as an individual: Mr. Chair and members of the committee, thank you for inviting me here today.

My expertise in robotics research and development spans almost two decades now. I will speak a bit about the focus of our research, as well as other robotics applications in health care.

TÉMOIGNAGES

OTTAWA, le mercredi 8 février 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 16 h 16, afin de poursuivre son étude sur le rôle de l'automatisation dans le système de santé, notamment de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression 3D.

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

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

[*Traduction*]

Je suis Kelvin Ogilvie, sénateur de la Nouvelle-Écosse et président du comité. Je vais commencer par demander à mes collègues de se présenter.

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

La sénatrice Merchant : Pana Merchant, de la Saskatchewan.

Le sénateur Dean : Tony Dean, Ontario.

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

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

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

Le président : Je vous rappelle que nous poursuivons notre étude sur le rôle de venir de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé. Nous tenons la troisième réunion de notre étude à ce sujet. Nous avons entamé cette étude la semaine dernière, et notre programme a débuté le 1^{er} février.

Nous entendrons parler aujourd'hui de recherche menée dans le domaine de la robotique à l'Université de Toronto et à l'Université de Calgary. J'ai le grand plaisir d'accueillir nos témoins. Je les inviterai à parler dans l'ordre de la liste que j'ai ici.

J'invite d'abord Mme Goldie Nejat, directrice de l'Institut de robotique et de mécatronique, titulaire de Chaire de recherche du Canada sur les robots dans la société.

Goldie Nejat, directrice de l'Institut de robotique et de mécatronique, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les robots dans la société, Université de Toronto, à titre personnel : Monsieur le président et membres du comité, je vous remercie de m'avoir invitée à témoigner aujourd'hui.

Je me spécialise en recherche et développement de la robotique depuis près de 20 ans. Je vais vous parler un peu des objectifs de notre recherche ainsi que ceux d'autres applications robotiques utilisées en soins de santé.

I am an associate professor at the University of Toronto, and we have this institute for robotics and mechatronics. The aim of the institute is to bring together world renowned researchers at the university to engage in collaborative research projects, as well as maximize the impact of transformative technologies in the development of robotics. We also have educational programs for undergraduate and graduate students to enrich their robotics learning experience.

It is undoubtedly great news that Canadians are living longer due to our advances in health care. To help both the aging population as well as all Canadians, we need to address two important health care issues. The first is the significant increase in the number of people that need care and the second the existing shortage of health human resources in our hospitals and care facilities.

To address these issues, we need to investigate what technology can help with, and a key technology is robotics, which can be used to meet the current demands placed on our health care system. They can aid in addressing socio-economic issues, such as an aging population, the shortage of care workers, the increased cost of health care, as well as the burden of care on health care workers. In addition, there has been this move toward providing person-centred care, which robots can help with as well. They will significantly impact quality of care and help with reducing the stress and fatigue of caregivers. In addition to the obvious benefits to patients and their families, a 2016 report estimated that the global geriatric care sector would be \$850 billion by 2019. The health care robotics market will be \$11.5 billion by 2020, and we are just getting started in robotics.

Today, health care robots are becoming common technology in our hospitals, our care facilities as well as our homes. They are positively transforming the global health care system. In particular, assistive robotics is being developed. These robots are focusing on improving the quality of life of individuals suffering from both physical as well as cognitive impairments. We can also design these robots to assist with individuals who have social impairments as well. Assistive robots can directly support and help people to accomplish or complete activities of daily living and everyday tasks. These robots will also support caregivers by helping alleviate the burden of care: the time, and physical and even emotional burdens that both informal and formal caregivers face. This includes reducing caregiver workload and minimizing the strenuous, repetitive and high-intensity tasks and therapies that caregivers provide. These robots will directly meet the demand for services and mitigate the overall rising costs of health care. Such robots will also allow us to expand health care to different settings, in particular, remote areas in Canada, which is another way to relieve the current burden.

Je suis professeure agrégée à l'Université de Toronto, et nous avons fondé l'Institut de robotique et de mécatronique. L'institut invite à l'université des chercheurs de réputation mondiale pour qu'ils collaborent à des projets de recherche. Il vise aussi à utiliser le plus efficacement possible les technologies transformatrices pour le développement de la robotique. Nous offrons également des programmes d'enseignement de premier et de deuxième cycle aux étudiants qui désirent enrichir leurs connaissances en robotique.

Il est merveilleux que les Canadiens vivent plus longtemps grâce aux progrès qu'a faits notre pays dans le domaine de la santé. Pour aider la population vieillissante et le reste des Canadiens, il faut que nous abordions deux problèmes de taille. Le premier est l'augmentation considérable du nombre de gens qui ont besoin de soins, et le deuxième est le manque actuel de ressources humaines dans nos hôpitaux et dans nos établissements de soins de santé.

Il est donc nécessaire de trouver des technologies qui pourront nous aider. La robotique est cruciale, car elle nous permet de répondre aux besoins de notre système de soins de santé. Cette technologie peut apporter des solutions aux problèmes socioéconomiques comme le vieillissement de la population, le manque de travailleurs de la santé, l'augmentation des coûts des soins de santé ainsi que la surcharge de travail des fournisseurs de soins. En outre, le domaine de la santé a récemment fait un virage vers les soins axés sur les personnes, auxquels les robots peuvent aussi apporter leur contribution. Les robots augmenteront considérablement la qualité des soins et réduiront le stress et la fatigue des soignants. Outre les avantages évidents qu'ils apporteront aux patients et à leurs familles, ils réduiront les coûts du secteur gériatrique qui, selon un rapport publié en 2016, s'élèveront à 850 milliards de dollars d'ici à 2019. D'ici à 2020, le marché de la robotique en soins de santé vaudra 11,5 milliards de dollars... et elle n'en est qu'à ses premiers pas.

À l'heure actuelle, nous utilisons couramment les robots dans nos hôpitaux, dans nos établissements de santé et dans nos maisons. Ils transforment indéniablement le système de santé mondial. La robotique d'assistance s'est particulièrement bien développée. Ces robots améliorent la qualité de vie des personnes qui vivent avec un handicap physique ou cognitif. Nous élaborons aussi des robots qui aident les gens handicapés socialement. Les robots d'assistance aident directement ces personnes à accomplir des tâches de la vie quotidienne. Ils aideront aussi les soignants naturels en réduisant leur charge de travail. Ils allégeront les fardeaux physiques et même émotionnels des soignants professionnels et naturels et leur feront gagner du temps. Ils réduiront la charge de travail des soignants ainsi que les tâches et les thérapies épuisantes, répétitives et profondément intenses qu'ils doivent effectuer. Ces robots répondront directement à la demande de services et réduiront les coûts croissants des soins de santé. Ils nous permettront aussi de fournir des soins de santé à divers endroits, notamment dans les régions éloignées du Canada. Ils contribueront ainsi à alléger cet aspect du fardeau de notre système de santé.

We have already seen a number of successful applications of robotics in health care. One example is the autonomous transportation and delivery robots that deliver materials and supplies to improve productivity of hospital logistic tasks. These robots are mobile platforms that move around the environment and constantly deliver medication, linens, meals and instrumentation. The important part is that they work in the hospital environment with people, and they help optimize the staff's daily tasks. This way, the robots take care of the delivery, and the staff can take care of the patient care tasks. A good example of this is the TUG robots that have been integrated into the University of California San Francisco's Mission Bay Hospital.

Another application of promise for Canadians is telepresence robots. Telepresence robots allow doctors and nurses to remotely monitor their patients. For example, a doctor in a hospital in Toronto can remotely monitor her patient in a hospital in Winnipeg. Telepresence addresses a great need, which is providing the ability of doctors to be able to monitor patients in rural areas as well. These robots expand doctors', nurses' and specialists' access while optimizing their time to allow them to meet with more patients. Such robots are already being used in intensive care units as well as emergency rooms in the U.S. A great example here in Canada is in the First Nations community of Pelican Narrows, which is using the telepresence robot Rosie to connect patients in a remote clinic with other caregivers or doctors who are hours away. Another benefit of these telepresence robots is to connect patients with their family members and friends. This will help to minimize depression and social isolation.

A cost analysis by the U.S. Department of Veterans Affairs determined that the introduction of robot-guided therapies, especially for physical therapies in their rehabilitation hospitals, led to a 33 per cent decrease in health care costs just in nine months, with fewer outpatient visits as well as re-admissions.

Moving from hospital care, home care is also an important application, as it is often less expensive than hospital care. Robots can be used effectively in home care because they can provide care at a much larger scale. Assistive robots for the home can help individuals with activities of daily living to promote aging in place and independence, as well as engagement in leisure activities to provide cognitive and social stimulation.

The socially assistive robots that my team and I have been focusing on developing in the past decade or so are being designed to assist older adults to improve their quality of life and standard of care. Among this demographic, we focus as well on individuals who are suffering from cognitive impairments and dementia due to, for example, Alzheimer's disease and stroke. Our robots are being developed to be integrated into private homes, long-term

Le domaine de la santé compte déjà plusieurs applications très efficaces de la robotique. Citons par exemple les robots de transport et de livraison autonomes qui livrent du matériel et des fournitures afin d'améliorer la productivité des services de logistique dans les hôpitaux. Il s'agit de plateformes mobiles qui se déplacent continuellement dans les locaux de l'hôpital pour apporter des médicaments, des draps de lit, des repas et des instruments. Leur plus grand avantage est qu'elles effectuent ce travail dans les hôpitaux avec des gens; elles aident le personnel à accomplir ses tâches quotidiennes. Les robots s'occupent de la livraison, et le personnel peut se concentrer sur les soins aux patients. Les robots TUG que l'Université de Californie a installés à l'hôpital Mission Bay de San Francisco en sont un excellent exemple.

Les robots de téléprésence sont eux aussi très prometteurs. Ils permettent aux médecins et aux infirmières de surveiller leurs patients à distance. Par exemple, depuis l'hôpital de Toronto où il se trouve, un médecin peut surveiller un patient dans un hôpital de Winnipeg. La téléprésence répond à un besoin important, celui de permettre aux médecins de surveiller leurs patients situés dans des régions rurales. Ces robots ouvrent l'accès aux soins des médecins, des infirmières et des spécialistes en optimisant leurs horaires, ce qui leur permet de voir un plus grand nombre de patients. On les utilise déjà aux États-Unis dans les unités de soins intensifs et aux services des urgences. Au Canada, la communauté autochtone de Pelican Narrows utilise le robot de téléprésence Rosie pour relier les patients d'une clinique éloignée à des fournisseurs de soins et à des médecins qui se trouvent à des heures de là. Ces robots de téléprésence ont aussi l'avantage de relier les patients aux membres de leur famille et à leurs amis, ce qui contribue à réduire l'incidence de la dépression et de l'isolement social.

Les résultats d'une analyse des coûts menée par le département américain des Anciens combattants indiquent que depuis que les hôpitaux de réadaptation appliquent des thérapies dirigées par des robots — surtout des thérapies physiques —, les coûts des soins de santé ont diminué de 33 p. 100 en neuf mois seulement. Le nombre des visites aux cliniques externes et de réadmissions à l'hôpital a aussi décliné.

La robotique avantage aussi beaucoup les soins à domicile, qui coûtent souvent moins cher que les soins hospitaliers. Son application à domicile est très efficace parce qu'elle s'étend sur plusieurs domaines. En effet, les robots peuvent aider les personnes âgées à accomplir leurs tâches quotidiennes afin de leur laisser plus de temps pour se livrer à des activités de loisir qui les stimulent intellectuellement et socialement.

Au cours de ces 10 dernières années, mon équipe s'est concentrée sur l'élaboration de robots d'assistance sociale afin d'améliorer la qualité de vie et le niveau de soins des personnes âgées. Nous nous penchons aussi sur les services aux personnes de cette population qui sont atteintes de handicaps cognitifs et de démence causés par exemple par la maladie d'Alzheimer ou par un AVC. Nous élaborons des robots que nous intégrerons dans

care facilities as well as retirement homes in order to advance knowledge in social and cognitive interventions for the elderly via the development of robotic technologies.

As there has been a previous study on dementia, we all know too well that dementia is a worldwide epidemic, and there is no cure for dementia. The Alzheimer Society of Canada predicts that 1.1 million Canadians will be either directly or indirectly affected by dementia. The annual cost of care for Canadians living with dementia is \$10.4 billion. Persons suffering from dementia require multi-faceted care that includes the combination of medical, social and preventive services.

Socially assistive robots can provide targeted assistance, for example with activities of daily living, connecting individuals with their social network and providing safeguarding and cognitive interventions. They can also be used as preventive technologies to allow an older adult to stay in their home where they want to be able to age. Our research on developing socially assistive robots has really focused on what we call self-maintenance activities of daily living — including grooming, dressing, and meal preparation and eating — and enhanced activities of daily living, which focus on the leisure activities to promote social and cognitive stimulation. Some examples include one-on-one memory games or group-based activities such as bingo, which also promotes social interactions between multiple people. They do this through natural interactions, which we think is very important. The robots can display facial expressions, body language, gestures, vocal intonation as well as speech to help a person to accomplish daily tasks. By using natural interactions, the user is able to determine the robot's intent, and they are able to communicate their own intent. This minimizes the learning curve of the use of this technology for this demographic. In general, we focus on the potential that this demographic may not have any experience with technology, so we want to have natural interactions that promote acceptance and ease of use of the technology itself.

Another key feature of our robots is that they are non-contact. That means they do not do the task for the user. Instead, they motivate and prompt the user to do the steps of the task. This promotes independence and aging in place while enhancing the user's own abilities. The goal is to maintain or improve the residual, social, cognitive and affective functioning of the individual while at the same time having them directly benefit from the interaction with the robot.

Such robots are able to then help and support this health care move to person-centred care. Person-centred care focuses on coming up with a care plan that is specific for an individual. These robots can provide personalized interactions based on the person's abilities and preferences, as well as their moods and emotions during the interaction or that day. In particular, they are able to detect if a person is having difficulty doing an activity

des domiciles, dans des établissements de soins de longue durée et dans des foyers pour personnes âgées afin d'enrichir nos connaissances sur les interventions sociales et cognitives auprès de ces personnes pour développer les technologies robotiques.

Les résultats d'une étude menée sur la démence indiquent que nous faisons face à la pandémie d'un trouble qui ne se guérit pas. La Société Alzheimer du Canada prédit que 1,1 million de Canadiens seront directement ou indirectement atteints de démence. Les soins aux Canadiens atteints de démence coûtent chaque année 10,4 milliards de dollars. Ces personnes nécessitent des services médicaux, sociaux et préventifs.

Les robots d'assistance sociale peuvent fournir une aide ciblée en accomplissant par exemple des tâches de la vie quotidienne, en branchant les gens à leurs réseaux sociaux, en déclenchant des mesures de sécurité ou en effectuant des interventions cognitives. Ce sont aussi des technologies de prévention qui permettent aux personnes âgées de passer chez elles les dernières années de leur vie. Nous avons concentré le développement de ces robots d'assistance sur les activités quotidiennes d'entretien personnel — faire sa toilette, s'habiller, préparer ses repas, manger — ainsi que sur des activités plus enrichissantes comme des loisirs qui stimulent les capacités sociales et cognitives. Citons par exemple des jeux solitaires de mémoire ou des activités de groupe comme le bingo qui favorisent aussi l'interaction sociale entre de nombreuses personnes. Ces interactions sont tout à fait naturelles; à notre avis, c'est un facteur très important. Nos robots peuvent afficher des expressions du visage, du langage corporel, différents tons de la voix et parler tout en aidant la personne à accomplir ses tâches quotidiennes. En se comportant de façon naturelle, la personne peut déterminer les intentions de son robot et lui faire part de ses propres intentions. Cette population d'utilisateurs aura ainsi moins de difficulté à apprendre à utiliser cette technologie. Nous supposons généralement que cette population n'a aucune expérience de l'usage de cette technologie. Nous nous concentrons sur l'interaction naturelle afin que les utilisateurs acceptent cette technologie et apprennent sans peine à s'en servir.

L'une des caractéristiques principales de nos robots est le fait qu'ils ne touchent à rien. Autrement dit, ils n'accomplissent pas les tâches pour les utilisateurs, mais ils les motivent et les encouragent à chaque étape de la tâche. Ils soutiennent ainsi l'indépendance et le vieillissement tout en renforçant les capacités de leurs utilisateurs. Nous visons à entretenir et à renforcer le fonctionnement social, cognitif et affectif qu'il reste à ces personnes tout en leur procurant le plaisir de communiquer avec leur robot.

Ces robots pourront ainsi soutenir la nouvelle tendance de soins axés sur le patient, pour lesquels on établit des plans personnalisés. Ils pourront interagir en fonction des capacités et des préférences de chaque patient ainsi que de son humeur et de ses émotions de la journée. Les robots sont tout à fait en mesure de discerner les difficultés qu'éprouvent les utilisateurs en effectuant une activité et d'adapter leur comportement pour les

and then adapt their behaviours as needed to help the person complete the task. Over time, they learn how to appropriately evaluate the user's behaviours, to encourage the user to complete the task and monitor the user. This is achieved by using artificial intelligence in what we call the "brain" of the robot.

Throughout the years, we've conducted several focus groups and user studies with our socially assistive robots, as well as older adults, their families and caregivers. This is a crucial component of the widespread adoption of such technology in society. It ensures that all the involved parties are part of the design cycle. This way, we design robots that meet the needs and wants of society and the people in society who will use the robots. The results from our studies have been promising, with both groups recognizing the potential integration of these robots to support the well-being of our aging population by providing a combination of health and social care. Repeatedly, the social features of the robot have been identified to be the most important features.

Assistive robotics is an emerging area with a number of potential benefits for both patients and caregivers. It is important to support and grow such robotic innovation in Canada at the academic, industrial and clinical levels. At the University of Toronto, we have defined robotics to be one of our strategic priority areas and have been building a critical mass in this area, as we know that this technology will undoubtedly shape our future.

Finally, I would like to point out that it is important to note that we are currently in a global robotics race. Japan, Korea, the United States, China and the European Union all have federal strategic plans in robotics, including focusing on health care applications. Canada's role in this robotics race has yet to be determined. We need similar government-based initiatives and funding to foster Canadian innovation that will directly have health, economic and social benefits. We already have the people, the expertise and the drive needed to succeed in this robotics area.

I would like to thank you for this opportunity to address the committee, and I would be happy to take any questions.

The Chair: Thank you, Dr. Nejat. I recall after you started that I didn't give your university affiliation when I introduced you. You mentioned it, but I will put officially on the record that you are the Director for the Institute for Robotics and Mechatronics at the University of Toronto. I apologize for that.

I will now turn to Dr. Garnette Sutherland, Professor of Neurosurgery at the University of Calgary.

aider à accomplir la tâche. Les robots apprennent avec le temps à évaluer le comportement de leur utilisateur afin de l'encourager à accomplir ses tâches tout en surveillant ses capacités. Nous y parvenons en configurant l'intelligence artificielle placée dans ce que nous appelons le « cerveau » du robot.

Au cours des années, avec nos robots d'assistance sociale, nous avons organisé de nombreux groupes de réflexion et mené des études auprès des utilisateurs et auprès de personnes âgées, de leurs familles et de leurs soignants. Cette étape est cruciale pour assurer l'adoption de cette technologie dans tous les secteurs de la société. Nous veillons ainsi à faire participer tous les intervenants à la phase de conception afin que nos robots répondent aux besoins et aux désirs de la société et des personnes qui les utiliseront. Les résultats de nos études sont prometteurs, car les deux groupes reconnaissent l'utilité potentielle de ces robots, qui soutiendront le bien-être de notre population vieillissante en lui fournissant des services médicaux et sociaux. La majorité des répondants soulignaient l'importance primordiale des capacités sociales de ces robots.

La robotique d'assistance est une technologie émergente qui apportera de nombreux avantages aux patients et à leurs soignants. Il est important de soutenir et de développer cette innovation robotique au Canada dans les milieux universitaires, industriels et cliniques. L'Université de Toronto compte la robotique parmi ses domaines stratégiques prioritaires. Nous avons accumulé une masse critique dans ce secteur, car nous savons que cette technologie exercera une influence indéniable sur notre avenir.

En conclusion, je tiens à souligner que nous participons actuellement à une course concurrentielle mondiale dans le domaine de la robotique. Le Japon, la Corée, les États-Unis, la Chine et l'Union européenne ont tous établi une stratégie nationale de robotique, notamment sur ses applications dans le domaine de la santé. Le Canada n'a pas encore défini le rôle qu'il compte jouer au sein de cette course effrénée. Le gouvernement devrait lancer des initiatives similaires bien financées pour promouvoir une innovation canadienne qui apportera des avantages directs à notre santé, à notre économie et à notre société. Nous disposons déjà des spécialistes, de l'expertise et de la motivation nécessaires pour réussir dans ce domaine de la robotique.

Je tiens à vous remercier de m'avoir invitée à m'adresser au comité. Je me ferai un plaisir de répondre à vos questions.

Le président : Merci, madame Nejat. Je me souviens maintenant qu'en vous présentant, je n'ai pas indiqué votre affiliation à l'université. Vous l'avez mentionnée, mais je veux qu'elle figure officiellement au dossier. Vous êtes directrice de l'Institut de robotique et de mécatronique de l'Université de Toronto. Je vous présente toutes mes excuses.

Je vais maintenant passer la parole au Dr Garnette Sutherland, professeur de neurochirurgie à l'Université de Calgary.

Dr. Garnette Sutherland, Professor of Neurosurgery, University of Calgary, as an individual: Thank you. It is a great honour to be part of this Senate committee on automation in health care.

I've been asked to present on the nuances of robotic surgery, image-guided surgery and neuroArm technology.

Why robotics? Robotics, particularly when coupled to imaging, continue the progression away from invasive surgery toward less invasive procedures. I think it is well-known — and we could all agree — that people who undergo less invasive surgery have a faster and better outcome compared to those undergoing similar procedures but in a more invasive manner.

Machine technology is inherently more precise and accurate compared to human hand-eye coordination. That said, when machines are coupled to the executive capacity or the experience of a surgeon, it creates an ideal combination of engineering, science and medicine.

In our development of neuroArm, an image-guided neurosurgical robot, built through collaboration between the University of Calgary and MacDonald Dettwiler and Associates, the work station — and I will stress “the work station” — from where the surgeon controls robotic manipulators converged several new ideas relative to technology creation and health care.

What does that mean? The creation or recreation of sight, sound and touch of surgery at a remote work station provided a platform for surgical simulation — the simulation of procedure — and digital data recording, allowing case rehearsal and, what is very important, the standardization of care. Aerospace-driven options for creating no-go zones and force warning increase the safety of surgery. Furthermore, the forces of surgical dissection were or are able to be, for the first time, quantified, creating a digital record of surgical procedure for training, safeguarding and documentation.

This is perhaps not unlike what CAE introduced to the world many years ago for the airline industry, where I think we would all agree error is not an option, as the stakes are far too high. The pilots and their flight records are continuously monitored. Given the present expense and the risks of a surgical procedure, why not surgeons?

With increasing advances in engineering, science and medicine, surgeons will be provided with mechanisms and possibilities that were never thought of before. The ability to see what we can't see; hear what we can't hear; and feel what cannot be felt are now within possibility — a term called augmented reality.

Dr Garnette Sutherland, professeur de neurochirurgie, Université de Calgary, à titre personnel : Merci. C'est un grand honneur de comparaître devant ce comité sénatorial sur l'automatisation dans les soins de santé.

On m'a demandé de présenter les subtilités technologiques de la robotique chirurgicale et de la robotique guidée par l'image du neuroArm.

Pourquoi la robotique? Couplée à l'imagerie, la robotique nous fait progresser vers des interventions chirurgicales moins invasives. Il est bien établi — et nous en convenons tous — que les patients qui subissent des interventions chirurgicales moins invasives obtiennent des résultats plus rapides et plus positifs que ceux qui subissent les mêmes opérations effectuées d'une manière plus invasive.

La technologie mécanique est intrinsèquement plus précise et plus exacte que la coordination œil-main humaine, mais lorsqu'elle est couplée à la capacité d'exécution ou à l'expérience d'un chirurgien, elle crée la meilleure combinaison d'ingénierie, de science et de médecine.

Au cours du développement du neuroArm, un robot neurochirurgical guidé par l'image, fruit d'une collaboration entre l'Université de Calgary et le cabinet Macdonald, Dettwiler and Associates, le poste de travail — et je souligne cette notion de poste de travail — d'où le chirurgien contrôle les manipulateurs robotiques a rassemblé plusieurs nouvelles idées relatives à la création technologique et aux soins de santé.

Qu'est-ce que cela veut dire? En créant ou en recréant la vue, le son et le toucher de la chirurgie sur un poste de travail distant, nous avons créé une plateforme de simulation chirurgicale — la simulation de la procédure —, d'enregistrement des données numériques qui permet de reproduire un cas et, plus important encore, de normaliser les soins. Les techniques mises au point en aéronautique pour créer des zones d'exclusion et d'avertissement de force ont permis d'augmenter la sécurité des chirurgies. En outre, les forces de dissection chirurgicale ont été quantifiées, ce qui a permis de créer un enregistrement numérique de la procédure chirurgicale à des fins de formation, de protection et de documentation.

Cela ressemble à ce que l'entreprise canadienne CAE a mis au point il y a de nombreuses années pour l'industrie du transport aérien, où l'erreur n'a pas sa place parce que les enjeux sont trop élevés. Les pilotes et leurs dossiers de vol sont constamment surveillés. Compte tenu des coûts et des risques connexes, pourquoi ne l'appliquerait-on pas aux chirurgiens?

Grâce aux progrès continuels des domaines du génie et des sciences, les chirurgiens disposeront de mécanismes et de possibilités auxquelles nous n'avions encore jamais pensé : la capacité de voir ce qui est normalement invisible, d'entendre l'in audible et de palper l'im perceptible — autrement dit, la réalité augmentée.

Into this environment, the paradigm of automation will be inevitable, whereby preregistration to the coordinates of sight, sound and touch will prime and train robotic technology to automatically target abnormal cells and tissue.

Through various imaging technologies, such as CT and MR imaging, surgeons are now routinely provided with the unique capability of seeing inside the body. The images, when coupled to navigation or GPS technology, allows accurate target localization, surgical planning, performance and, importantly, quality assurance.

Committee members, the entry of robotics into the operating room has occurred, and through advanced human-machine interfacing it will continue to change the way surgery is performed and how health care is delivered.

I ask: Can robotics impact health care cost? I think we are all aware of the ever-increasing health care costs that each province is seeing. While technology creation contributed to that cost, it is also a potential solution. Why? Medical robotic systems are ideal for the implementation of standardized care, as robotics, by increasing the precision and accuracy of surgery continue the trend, as I stated, towards less invasive procedures. This would undoubtedly accelerate recovery, decrease the length of hospital stay and allow an earlier return to work, all of which would have a positive impact on our socio-economic systems.

Robotics provides a digital footprint of a surgical procedure for documentation and feedback very similar to the airline industry. Through simulation of a procedure, this allows case rehearsal — surgeons can rehearse the case before they go to the operating room — for increased safety and efficiency of care, and they will be provided a recipe for the planned procedure.

Remote assisted robotics, which we heard about, tele-surgery and what is called tele-mentoring, could allow global connectivity for education and the provision of care to less accessible nations and/or our communities.

Robotics with machine learning — another term for machine learning is artificial intelligence — would allow real-time feedback for risk mitigation and the automation of surgical procedure.

As robotic systems mature, which they will undoubtedly do, in their design and use, surgery will become increasingly more minimalistic and standardized. Thereby, care could well be transferred from expensive tertiary care centres to community sites. This is the paradigm that occurred with cataract surgery so many years ago.

Dans ce contexte, le paradigme de l'automatisation sera inévitable : le préenregistrement des caractéristiques de la vue, du son et du toucher optimisera et dirigera la technologie robotisée de façon à cibler automatiquement les cellules et les tissus anormaux.

Les diverses technologies d'imagerie comme la tomographie par ordinateur et l'imagerie par résonance magnétique dotent les chirurgiens de la capacité unique de voir à l'intérieur du corps. En jumelant l'imagerie à la navigation ou à la technologie GPS, il devient possible de localiser une cible, de planifier la chirurgie, d'opérer avec précision et, par conséquent, d'en assurer la qualité.

Honorables sénateurs, les robots sont maintenant présents dans la salle d'opération, et les interfaces homme-machine à la fine pointe de la technologie continueront d'influencer l'exécution des interventions chirurgicales et la prestation des soins de santé.

Quelle incidence les robots peuvent-ils avoir sur les coûts des soins de santé? Nous sommes tous conscients des coûts croissants que les provinces assument pour la prestation des soins de santé. Si la technologie augmente ces coûts, elle constitue aussi une solution possible. Comment? Les systèmes robotiques médicaux sont des solutions idéales de prestation et d'uniformisation des soins. Grâce à sa précision et son exactitude, la robotique soutient la tendance vers des procédures moins invasives. Les patients se rétabliront ainsi plus rapidement, la durée de leur séjour à l'hôpital diminuera et ils retourneront au travail plus tôt. Tous ces facteurs auront une incidence positive sur nos systèmes socioéconomiques.

La robotique fournit une empreinte numérique des opérations chirurgicales pour les documenter et les évaluer, comme le fait l'industrie du transport aérien. On peut simuler une opération; les chirurgiens peuvent s'exercer à effectuer une procédure avant de se trouver dans la salle d'opération, ce qui améliore la sûreté et l'efficacité des soins et leur permet de tracer à l'avance le plan de la procédure.

Nous avons entendu parler des robots dirigés à distance. La téléchirurgie et ce qu'on appelle le télémentorat pourraient nous relier à des nations et à des collectivités moins accessibles dans le monde à des fins pédagogiques et médicales.

La robotique avec apprentissage machine — appelée aussi intelligence artificielle — permettrait de présenter des rétroactions en temps réel afin d'atténuer les risques et d'automatiser des interventions chirurgicales.

À mesure que mûriront la conception et l'utilisation des systèmes robotiques — et nous ne doutons aucunement de cela —, la chirurgie deviendra plus minimaliste et normalisée, de sorte que les interventions pourraient bien passer des centres de soins tertiaires coûteux à des cliniques communautaires plus abordables. Nous avons observé ce paradigme il y a bien des années dans le cas des opérations de la cataracte.

Around the world, we are seeing an increasing number of institutes, companies and individuals active in advancing robotic technology through research and development. Advanced engineering and computer science will create a seamless combination of hardware and software solutions for an intelligent, agile and compact robot capable of performing surgery without disrupting the normal, biological microenvironment.

We would envisage a common robotic platform that includes different tool sets, perhaps 3-D printed, for different surgical applications; a smart and intelligent work station — I return to that work station — designed to perfect robotic control, digital data handling and real-time feedback to the surgeon.

For widespread adoption, the system has to be economical, much like the transformation of costly early generation computers to low-cost mobile devices with efficient, intuitive and popular interfaces that all of us have in our pocket.

In closing, ladies and gentlemen, I take this opportunity to emphasize Canada's leadership in robotics. After all, we do have Canadarm and Dextre on the International Space Station, a platform that so well reflects international collaboration. Combining our excellence in space robotics to CAE's excellence in simulation, and the many ongoing things in Canadian science and technology, we will continue to advance and maintain our excellence in technological innovations, and beyond.

I thank you for your interest.

The Chair: Thank you both very much. I'm going to open up the floor to my colleagues, beginning with Senator Eggleton.

Senator Eggleton: Thanks very much to both of you. You came at the health care system from two different perspectives, one surgery and the other dealing with individual patient care.

Let me start with Dr. Nejat. You mentioned home care and assistive robots, both in a health care sense and a social sense. I have couple of questions about that. How realistic is this in terms of it being in an individual's home? How expensive are these? What kind of form do they take, their construct? What about resistance? You talked a lot about seniors, in this case, people with dementia. Is there a lot of fear, rejection for this kind of thing? I have three questions in one about the acceptance, about the cost and how many different kinds of robots are we talking about in what you have described here.

Ms. Nejat: I will start with the first question.

Partout dans le monde, un nombre croissant d'instituts, d'entreprises et de particuliers s'emploient à faire progresser la technologie robotique au moyen de la recherche et du développement. L'ingénierie et l'informatique avancées créeront une combinaison fluide de solutions matérielles et logicielles qui produiront un robot intelligent, agile et compact capable de réaliser une intervention chirurgicale sans perturber le microenvironnement biologique normal.

Nous envisageons d'élaborer une plateforme robotique commune qui comprenne différents ensembles d'outils, certains peut-être imprimés en 3D, servant à différentes applications chirurgicales. Nous visons aussi à produire un poste de travail intelligent et bien pensé — je reviens à cette notion de poste de travail — conçu de manière à parfaire le contrôle robotique et le traitement des données numériques et à fournir au chirurgien une rétroaction en temps réel.

Pour être adopté partout, ce système doit être économique, à l'instar de la transformation des ordinateurs coûteux de première génération en appareils mobiles à faible coût dotés d'interfaces efficaces, intuitives et populaires que nous portons tous dans notre poche.

En terminant, je profite de cette occasion pour souligner le fait que le Canada se trouve en tête de file de la recherche et du développement dans le secteur de la robotique. N'avons-nous pas produit le Canadarm et Dextre qui se trouvent sur la Station spatiale internationale, une plateforme qui reflète si bien la collaboration internationale? En alliant notre robotique spatiale à l'expertise en simulation de CAE, nous progresserons continuellement, nous maintiendrons notre excellence en matière d'innovation technologique, et nous dépasserons toutes les attentes.

Je vous remercie de votre intérêt.

Le président : Merci beaucoup à tous les deux. Je vais passer la parole à mes collègues, en commençant par le sénateur Eggleton.

Le sénateur Eggleton : Merci beaucoup à tous les deux. Vous avez abordé le système de soins de santé de deux angles différents — l'un du domaine de la chirurgie, et l'autre du point de vue des soins individuels fournis aux patients.

Ma première question s'adresse à Mme Nejat. Vous avez parlé d'utiliser des robots d'assistance à domicile pour des services de soins de santé et des services sociaux. J'ai deux ou trois questions à vous poser à ce propos. Est-ce réaliste d'imaginer cela chez des particuliers? Ces robots sont-ils très chers? Quelle forme auraient-ils, comment seraient-ils construits? Quelle serait leur résistance? Vous avez beaucoup parlé de personnes âgées, notamment de gens atteints de démence. Ces gens craignent-ils ou rejettent-ils ce genre de chose? Je vous pose trois questions en une au sujet de l'acceptation de ces robots, de leur coût et des différents types de robots dont vous nous parlez et que vous nous avez décrits.

Mme Nejat : Je vais m'attaquer à la première question.

In terms of when we're looking for these robots to be deployed in the home, it's not very far. In 5 to 10 years, we will have a large number of these robots transitioning into private home settings.

These robots can come in any shape or form. There are already pet robots that can be purchased for pet therapy scenarios where they give comfort and companionship. Then of course we're looking at the more human-like robots with artificial intelligence and capabilities to monitor people and interact, similar to humans. We're there in terms of developing the technology.

The costs are coming down because we're looking at different ways of developing the robots. For example, 3-D printing has been one effective way of bringing down the cost. Mass production of the technology has brought it down as well. Some of my industrial collaborators and I have been working together to bring the cost to \$5,000 or \$2,000 to make them affordable so there is a wide reach for use of these robots.

Your last question was on resistance. It's very interesting. Initially, when we were doing our user studies and focus groups, we wanted to see what people's perceptions were of robots. A lot of perceptions are what you see on TV and movies, and when we took our robots to long-term care and retirement facilities to show them what they look like and how they act, it was a completely different take on the robot and where they could see the robot helping them. That's the key point. Seniors are realizing that if they need assistance and they don't have anybody there to help them on a regular basis, could they turn towards this type of technology and how could they use it. This has really minimized initial fears of what robots are, in what forms they come and how they interact with people.

Senator Eggleton: You mentioned one form they come in, and that's animals as a robotic pet. What other forms do they come in, in terms of helping them with their medical needs, not just their comfort needs?

Ms. Nejat: They come in human-like forms as well. There are mobile platforms that the robots are on so they can move in a person's home. They can have arms and a face. Some have tablet screens to display information for a person or connect them using telepresence like Skype on wheels. So they come in those forms to allow them to manipulate objects, like picking up a glass or plate or using the arms for gesturing.

Senator Eggleton: So you think at some point, in 5 or 10 years or so, those kinds of robots will be affordable for somebody to keep in their home as part of a home care need?

L'installation de ces robots chez des particuliers n'est pas si lointaine. Dans 5 à 10 ans, un grand nombre de ces robots passeront en milieu domiciliaire.

Ces robots se présentent sous des formes très diverses. On vend déjà des animaux de compagnie robotiques qui apportent du réconfort et de la compagnie thérapeutiques. Et puis, évidemment, il y a le robot à l'aspect humain doté d'intelligence artificielle capable de surveiller les gens et d'interagir comme le feraient des humains. Cette technologie est en plein développement.

Leurs coûts baissent, parce que nous trouvons différentes façons de les produire. L'impression 3D a considérablement réduit les coûts, tout comme la production en série des éléments technologiques. Je collabore avec des représentants de l'industrie pour réduire les prix à 5 000 \$ ou à 2 000 \$ pour qu'ils soient abordables et qu'ils attirent de très nombreux acheteurs.

Votre dernière question a trait à la résistance. Elle est très intéressante. Initialement, en menant nos études et en organisant nos groupes de réflexion, nous voulions savoir ce que les gens pensaient de l'utilisation de robots. La majorité des gens perçoivent les robots en fonction de ce qu'ils voient à la télévision et au cinéma. Par conséquent, quand nous avons amené nos robots dans des établissements de soins de longue durée et dans des foyers pour retraités afin de montrer à quoi ils ressemblent et comment ils se comportent, les gens ont complètement changé leur perception des robots et de l'usage qu'ils voudraient en faire. C'est crucial. Les personnes âgées comprennent que si elles ont besoin d'aide et qu'elles n'ont personne qui leur fournisse régulièrement de l'aide, elles pourraient se tourner vers cette technologie et décider des manières de l'utiliser. Ces constatations ont vraiment calmé leurs craintes des robots, de l'aspect qu'ils peuvent avoir et de leur manière de se comporter avec les gens.

Le sénateur Eggleton : Vous nous parlez de la forme qu'ils peuvent avoir, comme un animal de compagnie robotique. Quelles autres formes peuvent avoir les robots qui fournissent des soins médicaux aux personnes âgées, et non pas uniquement du réconfort?

Mme Nejat : Certains ont aussi une forme humaine. Ils sont dressés sur une plateforme mobile et peuvent se déplacer dans le domicile de la personne. Ils ont des bras et un visage. Certains sont dotés d'un écran de tablette qui affiche de l'information ou qui se branche à la téléprésence, tout comme Skype sur des roulettes. Nous leur donnons ces formes pour qu'ils puissent manipuler des objets, comme ramasser un verre ou une assiette ou faire des signes avec les bras.

Le sénateur Eggleton : Alors vous pensez que bientôt, disons dans 5 à 10 ans, ces robots seront assez abordables pour que les gens puissent les avoir à domicile afin de répondre à leurs besoins domestiques?

Ms. Nejat: Yes, the technology that goes into developing these robots has decreased in cost. A lot of the actuators used in the robots, the sensors, are off-the-shelf components, and that minimizes some of these costs. Of course, the mass production that we can have in producing these robots will also help with that, as well as computers, where the intelligence of the robots are embedded.

Senator Eggleton: Dr. Sutherland, it sounds like the neuroArm is equivalent to the Canadarm — it's expensive too — with its use in surgery. Has it been used very much to this point in time? Is it expanding into our hospitals in different parts of the country? Where are you with it and how successful has it been in actual surgeries to this point?

Dr. Sutherland: The neuroArm has been used in over 70 cases, and they were all complex neurosurgical procedures. The neuroArm is used to augment the procedure or various components of it, in particular the dissection between something like a brain tumour and brain interface, or the dissection between a vascular malformation and the brain interface. So the neuroArm has had a lot of successful clinical application.

The neuroArm technology was translated to a company. That company made a second generation neuroArm called SYMBIS. That company relocated to the United States and has had some economic — I'm going to call it — misadventures. They are focusing on a lot of their imaging technology and now taking up their robotic platform again. That particular robot, the second generation neuroArm, has been cleared by FDA for stereotactic applications, allowing its future entry into the marketplace.

Coming back to that little question you asked previously, there are robotics in the emergency departments that come from Japan. They're put in emergency departments in child care hospitals. There's one in Calgary. It assists with cannulation of the child by interacting with the child and diverting attention. It speaks to the child when the child comes to the emergency room. Children are very much engaged in these kinds of systems. They have done a lot of studies to compare whether that child had a reasonable experience compared to the child that did not have what I'll call a robot-assisted blood catheterization, or venous cannulation, and the answer is yes, it did.

There's also now a German manufacturer building a self-assembling robot and you can buy it — it's like a neuroArm robotic system — for something like \$10,000. That particular robot is even more interesting because it self-assembles, so that points to a lot of things we see in movies. But when a robot begins to self-assemble, the cost starts to drop. When people begin to think about large numbers of robots, the cost begins to drop, and that is the answer to one of your questions.

Mme Nejat : Oui, les coûts de cette technologie ont considérablement baissé. Une grande partie des actionneurs et des capteurs que l'on utilise dans les robots se vendent en magasin. C'est ce qui en réduit le coût. Évidemment que quand nous pourrions fabriquer ces robots et les ordinateurs qui contiennent leur intelligence artificielle en série, les coûts baisseront énormément.

Le sénateur Eggleton : Docteur Sutherland, il semblerait que le neuroArm soit l'équivalent du Canadarm — il est lui aussi assez cher — en chirurgie. L'a-t-on beaucoup utilisé, jusqu'à présent? Est-ce que les hôpitaux d'un peu partout au pays l'utilisent? Où en êtes-vous dans ce domaine, et s'est-il avéré efficace dans les salles d'opération jusqu'à présent?

Dr Sutherland : Le neuroArm a servi dans plus de 70 cas, et tous nécessitaient une intervention neurochirurgicale complexe. Le neuroArm sert à affiner la procédure ou divers éléments de l'intervention, notamment dans le cas de l'ablation d'une tumeur de l'interface neuronale, ou pour effectuer une ablation entre une malformation vasculaire et l'interface neuronale. Le neuroArm s'est avéré extrêmement utile.

Nous avons confié la technologie du neuroArm à une entreprise, qui a produit un neuroArm de seconde génération qu'elle a nommé SYMBIS. Après avoir déménagé aux États-Unis, cette entreprise a fait face à certaines — disons — mésaventures économiques. Elle se concentre maintenant sur sa technologie d'imagerie pour se pencher à nouveau sur sa plateforme robotique. Le FDA a approuvé l'application stéréostatique de ce robot de seconde génération du neuroArm, donc on pourra bientôt le lancer sur le marché.

Pour en revenir à votre petite question de tout à l'heure, les services d'urgence utilisent des robots fabriqués au Japon. On les utilise dans les services d'urgence des hôpitaux pédiatriques. Il y en a un à Calgary qui aide à la pose de cathéters en divertissant l'enfant. Le robot parle à l'enfant dès son entrée à la salle d'urgence. Les enfants aiment beaucoup ce système. On a mené de nombreuses études comparant l'expérience habituelle des enfants à celle des enfants qui avaient subi ce que j'appellerais un cathétérisme cardiaque avec l'assistance d'un robot. Les résultats indiquent que les robots d'assistance adoucissent beaucoup l'épreuve des enfants.

Un fabricant allemand produit aussi un robot qui s'assemble lui-même. Il est similaire au système robotique du neuroArm, et vous pouvez l'acheter pour environ 10 000 \$. Ce robot est plus intéressant, parce qu'il s'assemble lui-même, ce qui rappelle beaucoup ce qu'on voit au cinéma. Cet autoassemblage du robot en réduit le prix. Dès que le nombre d'acheteurs se multiplie, les prix baissent. C'est ma réponse à l'une de vos questions.

When you think about neuroArm, the third generation system we're developing is a much more compact and economical robot. It has to be able to be purchased for a few thousand dollars or, let's say, less than \$100,000, rather than less than \$1 million.

Senator Seidman: Dr. Nejat, I'd like to continue to address this subject that Senator Eggleton touched on in his third question, and that had to do with acceptance. You did talk about the importance of the use of artificial intelligence — in this case, robotics — to promote aging in place. I know, understand and agree that this is a huge issue going forward given the changing demographics. Obviously there is a lot of attraction to the use of this capability for aging in place.

You talk about the fact that you conducted focus groups and user studies. I would like to learn more about that, but I'd like to have your reaction to a couple of studies that have been done very recently on this subject.

There was a study that looked at the acceptability of artificial intelligence technology, in this case, specifically, an intelligent wireless sensor system for rapid detection of health issues among home-dwelling older adults. This was a Swiss study just published, and they found the majority of participants were unsatisfied with its ease of use, and both the patient and the caregiver found multiple obstacles in using it.

There was another study that was conducted by the Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America that concluded it will be a long time before a robot will be capable of supporting multiple activities in a physical manner in the home of an elderly person in order to enhance their independent living.

You've done a little work on the acceptance, and I'd like to hear something from you about this, if I may.

Ms. Nejat: I would like to point out that sensor networks and robotics have one major difference, and that's interactive embodiment. Robots are physical embodied systems that are in the environment that can interact. There is a huge difference between that and having sensors in an environment that may be passively there, so you don't necessarily interact with them but they are monitoring you.

That's one key thing, or maybe even an advantage, for robotics: The person sees the robot and can interact with the robot. There is this area that's huge right now, and it's an emerging area, called human-robot interaction that involves designing robots that can interact with people. I'm not sure exactly, in the sensor networks study, what they had mentioned

Dans le cas du neuroArm, la troisième génération que nous produisons est beaucoup plus compacte et économique. Il faut que nous puissions le vendre pour quelques milliers de dollars — disons pour moins de 10 000 \$ —; il ne doit pas coûter un million de dollars.

La sénatrice Seidman : Madame Nejat, je voudrais poursuivre sur le thème de la troisième question du sénateur Eggleton, l'acceptation des robots. Vous avez souligné l'importance d'utiliser l'intelligence artificielle — dans le cas qui nous occupe, la robotique — pour permettre aux personnes âgées de vieillir chez elles. Je comprends et je reconnais que vu les changements démographiques auxquels nous nous attendons, ce problème devient monumental. Il est évident que l'utilisation de la robotique à cette fin est extrêmement intéressante.

Vous nous avez dit que vous aviez organisé des groupes de réflexion et mené des études auprès des utilisateurs. Voudriez-vous nous donner plus de détails à ce sujet? Mais d'abord, que pensez-vous des résultats de quelques études effectuées très récemment à ce sujet?

On a mené une étude sur l'acceptabilité de la technologie d'intelligence artificielle. Il s'agissait d'un système de captage intelligent sans-fil conçu pour détecter le plus tôt possible les troubles de santé des personnes âgées qui vivent chez elles. C'est une étude menée en Suisse dont les résultats viennent d'être publiés. Ils indiquent que la majorité des participants ont trouvé ce système difficile à utiliser et qu'autant les patients que leurs soignants se sont heurtés à de multiples obstacles en essayant de l'utiliser.

La Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America a aussi mené une étude, dont les résultats ont indiqué qu'il faudra attendre encore longtemps avant qu'un robot puisse accomplir les nombreuses activités physiques nécessaires pour aider une personne âgée à vivre chez elle en autonomie.

J'ai fait quelques recherches sur l'acceptation, et je voudrais que vous nous disiez ce que vous en pensez vous-même, si vous voulez bien.

Mme Nejat : Tout d'abord, soulignons la différence primordiale qui distingue les réseaux de capteurs et la robotique, l'incarnation interactive. Les robots sont des systèmes contenus dans un corps physique qui évoluent dans le milieu avec lequel ils interagissent. Cette situation est extrêmement différente de celle des capteurs installés passivement dans la maison. Vous n'avez aucune interaction avec les capteurs, mais eux vous surveillent.

Nous avons là un avantage important de la robotique : l'utilisateur voit le robot et peut communiquer avec lui. Il s'agit d'un nouveau domaine qui se développe très rapidement, l'interaction homme-robot, ou la conception de robots qui peuvent interagir avec les gens. Pour en revenir à l'étude dont vous parlez, je ne sais pas exactement ce que les participants n'ont

they didn't like about the technology or the adaptation of the technology per se, but I think that's why people are more accepting of robotics.

And then the natural interaction is also key. A person doesn't have to learn how to use the technology. It's very easy to communicate with the robot the same way as you communicate with your friends and family members, so that learning curve I mentioned before is minimized and it's easier. They go straight to the technology and really get to have the benefits of using it rather than having to spend a lot of time to learn it. It being an active technology where when you need the robot, it comes to you. It can follow you around rather than being passive in an environment.

The multiple tasks is a good point you make about the second study you mentioned. Robots in the past have been good — fantastic, actually — at doing a single task very accurately and repeatedly as we've seen in manufacturing, for example. This is where AI is very important and the idea of teaching, or robots learning, multiple tasks and what they are. That's exactly what our research as well as other researchers around the world are focusing on: teaching basics to a robot, and the robot learning how to complete those tasks, but at the same time personalizing it to the person's capabilities. That's where AI is really effective.

Senator Seidman: I appreciate what you have said about the difference between passive and active interactions. When you conducted your focus groups and user studies, did you hear criticisms? What kind of information did you get from those studies and how, in an ongoing, way, are users, meaning patients and caregivers, contributing to development?

Ms. Nejat: I will answer the second part of your question first. They're involved from the beginning. We conduct focus groups initially where we bring in, maybe, an idea at that point of what the robot's functionality and appearance will be, or a robot that we have that we're upgrading in terms of the tasks that it can do, and we have this back and forth discussion about that. We go away, take that feedback and design the capabilities of the robot, and then bring it back and start doing user studies where we recruit participants from that older population to interact with the robot.

It's a cycle of design. They're in the design cycle from the beginning to the end, and I think that's really effective because they get to see the technology and whatever features they would like to see going forward, we can include in the robot rather than focusing on things that, after they interact with the robot, they may not see as effective.

In the first part of your question, you asked about the same idea: what we've seen in our user studies.

Senator Seidman: What kind of criticisms you have had?

pas aimé de cette technologie ou de l'adaptation à cette technologie, mais je crois que c'est la raison pour laquelle les gens acceptent mieux la robotique.

Cette interaction naturelle est cruciale. Les utilisateurs n'ont pas besoin d'apprendre à en utiliser la technologie. Il est très facile de communiquer avec le robot, c'est la même interaction que celle que vous avez avec vos amis et avec les membres de votre famille. Il est donc beaucoup plus facile d'apprendre à le faire. Ils utilisent directement la technologie au lieu de passer un temps fou à s'y familiariser. Cette technologie est active : quand vous avez besoin du robot, il vient vers vous. Il peut vous suivre partout où vous allez au lieu de rester passif dans votre domicile.

Parlant de l'autre étude, vous avez tout à fait raison de souligner la difficulté du multitâche. Jusqu'à présent, les robots ont très bien su accomplir — je dirais même qu'ils sont fantastiques pour cela — une tâche unique avec exactitude et de façon répétée, comme dans le secteur de la fabrication. C'est pourquoi l'intelligence artificielle est cruciale pour leur enseigner, pour qu'ils apprennent le multitâche et les tâches à accomplir. C'est exactement sur quoi nous — et de nombreux chercheurs partout dans le monde — nous concentrons : enseigner des tâches de base à un robot afin qu'il apprenne à accomplir ces tâches tout en les adaptant aux capacités de son utilisateur. L'IA est très efficace pour cela.

La sénatrice Seidman : Je comprends votre explication sur la différence entre la passivité et l'interaction. En dirigeant vos groupes de réflexion et en menant vos études, avez-vous entendu des critiques? Quelle information avez-vous tirée de ces études? De quelles façons les utilisateurs, c'est-à-dire les patients et leurs soignants, contribuent-ils au développement de ces technologies?

Mme Nejat : Je vais répondre d'abord à la deuxième partie de votre question. Ils y contribuent dès le début. Nous dirigeons des groupes de réflexion. Nous donnons aux participants une idée de la fonctionnalité et de l'apparence du robot, ou alors nous leur présentons un robot que nous envisageons d'améliorer ou auquel nous voulons enseigner de nouvelles tâches, et nous lançons la conversation. Ensuite, à partir des commentaires des participants, nous élaborons les capacités du robot, puis nous le ramenons pour effectuer des études auprès des utilisateurs en demandant à ces mêmes participants d'interagir avec le robot.

C'est un cycle de conception. Les utilisateurs participent au cycle de conception du début à la fin. À mon avis, c'est une méthode très efficace, car ils ont l'occasion de voir la technologie et de déterminer les caractéristiques qu'ils désirent. Nous pouvons ainsi les inclure dans le robot au lieu de nous concentrer sur des caractéristiques qu'ils ne trouvent pas aussi efficaces une fois qu'ils interagissent avec le robot.

La première partie de votre question porte aussi sur les résultats des études que nous avons menées auprès des utilisateurs.

La sénatrice Seidman : Quels types de critiques vous ont-ils présentés?

Ms. Nejat: It's interesting. I think the main concern when we take our robots there is who is going to take care of these robots when they're there. How will they be able to function within the cycle of care that is in the homes, especially long-term care facilities or retirement homes? That has been the biggest question that we have heard: How do they become part of this care cycle? In terms of criticism, do you mean in terms of just using robots?

Senator Seidman: From the caregivers and the patients themselves.

Ms. Nejat: Initially, I could say caregivers were more wary than the older adults about even having these interactions with the robots, but I have to stress that the most important part we found effective was taking the robots there. I think what they see, sometimes, is they think these robots will do everything. That's the concern that people have: they will come and take over people's jobs. But as they interact with the robot and see the capabilities, they realize that's not the case and that the robot will help them. For example, from one of our focus studies, we heard that caregivers had tasks for the robot as well, for example, to come back and remind them about bed-ridden patients. They were so busy doing other tasks that they would forget every hour to go check on somebody. All of a sudden it became a question of what the robot could do for them.

Since Toronto is a very multilingual city, we have people requesting that the robot speak different languages so they can interact with the residents at the long-term care facilities.

I really think it helped to see the robot and its capabilities and then be able to determine how it could be there.

Senator Stewart Olsen: Dr. Nejat, can you give us the scenario of when you went into the long-term facility with the robot and what exactly you did?

Ms. Nejat: Sure; I'd be happy to do that. There was a two-part interaction. We did focus groups with just caregivers and then focus groups with older adults and family members.

Senator Stewart Olsen: Forgive me for stopping you, but how did they ask you questions in the focus group? What were you doing? Were you bringing the robots in with the patients and having them interact, or were you bringing them into just a focus group and letting questions come to you about the what-ifs?

Ms. Nejat: It was more of a demonstration. We would bring the robots in. They wouldn't interact yet with the robot. We would demonstrate the capabilities of the robot. There were videos also showing capabilities and so on. It was an open discussion of what features they would like to see in the robot,

Mme Nejat : Elles sont intéressantes. La première préoccupation des utilisateurs auxquels nous montrons nos robots est de savoir qui s'en occupera quand ils seront chez eux. Seront-ils en mesure de suivre les cycles de soins dans les foyers, notamment dans les établissements de soins de longue durée et dans les maisons de retraite? La question posée le plus souvent est comment intégrer les robots dans le cycle de soins. Au sujet des critiques, parlez-vous seulement de critiques sur l'utilisation des robots?

La sénatrice Seidman : Les critiques des soignants et des patients eux-mêmes.

Mme Nejat : Au début, je vous dirai que les soignants craignaient plus que les personnes âgées d'interagir avec les robots. Mais il était très important de leur amener les robots. J'ai l'impression qu'ils pensent parfois que ces robots accompliront toutes leurs tâches. Les gens ont très peur que les robots leur volent leur emploi. Mais en interagissant avec le robot, ils voient de quoi il est capable et comprennent que le robot ne va pas les remplacer, mais les aider. Par exemple, les soignants qui participaient à l'un de nos groupes de réflexion nous ont dit qu'ils avaient des tâches à confier au robot, comme de venir leur rappeler de vérifier les patients qui sont cloués au lit. En effet, ces soignants sont tellement occupés qu'ils oublient souvent de vérifier l'état de ces patients une fois par heure. Ils ont demandé à ce que le robot le fasse pour eux.

Comme la population de Toronto est très multilingue, certaines personnes nous demandent si le robot parle plusieurs langues afin de les aider à communiquer avec les résidents d'établissements de soins de longue durée.

À mon avis, il était très utile que les utilisateurs voient le robot et ses capacités afin de déterminer celles qui leur seraient utiles.

La sénatrice Stewart Olsen : Madame Nejat, pourriez-vous nous raconter exactement comment votre visite avec le robot à cet établissement de soins de longue durée s'est déroulée, et ce que vous avez fait?

Mme Nejat : Bien sûr, avec plaisir. Nous avons mené une interaction en deux parties. Nous avons d'abord dirigé des groupes de réflexion composés seulement de soignants, puis des groupes de réflexion composés de personnes âgées et des membres de leurs familles.

La sénatrice Stewart Olsen : Excusez-moi de vous interrompre, mais comment les participants aux groupes de réflexion vous posaient-ils leurs questions? Comment organisiez-vous ces séances? Est-ce que vous ameniez les robots avec les patients pour qu'ils interagissent, ou est-ce que vous ne les ameniez que dans un groupe de réflexion et attendiez que les participants vous demandent ce qui arriverait si...?

Mme Nejat : Nous faisons plutôt une démonstration. Nous amenions les robots, mais avant de laisser les participants interagir avec eux, nous leur montrions les capacités du robot. Nous avions aussi des vidéos démontrant les capacités des robots et d'autres choses. Nous lançons une discussion ouverte sur les

why and how can the robot help them, from appearance to functionality. We would ask each group. At that point, there was not necessarily one-on-one interaction.

Senator Stewart Olsen: Were your focus groups mostly caregivers or were there patients as well?

Ms. Nejat: We had both. In one study, at the two facilities, we had a focus group with care givers in which we asked the same types of questions, and then a focus group with older adults, as well as their family members could join.

Senator Stewart Olsen: Can you give me an example of a question you would ask in the focus group?

Ms. Nejat: Sure. One of the simplest was with our robot Tangy. Tangy was designed to interact with groups of people as opposed to one-on-one targeted interaction. And we were thinking of facilitating leisure activities. When we brought in Tangy, we asked what activities would you like Tangy to facilitate? What do you actually want during the day that you think would be fun for the robot to interact with you on, and what features would you like to see on that robot to do it? That is where our bingo activity came from, and then the features of the robot and the behaviours of the robot.

[Translation]

Senator Mégie: I have two questions. Here is my first one. Among the people you met in the context of long-term care, which approach did you take with people who had cognitive impairment or dementia? The reason I am asking is because, with the current generation of people suffering from dementia and who, when they were young, were not used to a handheld showerhead, for instance, and when someone wants to bathe them, they panic and are afraid of the handheld showerhead. They have lost their capacity to learn, and therefore cannot program anything. How did you deal with that clientele in the study?

[English]

Ms. Nejat: Thank you for that question.

Our studies were a lot of focus groups, which means open discussions with individuals. At most, we were discussing with people with mild cognitive impairment, because we needed the feedback. For people with moderate or more severe cognitive impairment, we were looking at family members providing the feedback. This is where we were focusing on the technology and use of technology.

caractéristiques que les participants voudraient trouver dans ce robot, pourquoi et comment il pourrait les aider. Nous discutons de son apparence et de sa fonctionnalité. Nous posons ces questions à tout le groupe; à ce stade, nous ne discutons pas en personne avec les participants.

La sénatrice Stewart Olsen : Est-ce que vos groupes de réflexion se composaient principalement de soignants, ou y invitiez-vous aussi des patients?

Mme Nejat : Les deux. Dans le cadre d'une étude menée dans les deux établissements, nous avons un groupe de réflexion composé de soignants auquel nous avons posé les mêmes questions, puis nous avons dirigé un groupe de personnes âgées auquel nous avons aussi invité les membres des familles.

La sénatrice Stewart Olsen : Pourriez-vous me donner un exemple de question que vous posiez aux participants de ces groupes de réflexion?

Mme Nejat : Bien sûr. Notre robot Tangy était l'un des robots les plus simples. Il avait été conçu pour interagir avec des groupes de personnes, et non avec un seul utilisateur. Nous voulions qu'il anime des activités de loisir. En amenant Tangy, nous avons demandé aux participants quelles activités ils voudraient que Tangy anime. Pendant la journée, à quelles activités pensez-vous que vous auriez du plaisir à faire avec Tangy, et quelles caractéristiques ce robot devrait-il avoir, selon vous, pour faire ces activités? C'est ainsi que nous avons conçu notre activité de bingo, pour laquelle nous avons configuré les caractéristiques et les comportements du robot.

[Français]

La sénatrice Mégie : J'ai deux questions. Voici la première : parmi les personnes que vous rencontrez dans le cadre des soins de longue durée, quelle approche avez-vous adoptée avec les personnes qui présentent des troubles cognitifs ou de démence? Si je vous demande cela, c'est parce que, avec la génération actuelle des personnes qui souffrent de démence et qui, dans leur jeune âge, n'étaient pas habituées, par exemple à une douche téléphone, quand on veut leur donner le bain, elles deviennent paniquées et ont peur de la douche téléphone. Elles ont perdu leur capacité d'apprentissage, donc elles ne peuvent rien programmer. Comment vous y êtes-vous pris avec cette clientèle dans le cadre de l'étude?

[Traduction]

Mme Nejat : Merci d'avoir posé cette question.

En fait, nos études étaient des groupes de concertation, donc des discussions ouvertes avec des particuliers. Dans la plupart des cas, nous discutons avec des gens présentant une déficience cognitive légère, parce que nous avons besoin de leur rétroaction. Dans le cas des personnes présentant une déficience modérée ou plus grave, nous nous tournions vers les membres de la famille pour obtenir cette rétroaction. C'est d'ailleurs dans ces situations

I think we have the toughest job right now because the older adults we're looking at assisting at this point have not necessarily grown up with technology or are not planning to use it later in life or have not used it later in life. If we can get these individuals to be able to interact with a robot that naturally interacts, similar to how people do, then I think every generation thereafter is easy. This is why we focus on the fact that the robot communicates naturally using verbal and nonverbal communication, so no programming needed.

[Translation]

Senator Mégie: My other question has to do with telepresence. Right now, without a robot, using methods such as videoconferencing, people can obtain the services of a cardiologist remotely. The doctor makes the heartbeat audible, and the cardiologist can provide an opinion. A skin lesion is sent, and an opinion can be provided and treatment determined.

At home, to protect the elderly who may fall and who are alone, there is a system that is inexpensive, about \$60 a month. If the person falls, the system talks to him or her: "How are you? Are you awake? Can you talk to me? I'm going to call someone; don't worry." And the service calls someone. However, it is not robotics. What would be the added value of robotics in a situation like that?

[English]

Ms. Nejat: That's a great question. The great thing about robotics is that they are mobile; they can move around. When you are talking about the system, for example, it is located in one place and has a viewing angle within that location. If a person falls in the bathroom and the system is not there, the system can't detect their fall, whereas a robot can monitor multiple rooms by moving in its environment. That is one great advantage.

For the telepresence that you were talking about before, there have been studies that tablets have been given to older adults to communicate with their family members who are not there with them, through Skype or other technologies. That requires motivation on the user to turn on the tablet, go to the software program that's needed and connect and so on. One really important aspect is to charge that tablet, whereas with a robot you can schedule a time. Some of our work has focused on having a family member go online and schedule a time that they want to meet with their family members or residents of a retirement home or long term care facility, and then the robot will go find them and initiate the interaction. There is nothing that the user has to do in terms of using technology. The robot takes care of that.

que nous nous concentrons sur la technologie et l'utilisation de cette dernière.

Je pense que présentement, notre tâche est beaucoup plus difficile, parce que les adultes plus âgés que nous voulons aider n'ont pas nécessairement grandi avec la technologie ou ne prévoient pas l'utiliser plus tard ou ne l'ont pas utilisée plus ils avançaient en âge. Si nous réussissons à amener ces gens à interagir avec un robot qui interagit naturellement, comme le font les gens, alors je pense que ce sera facile pour chaque génération qui suit. Voilà pourquoi nous tenons à ce que le robot communique naturellement, à l'aide d'une communication verbale et non verbale, de sorte qu'aucune programmation n'est nécessaire.

[Français]

La sénatrice Mégie : Mon autre question porte sur la téléprésence. À l'heure actuelle, sans robot, avec des moyens comme la vidéoconférence, on peut obtenir les services d'un cardiologue à distance. Le médecin fait entendre les battements du cœur et le cardiologue peut donner son opinion. On envoie une lésion de la peau, et on peut donner une opinion et formuler un traitement.

À la maison, pour protéger les personnes âgées qui peuvent tomber et qui sont seules, il y a un système qui ne coûte pas cher, soit environ 60 \$ par mois. Si la personne fait une chute, le système lui parle : « Comment allez-vous? Êtes-vous éveillé? Pouvez-vous me parler? Je vais appeler quelqu'un; soyez sans inquiétude. » Et le service appelle quelqu'un. Cependant, il ne s'agit pas de robotique. Quelle serait la valeur ajoutée de la robotique dans un tel contexte?

[Traduction]

Mme Nejat : Vous posez une excellente question. Ce qu'il y a de magnifique avec la robotique, c'est qu'elle est mobile; les robots se déplacent. Lorsque vous parlez du système, par exemple, il se trouve en un endroit et il a un angle de vision à cet endroit. Si une personne tombe dans la salle de bains et que le système ne s'y trouve pas, il ne peut pas déceler la chute, tandis qu'un robot peut surveiller plusieurs pièces, parce qu'il se déplace dans son environnement. Il s'agit d'un excellent avantage.

Pour ce qui est de la téléprésence dont vous parliez auparavant, dans le cadre de certaines études, on a remis des tablettes à des adultes plus âgés pour communiquer avec les membres de leur famille qui ne sont pas auprès d'eux. Ils communiquent par Skype ou d'autres technologies. Il faut de la motivation de la part de l'utilisateur pour ouvrir la tablette, aller au programme logiciel nécessaire, se brancher, et cetera. Il est très important de ne pas oublier de recharger la tablette. Par contre, avec un robot, vous pouvez choisir une période. Une partie de notre travail a consisté à avoir un membre de la famille en ligne et à prévoir une période pour que la personne rencontre les membres de sa famille ou des résidents d'une maison de retraite ou d'un centre de soins de longue durée; le robot se mettait à la recherche de la personne et

That is where we really focus on the social isolation by making the robot an active system to find people and connect them with their social networks.

[Translation]

Senator Mégie: A person who falls has a bracelet or a pendant and presses a button to set off an alarm. But in the case of someone who is panicking, I wonder whether that person would be able to use a tablet. I am giving that example simply to find out whether you can go further in your studies to try to find something more refined. It is just a suggestion.

[English]

Senator Merchant: Perhaps we are going to hear about Rosie in the future. However, this is in Saskatchewan, in Pelican Narrows, which is quite far north. I think it is about 400 kilometres from Prince Albert, which is the closest mid-sized town to it. Pelican Narrows has a population of about 2,700. Can you tell me what exactly Rosie does? Is it a small group of people they are focusing on now? How is that working? How long has it been in operation?

Ms. Nejat: From my understanding, it's a pilot study. The capabilities are that the doctor, for example, in Saskatoon, can control the robot. The doctor can actually move the robot in the environment with the patient and then interact with that patient. It minimizes all the travel that a patient would have to do to go to Saskatoon or anywhere else to get treatment. That interaction is great. It literally is the robot acting as the doctor, and then the doctor can control different views, for example, to see and interact with the patient. It's a pilot study.

I can look it up to see how long it has been in use. But it is a great example of how you can minimize travel of patients and the cost of travel in order for doctors to be able to interact with patients in rural or remote areas.

Senator Merchant: It is a system that helps people so they don't have to travel to Prince Albert or Saskatoon?

Ms. Nejat: Exactly.

Senator Merchant: It doesn't do things for them in other ways; it doesn't administer their medication or get in touch with a pharmacy on their behalf, does it? It just eliminates the travel?

Ms. Nejat: It connects the patient directly with the doctor, and then the doctor can be there in presence to see what is happening and be able to interact with the patient to find out what is happening and what their needs are.

lançait l'interaction. L'utilisateur n'a rien à faire sur le plan technologique. Le robot s'en charge. C'est là que nous nous concentrons vraiment sur l'isolement social en faisant du robot un système actif pour trouver les gens et les relier à leurs réseaux sociaux.

[Français]

La sénatrice Mégie : La personne qui tombe a un bracelet ou un médaillon; elle appuie sur un bouton et l'alarme est donnée. Cependant, dans le cas d'une personne qui est paniquée, je me demande si elle serait capable de se servir d'une tablette. Si je donne cet exemple, c'est simplement pour savoir si, dans vos études, vous pouvez aller plus loin pour essayer de trouver quelque chose de plus raffiné. C'est simplement une suggestion.

[Traduction]

La sénatrice Merchant : Nous allons peut-être entendre parler de Rosie à l'avenir. Par contre, nous sommes en Saskatchewan, à Pelican Narrows, qui est passablement au nord. Je pense que c'est à quelque 400 kilomètres de Prince Albert, la ville de taille moyenne la plus près. Pelican Narrows a une population d'environ 2 700 habitants. Pouvez-vous me dire ce que fait exactement Rosie? L'étude porte-t-elle sur un petit groupe de personnes en ce moment? Comment est-ce que cela fonctionne? Quand l'étude a-t-elle commencé?

Mme Nejat : D'après ce que je comprends, il s'agit d'une étude pilote. Les capacités sont que le médecin, par exemple, à Saskatoon, peut commander le robot. Le médecin peut effectivement faire se déplacer le robot dans l'environnement avec le patient, puis interagir avec ce dernier. Il minimise tous les déplacements qu'un patient devrait faire pour se rendre à Saskatoon ou ailleurs pour y recevoir un traitement. Cette interaction est excellente. Littéralement, c'est le robot qui fait office de médecin, et le médecin peut commander différentes prises de vue, par exemple, pour voir le patient et interagir avec lui. Il s'agit d'une étude pilote.

Je peux vérifier pour savoir quand l'étude a commencé. Mais vous avez là un excellent exemple de la façon de réduire les déplacements et les coûts des déplacements des patients pour que les médecins soient en mesure d'interagir avec les patients en milieu rural ou dans les zones éloignées.

La sénatrice Merchant : Il s'agit donc d'un système qui aide les gens pour qu'ils n'aient pas à se rendre à Prince Albert ou à Saskatoon?

Mme Nejat : Exactement.

La sénatrice Merchant : Il ne fait rien d'autre pour ces gens; il n'administre pas les médicaments ou ne communique pas avec la pharmacie en leur nom, n'est-ce pas? Il élimine tout simplement les déplacements?

Mme Nejat : Il met le patient directement en rapport avec le médecin, et le médecin peut alors être présent et voir ce qui se passe, pouvoir interagir avec le patient pour découvrir ce qui se passe et quels sont ses besoins.

Senator Merchant: Do you have any idea what the cost of that is?

Ms. Nejat: I don't know exactly which platform has been purchased for Rosie, but telepresence robots can range from \$16,000 to much higher, depending on what types of sensors and intelligence or functionality the robots have. Some of them can actually autonomously move in their environments, whereas others are tele-operated, so a doctor has to control them. It depends on their capabilities.

The Chair: Senator Merchant, Dr. Ivar Mendez will be before us.

Senator Merchant: I thought that might be the case.

When we talk about the cost, you mentioned air travel. I don't think air travel is getting any less expensive just because they are using these other systems, but I will not go there.

Technology reinvents itself so quickly. A cellphone has certain capabilities now, but there is always a new one coming on the market. How will that work in medicine? Even if the price is coming down, how frequently will you want to — maybe you will not have to but you will want to — replace them? Because if they can do more things for you, then you will want as current a model as you can have.

Dr. Sutherland: That is a tough question, because you are dealing with technology that is moving fairly fast.

For example, when we first built neuroArm, the visual system for neuroArm was imported from the U.S. military and cost something like \$300,000. Then the kids wanted a 3-D television set, so industry moved into 3-D televisions, and the visual system for neuroArm dropped from \$300,000 to a couple thousand with a couple of cameras that were also cheaper. We are on a curve of decreasing cost and improving technology, no question.

If you said, "Should we buy a da Vinci robot for our urology centre?" I would say that you probably should. That is the current technology in that sphere. The urologists are using the da Vinci robot for millions of cases around the globe, and you will want to be part of that movement. If you said, "Will the da Vinci robot decrease in cost?" Of course it will, once there are more competitors on the block.

You never know when you should enter. Remember when we were in college and wondered whether we should buy that computer for \$10,000? We went out and bought it. Now it's \$200. You are on a rapidly moving curve in technology.

La sénatrice Merchant : Avez-vous une idée du coût?

Mme Nejat : Je ne sais pas exactement quelle plateforme a été achetée pour Rosie, mais les robots de téléprésence coûtent de 16 000 \$ en montant, selon le genre de capteurs et d'intelligence ou de fonctionnalité du robot. Certains robots peuvent effectivement se déplacer de façon autonome dans leur environnement, tandis que d'autres sont télécommandés; le médecin doit donc le faire. Tout dépend de leurs capacités.

Le président : Sénatrice Merchant, le Dr Ivar Mendez comparaitra devant nous.

La sénatrice Merchant : C'est ce que je pensais.

Parlant de coût, vous avez mentionné les déplacements en avion. Je ne pense pas que les déplacements en avion coûtent moins cher tout simplement parce qu'ils utilisent ces autres systèmes, mais je n'insisterai pas là-dessus.

La technologie se réinvente tellement rapidement. Maintenant, un téléphone cellulaire possède certaines capacités, mais il y en a toujours un nouveau sur le marché. Comment est-ce que cela fonctionnera en médecine? Même si le prix diminue, à quelle fréquence voudrez-vous — peut-être que ce ne sera pas nécessaire, mais vous voudrez le faire — les remplacer? En effet, s'ils font encore plus de choses pour vous, vous voudrez alors avoir le modèle le plus récent possible.

Dr Sutherland : Vous posez une question difficile, parce qu'il est question de technologie qui se développe assez rapidement.

Par exemple, lorsque nous avons construit neuroArm, le système visuel pour neuroArm a été importé des États-Unis, de l'armée en fait, et a coûté quelque chose comme 300 000 \$. Ensuite, les enfants ont voulu des téléviseurs 3D, de sorte que l'industrie est passée aux téléviseurs 3D, et le système visuel pour neuroArm est passé de 300 000 \$ à quelques milliers de dollars, avec des caméras qui étaient aussi moins dispendieuses. À l'heure actuelle, il ne fait aucun doute que la courbe suit une diminution des coûts et une amélioration de la technologie.

Si vous aviez demandé : « Devrions-nous acheter un robot da Vinci pour notre centre d'urologie? », je répondrais que vous devriez probablement le faire. Il s'agit de la technologie actuelle dans ce domaine. Les urologues utilisent le robot da Vinci pour des millions de cas un peu partout dans le monde, et vous voulez faire partie de ce mouvement. Si vous disiez : « Est-ce que le prix du robot da Vinci va diminuer? » Bien sûr qu'il va diminuer, dès qu'il y a des concurrents qui se pointent.

Vous ne savez jamais à quel moment vous devriez le faire. Rappelez-vous lorsque nous étions aux études et que nous nous demandions si nous devions acheter cet ordinateur pour 10 000 \$? Nous l'avons acheté. Maintenant, il vaut 200 \$. En technologie, la courbe change rapidement.

That self-assembling robot I spoke about from Germany? About 10 years ago, that would cost a couple hundred thousand. Now it's thousands. That is a tremendous drop in cost in 5 to 10 years. Robotic technology will always decrease for the foreseeable future.

The Chair: That has been the way the world has gone in other areas, and this will do the same, but it will be more complex.

The other thing we heard at our last meeting is that they will reach a stage where many of the robots will be upgraded like your automobile is, and you can lease them and replace them on an ongoing basis. The real issue I think the senator is getting at is the enormous upfront capital investment in large, costly equipment, as we have seen in the past.

I think what we will hear during our study is that the financing models will keep pace with the emerging technologies, except when you are at the leading edge, as Dr. Sutherland is. Would you like to add anything to that?

Dr. Sutherland: When you are at the leading edge, you are buying the most expensive things. We are buying the most expensive airplane because we believe it's the best.

The other thing about that leading edge, which Canada has been in in robotics, is that it is very expensive, but it is showing the way for future directions for people, and that is a very important contribution of Canada to the world stage in robotics.

Senator MacDonald: The last line of questioning segues into what I wanted to speak about. I am a person who has always admired those who humble me the most: scientists, surgeons, engineers and anyone who combines their hands with their minds to accomplish great things for humankind. Those are the people I look up to. All this costs money —

The Chair: We have a lot of questions to come, so please continue.

Senator MacDonald: I'm curious how the lack of private medicine and private hospitals in Canada affects research and development in your fields.

Dr. Sutherland: You are asking that question?

Senator MacDonald: Yes. How much of an impact does that have when you are trying to develop these technologies?

Dr. Sutherland: One of the biggest impacts of the development of technology in our country is the translation from university into products. That is our major handicap. I don't know whether it would change if we had private hospitals. We have to think about why capital investment doesn't occur in great Canadian

Le robot de l'Allemagne qui s'assemble tout seul et dont j'ai parlé? Il y a environ 10 ans, il aurait coûté quelques centaines de milliers de dollars. Aujourd'hui, il coûte des milliers de dollars. Il s'agit d'une baisse considérable du prix en cinq à dix ans. La technologie robotique sera toujours de moins en moins dispendieuse dans un avenir prévisible.

Le président : C'est ce qui s'est passé dans d'autres domaines, et ce domaine-ci n'y fera pas exception, mais ce sera plus complexe.

L'autre chose mentionnée à notre dernière séance, c'est que l'on parviendra à un stade où un grand nombre des robots seront mis à niveau, comme votre automobile l'est, et vous pouvez les louer et les remplacer continuellement. Je pense que la véritable question à laquelle veut en venir la sénatrice, c'est l'investissement initial considérable dans des équipements dispendieux, comme nous l'avons vu par le passé.

Je pense que dans le cadre de notre étude, nous allons apprendre que les modèles de financement suivront le rythme des nouvelles technologies, sauf lorsque vous êtes à la fine pointe, comme c'est le cas pour le Dr Sutherland. Aimerez-vous ajouter des observations?

Dr Sutherland : Lorsque vous êtes à la fine pointe de la technologie, vous achetez ce qu'il y a de plus dispendieux. Nous achetons l'avion le plus dispendieux parce que nous croyons qu'il est le meilleur.

L'autre chose au sujet de la fine pointe de la technologie, ce qui est le cas du Canada en robotique, c'est que cette technologie est très dispendieuse, mais elle pave la voie à des orientations futures pour les gens, et il s'agit d'une contribution très importante du Canada sur la scène mondiale en robotique.

Le sénateur MacDonald : Les dernières questions m'amènent à ce dont je voulais vous parler. Je suis le genre de personne qui a toujours admiré les scientifiques, les chirurgiens, les ingénieurs et quiconque utilise ses mains et son esprit pour accomplir de grandes choses pour l'humanité. Ce sont les gens que j'admire. Tout cela coûte de l'argent...

Le président : Il y a encore beaucoup de questions à venir, veuillez poursuivre.

Le sénateur MacDonald : J'aimerais savoir dans quelle mesure l'absence d'hôpitaux privés et de cabinets de médecin privés au Canada influe sur la recherche et développement dans vos domaines.

Dr Sutherland : Vous me posez cette question?

Le sénateur MacDonald : Oui. Quelle est l'incidence quand vous essayez de mettre au point ces technologies?

Dr Sutherland : L'une des plus importantes répercussions du développement de la technologie au Canada, c'est le passage de l'université aux produits. Voilà notre principal handicap. Je ne sais pas si cela changerait quoi que ce soit si nous avions des hôpitaux privés. Nous devons nous demander pourquoi il n'y a

discoveries such that they move into products to create more and more companies. A lot of our discoveries get moved to a different country where they become products that Canadians use.

I don't think it is the problem of private facilities versus government-sponsored health care systems. There is something else. Canadians do not invest in Canadian discovery the way America does. Canadians do not tend to take chances the way America tends to do. A lot of our great Canadian things have moved to America, where they have become great products. Wasn't Elon Musk initially trained at Queen's University in Kingston, Ontario? Why is Tesla down in the States? All of these things are questions.

Perhaps we need to create an economic environment in Canada that lets people invest into these kinds of discoveries so that products can appear. It's the products that will drive our nation, in part.

Senator MacDonald: With regard to the support that we do get for these types of developments, is most of that from university endowments or governments?

Dr. Sutherland: It depends on the nature of the project. If I look at Project neuroArm, Calgary's philanthropic community came to the plate. I went to see a kind fellow by the name of Doc Seaman who said, "That's a good idea. Here is some money, and you can get it going." That money was used as a form of leverage to both provincial and federal granting agencies that contributed a lot of money to complete that project.

I don't think it is because Canada doesn't have money for basic science; they do. We fund a lot of science across Canada. We can argue whether we should fund more, but I am going back to my statement: If we create more private companies, they will foster the ongoing evolution of discovery.

The Chair: Thank you, Dr. Sutherland. Before I turn to Senator Raine, we won't get into the issue you and Senator MacDonald have been pursuing, but that has been the greatest challenge throughout my career. That's been a major weakness of the Canadian knowledge. We punch above our weight in terms of basic discovery, and we are one of the poorest in the industrialized world in translating those discoveries into social and economic value. You have outlined that well.

Dr. Sutherland: I think we call that "paradox lost."

pas d'investissements en capitaux dans les grandes découvertes canadiennes qui nous permettent de les transformer en produits qui à leur tour nous permettent de créer de plus en plus d'entreprises. Beaucoup de nos découvertes se retrouvent dans un autre pays où elles deviennent des produits que les Canadiens utilisent.

Je ne pense pas que ce soit le problème d'installations privées par opposition à des systèmes de soins de santé financés par les gouvernements. Il y a autre chose. Les Canadiens n'investissent pas dans les découvertes canadiennes comme le font les Américains. Les Canadiens n'ont pas tendance à prendre des risques comme le font les Américains. De nombreuses découvertes canadiennes sont passées aux États-Unis, où elles sont devenues d'excellents produits. Elon Musk n'a-t-il pas d'abord fait ses études à l'Université Queen's à Kingston, en Ontario? Pourquoi est-ce que Tesla est aux États-Unis? Toutes ces choses sont des questions.

Peut-être que nous devons créer un environnement économique au Canada qui laisse les gens investir dans ces sortes de découvertes pour que des produits puissent en ressortir. Les produits seront le moteur de notre pays, en partie.

Le sénateur MacDonald : En ce qui concerne le soutien que nous recevons pour ces travaux de développement, provient-il principalement des fonds de dotation universitaires ou des gouvernements?

Dr Sutherland : Tout dépend de la nature du projet. Si je prends le projet neuroArm, le milieu philanthropique de Calgary s'est impliqué. Je suis allé rencontrer un type très gentil, du nom de Doc Seaman, qui a dit : « C'est une bonne idée. Voici un peu d'argent et vous pouvez démarrer le projet. » Cet argent a servi en quelque sorte de levier auprès des organismes subventionnaires provinciaux et fédéraux qui ont investi beaucoup d'argent pour terminer le projet.

Je ne pense pas que ce soit parce que le Canada n'a pas d'argent à investir dans la science de base; il y en a. Nous finançons beaucoup de projets scientifiques d'un bout à l'autre du pays. Nous pouvons débattre de la question de savoir si nous devrions en financer davantage, mais je m'en tiens à ma déclaration : si nous créons plus d'entreprises privées, elles favoriseront l'évolution continue de la découverte.

Le président : Merci, docteur Sutherland. Avant de céder la parole à la sénatrice Raine, nous n'allons pas examiner la question que vous et le sénateur MacDonald avez soulevée, mais cela a constitué le plus grand défi tout au long de ma carrière. Il représente un important point faible de la base de connaissances du Canada. Nous faisons plus que notre part pour ce qui est des découvertes de base à valeur sociale et économique. Vous l'avez très bien décrit.

Dr Sutherland : Je pense que c'est ce que nous appelons le « paradoxe perdu ».

Senator Raine: My question is for Dr. Nejat. In thinking about how robots can help in home care, you often have a couple in home care. One of them needs care and one of them is stuck home caring for the person. That person who is the caregiver needs to get out to socialize, grocery shop and stay healthy themselves. If you have a caregiver that's kind of like a pet for both of them that can stay home with the wife or husband while the other one goes out, and they can communicate back and forth, I see that as a tremendous opportunity. Are you working on that, where the communication through the robot to the person needing care can be pretty much instantaneous? If the person says, "Hey, I'm not feeling well, come home," you can turn around and go home. For instance, if you live in a golf course community, you can go golfing while your wife stays at home and watches soap operas, but you can still have a good quality of life. Is that the type of thing we are looking at in terms of a robot?

Ms. Nejat: Sure. That could be one example of having a couple living together where the robot can provide the safeguarding and connection to the other family member while they are out of the house running errands.

As you mentioned, one important thing is that informal caregivers also become depressed while taking care of another family member, whether it's a spouse, children or their own parents. It's important, because they are the backbone of the support, for these individuals to make sure they are interacting and keeping up with their social network, physical activities, and so on. You can use the robot for that. It doesn't necessarily have to be with the person living by themselves, but it can be an integrated part of the family as well.

Senator Raine: Are you doing focus groups with that kind of clientele, a couples situation? I am willing to bet there are a lot of people out there that would welcome that kind of assistance.

Ms. Nejat: We have not in the past, but thank you so much for the idea. It may be one of our future directions. I agree with you. It is an interesting relationship as well.

Senator Raine: We all know people who are caregivers for a patient with dementia. I'm in that situation, and I'm fortunate that I have found a caregiver who comes in — a companion, we call them — and visits with my sister. It's fantastic that as soon as she texts me, "I'm with Liz and Jake" or "I'm with Liz and here's a picture of her," I can quickly take a selfie. We have this human connection going, but that could also be possible with their "pet."

La sénatrice Raine : Ma question s'adresse à Mme Nejat. En songeant à ce que les robots peuvent faire pour aider dans la prestation de soins à domicile, vous avez souvent un couple en situation de soins à domicile. Un des deux a besoin de soins et l'autre reste à la maison à s'occuper de son conjoint. Cette personne, qui est la personne soignante, a besoin de sortir pour socialiser, faire l'épicerie et rester elle-même en santé. Si vous avez une personne soignante qui est une sorte d'animal de compagnie pour les deux et qui reste à la maison avec l'épouse ou le mari pendant que l'autre sort, qui fait en sorte qu'ils peuvent communiquer entre eux, j'y vois une occasion exceptionnelle. Est-ce un aspect sur lequel vous travaillez, où la communication par le robot avec la personne qui a besoin de soins peut être pratiquement instantanée? Si la personne dit : « Je ne me sens pas bien, reviens à la maison », vous pouvez revenir immédiatement à la maison. Par exemple, si vous habitez dans une collectivité où il y a un terrain de golf, vous pouvez aller jouer au golf pendant que votre épouse reste à la maison et regarde ses émissions préférées, mais vous pouvez quand même avoir une belle qualité de vie. Est-ce ce à quoi nous pouvons nous attendre d'un robot?

Mme Nejat : Bien sûr. On pourrait prendre l'exemple d'un couple où le robot peut assurer la protection et le lien avec les autres membres de la famille lorsque le couple quitte la maison pour faire des courses.

Comme vous l'avez indiqué, un aspect important est que les aidants naturels deviennent aussi déprimés pendant qu'ils prennent soin d'un autre membre de la famille, qu'il s'agisse d'un conjoint, d'enfants ou de leurs propres parents. C'est important, parce qu'ils sont la pierre d'assise du soutien, ils font en sorte que ces personnes interagissent et conservent leur réseau social, leurs activités physiques, et cetera. Vous pouvez utiliser le robot à cette fin. Il n'est pas nécessaire qu'il soit avec la personne qui vit seule, mais il peut faire partie intégrante de la famille.

La sénatrice Raine : Organisez-vous des groupes de concertation avec cette clientèle, une situation de couple? Je suis prête à parier qu'il y a beaucoup de gens qui seraient heureux d'avoir cette forme d'assistance.

Mme Nejat : Nous ne l'avons pas fait jusqu'à maintenant, mais je vous remercie de l'idée. Il pourrait s'agir de l'une de nos orientations futures. Je suis d'accord avec vous. Cela crée aussi une relation intéressante.

La sénatrice Raine : Nous connaissons tous des gens qui prodiguent des soins à un patient atteint de démence. Je suis dans cette situation, et j'ai la chance d'avoir trouvé une personne soignante qui vient sur place — nous l'appelons un compagnon ou une compagne — et rend visite à ma sœur. C'est fantastique, parce qu'elle m'envoie aussitôt un texte qui dit : « Je suis avec Liz et Jake » ou « Je suis avec Liz et voici sa photo », je peux rapidement faire un égoportrait. Nous avons maintenant cette connexion humaine, mais cela pourrait aussi être possible avec leur « animal de compagnie ».

Ms. Nejat: Telepresence robots would be perfect for that. You have a tablet, a screen on the robot and that could be the gateway to you taking pictures and they show up on the screen, or you interacting with the person through the robot.

Senator Raine: However, I would confirm what Senator Merchant said: Once a person gets dementia, they can't learn anything new. When my sister moved and had a telephone where you had to put a "one" in front of it, she couldn't make a phone call. It is quite complicated, but I think there are tremendous possibilities here.

Ms. Nejat: Right. That makes the difference between the active technology and the capabilities that robots have versus the passive technologies out there.

Senator Raine: I have a question for Dr. Sutherland.

You alluded to the fact that the neuroArm was sold to the U.S., struggled for a while and now it is coming back. Have we lost that technology? What is happening exactly? I didn't quite understand what happened to it.

Dr. Sutherland: That is related a bit to the last question. It's not that you lost the technology; it is being developed in another nation.

Senator Raine: Did I understand you say they were failing in their development somehow?

Dr. Sutherland: I think when a Canadian company moves to America, they can get caught up in some serious competition and have some economic hurdles. Then they have to recover from that and file for approvals through FDA, and that can be a fairly large hurdle. Once they come through the other side of that, they have to show profit every quarter. Then they have to begin the cycle again.

It comes back to that question: How do you create a company and how does the company become successful? How does a company get all the regulatory approvals that allow the entry of a medical device or medical products into the marketplace?

Senator Raine: In Canada?

Dr. Sutherland: If we can do that in Canada, it would be wonderful, because a lot of our products have gone to America.

I often ask my residents: "Why is insulin not made in Canada?" We have the picture of Banting and Best on some of our money, but insulin is not manufactured in our nation, which is a loss for our country.

The Chair: The answer to that, of course, is it is not made the way we made it.

Mme Nejat : Les robots de téléprésence seraient parfaits pour cela. Vous avez une tablette, un écran sur le robot et cela pourrait devenir la passerelle qui vous permet de prendre des photos et qui s'affichent à l'écran, ou d'interagir avec la personne par le truchement du robot.

La sénatrice Raine : Cependant, je confirmerais ce que la sénatrice Merchant a dit : dès qu'une personne est atteinte de démence, elle ne peut plus rien apprendre de nouveau. Lorsque ma sœur a déménagé et avait un téléphone et que vous deviez signaler « 1 » pour commencer, elle ne pouvait pas faire d'appel. C'est passablement compliqué, mais je pense qu'il y a des possibilités extraordinaires ici.

Mme Nejat : Tout à fait. C'est toute la différence entre la technologie active et les capacités que les robots possèdent par opposition aux technologies passives que l'on connaît.

La sénatrice Raine : J'ai une question pour le Dr Sutherland.

Vous avez fait allusion au fait que le neuroArm a été vendu aux États-Unis, qu'il a connu des difficultés pendant un certain temps et que la situation s'améliore maintenant. Avons-nous perdu cette technologie? Que se passe-t-il au juste? Je ne comprends pas tout à fait ce qui lui est arrivé.

Dr Sutherland : C'est un peu relié à la dernière question. Vous n'avez pas perdu la technologie; elle est développée dans un autre pays.

La sénatrice Raine : Ai-je bien compris que c'était un problème de développement?

Dr Sutherland : Je pense que lorsqu'une compagnie canadienne passe aux États-Unis, elle peut se retrouver face à une forte concurrence et devoir surmonter des obstacles économiques. Elle doit alors se relever de cette situation et demander des approbations par l'entremise de la FDA, et cela peut constituer un assez gros obstacle. Une fois que cet obstacle est franchi, elle doit réaliser un profit tous les trimestres. Puis, elle doit recommencer le cycle.

Tout revient à la question suivante : comment créez-vous une compagnie et comment est-ce que la compagnie devient prospère? Comment est-ce qu'une compagnie obtient toutes les approbations réglementaires qui lui permettent d'introduire un appareil médical ou un produit médical sur le marché?

La sénatrice Raine : Au Canada?

Dr Sutherland : Si nous pouvions le faire au Canada, ce serait merveilleux, parce que beaucoup de nos produits sont passés aux États-Unis.

Je demande souvent à mes résidents : « Pourquoi est-ce que l'insuline n'est pas fabriquée au Canada? » Nous avons l'image de Banting et de Best sur quelques-unes de nos pièces de monnaie, mais l'insuline n'est pas fabriquée ici, ce qui constitue une perte pour notre pays.

Le président : Bien entendu, la réponse à cela, c'est qu'elle n'est pas faite comme nous la faisons.

Senator Dean: This is a terrific discussion. I accept that this is the future, partly because we are somewhere down the road already at the low end and partly because of what we already have seen in industrial processing, in terms of the application of robotics and artificial intelligence. Many elements of this are already out there in terms of technology. If you twin that with the economic concept that we already have in the health system of moving to the lowest cost competent provider, it turns out in some cases it happens to be a robot at this point. If that is the future — and I am certain that it is — I can see a robot in every long-term care home and perhaps in every home where someone has moved from long-term care to home care.

At the other end of the spectrum where we think about the most advanced surgery, robotic surgery, the question is one that goes to equity in the health world. Are we democratizing health care or are we commodifying health care as we go down this road? We have talked a lot about the private sector, understandably.

Where does this take us, particularly at the high end, in terms of access to care? We know already that it is difficult for governments to regulate anything that becomes digitized and crosses boundaries quickly. Where does this take us? Is this ultimately about democratization or who can afford to buy the latest, best robot and the latest, best technology in terms of advanced surgery?

Dr. Sutherland: That is a tricky question, of course. There will always be people on our planet that will demand the most advanced and best care, and there will always be a facility created somewhere on our planet that will deliver that product. Those people will go to get that product.

We have another mandate, which is to provide excellent health care to Canadians. What robotics can do, whether it is a robot operating or a robot looking at your health care information together with machine learning, is provide Canadians with standardization of care.

If I give a standard care paradigm for the treatment of something — I don't care what it is; it could be a hernia — I will improve outcome and decrease cost. It is well proven; multiple studies show that. So, it's standardization. If I have a robotic technology and artificial intelligence at play, if I plan to do something on you in hospital Z, up will come that map and direct me to that particular procedure, which would be a tremendous aid for health care across this nation.

This is something that could really help Canadian health care, because it will make it standard. If you come in with a meningioma, there is a standard care map for you and it will

Le sénateur Dean : Cette discussion est des plus intéressantes. Pour ce qui est de l'application de la robotique et de l'intelligence artificielle, j'accepte que ce soit l'avenir, en partie parce que nous avons déjà fait une bonne partie du chemin, et en partie à cause de ce que nous avons déjà vu de la transformation industrielle. De nombreux éléments font déjà partie de la technologie que nous utilisons. Si vous jumelez cela au concept économique voulant que nous ayons déjà dans le système de la santé recours au fournisseur compétent qui propose les plus bas coûts, il s'avère dans certains cas que c'est un robot maintenant. Si c'est la voie de l'avenir — et j'en suis convaincu —, je peux voir un robot dans chaque maison de soins de longue durée et peut-être dans chaque domicile où quelqu'un est passé des soins de longue durée aux soins à domicile.

À l'autre extrémité du spectre, lorsque nous pensons à la chirurgie la plus avancée, la chirurgie assistée par robot, la question est vraiment une question de capitalisation dans le monde de la santé. Est-ce que nous sommes en train de démocratiser les soins de santé ou est-ce que nous sommes en train de les transformer en produits à mesure que nous progressons sur cette voie? Nous avons beaucoup parlé du secteur privé, et c'est bien compréhensible.

Où est-ce que cela nous amène, en particulier dans le segment supérieur, pour ce qui est de l'accès aux soins? Nous savons déjà qu'il est difficile pour les gouvernements de réglementer tout ce qui est numérisé et franchit rapidement les frontières. Où est-ce que cela nous amène? S'agit-il en fin de compte d'une démocratisation ou de savoir qui peut se permettre d'acheter ce qu'il y a de plus récent, le meilleur robot et le plus récent, la meilleure technologie pour la chirurgie avancée?

Dr Sutherland : Bien entendu, la question est épineuse. Il y aura toujours des gens qui exigeront les soins les plus avancés, les meilleurs soins, et il y aura toujours une installation quelque part qui offrira ce produit. Ces gens iront se procurer ce produit.

Notre mandat est différent. Nous devons offrir d'excellents soins de santé à la population canadienne. Ce que la robotique peut faire, qu'il s'agisse d'un robot qui se promène ou d'un robot qui consulte les renseignements sur vos soins de santé et qui est doté d'un apprentissage machine, c'est de fournir aux Canadiens une normalisation des soins.

Si je donne un paradigme de soins de santé ordinaire pour traiter quelque chose — peu importe quoi, il pourrait s'agir d'une hernie —, j'améliorerai le résultat et je réduirai les coûts. Cela est bien établi; des études nombreuses le montrent. Donc, il s'agit de normalisation. Si je fais intervenir la technologie robotique et l'intelligence artificielle, si je prévois vous opérer à l'hôpital Z, cette carte s'affichera et me dirigera vers cette opération précise, ce qui constituerait une aide incroyable pour les soins de santé d'un bout à l'autre du pays.

Voilà quelque chose qui pourrait vraiment aider les soins de santé au Canada, parce que cela deviendra la norme. Si vous développez un méningiome, vous avez une carte de soins standard

improve your outcome. If you come in with that meningioma but you want to go somewhere, you have to fly there and do that. You will always have those folks who are moving to supreme health care units, as we call them — not necessarily given supreme health care, but have the impression that they're given supreme health care.

Senator Dean: That's a great answer, and you get bonus marks because I wouldn't have anticipated that you'd know about my hernia.

Dr. Sutherland: We can do something about that.

Ms. Nejat: Can I add one quick thing to that? Regarding the standardized care, as well as the access to that care, whether you're in Yellowknife, Montreal, Vancouver or Winnipeg, you get that care.

The Chair: We're looking at the positive side of this.

Senator Petitclerc: Thank you for being here. It's fascinating. I want to take the conversation away from the robots and back to the humans. My question is for you, Dr. Sutherland. You talked about the surgeons and the balance in the technology and the machine being more precise and accurate, but the human having the executive capacity and experience. It's back to acceptance, but this time from the surgeon, so I'm interested in knowing how it is accepted.

There are three parts: How is all this new technology accepted by surgeons and the community in general? How does it change if they have to go back to school? What does that imply in terms of those surgeons having to keep up to date as that technology improves? How do you see the future of the balance? Is the technology going to become more prominent while the input of humans and their experience diminishes as the technology gets more precise? I'm curious about those three aspects.

Dr. Sutherland: That's a pretty broad question, too. Surgeons are conservative. You have a very conservative population of people, but they are also knowledgeable of non-sustainability and they know that technology provides an advantage, or it might make something quicker or less invasive. I go back to the laparoscopic surgery that came in when I was in college. We traditional surgeons would look down on that. The guy was doing the laparoscopic procedure and taking six hours to do it, while I could take that gall bladder out in two minutes. Of course, I'm being fastidious, but that laparoscopic person won and now it takes only minutes to do that laparoscopic procedure and the patients all want it.

If I give a precise and accurate way to manage you in some way, you will want that, and I, as a surgeon, will have to adopt that technology or you will move to a different person. Surgeons and people will adopt what will make you better, faster. They will

pour vous et elle améliorera le résultat. Si vous vous présentez avec ce méningiome, mais vous voulez aller ailleurs, vous pouvez prendre l'avion pour y aller et le faire. Il y aura toujours des gens qui iront dans les centres de soins de santé suprêmes, comme nous les appelons — où ils ne reçoivent pas nécessairement des soins de santé suprêmes, mais ils ont l'impression qu'ils reçoivent des soins de santé suprêmes.

Le sénateur Dean : Excellente réponse, et vous obtenez des points supplémentaires parce que je n'aurais jamais pensé que vous saviez à propos de ma hernie.

Dr Sutherland : Nous pouvons y faire quelque chose.

Mme Nejat : Puis-je ajouter un commentaire rapide? Au sujet des soins normalisés, ainsi qu'à l'accès à ces soins, que vous soyez à Yellowknife, à Montréal, à Vancouver ou à Winnipeg, vous obtenez ces soins.

Le président : Nous regardons le côté positif de tout cela.

La sénatrice Petitclerc : Je vous remercie d'être venus. C'est fascinant. J'aimerais m'éloigner des robots et revenir aux humains. Ma question s'adresse à vous, docteur Sutherland. Vous avez parlé des chirurgiens et de l'équilibre dans la technologie et la machine qui est plus précis, mais de l'humain qui possède l'expérience et la capacité d'exécution. Nous revenons à l'acceptation, mais cette fois de la part du chirurgien. J'aimerais donc savoir comment elle est acceptée.

Il y a trois volets : comment est-ce que les chirurgiens et la communauté en général acceptent cette nouvelle technologie? Que change-t-elle s'ils doivent retourner aux études? Qu'est-ce que cela implique du côté des chirurgiens qui doivent maintenir leurs connaissances à jour à mesure que la technologie s'améliore? Comment voyez-vous l'avenir de l'équilibre? La technologie va-t-elle devenir plus importante pendant que la contribution des humains et leur expérience diminuent à mesure que la technologie gagne en précision? J'aimerais savoir ce que vous pensez de ces trois aspects.

Dr Sutherland : Votre question est passablement vaste. Les chirurgiens sont des gens conservateurs. Vous avez un groupe de gens très conventionnels, mais ils sont aussi très au courant de la non-durabilité et ils savent que la technologie procure un avantage, ou pourrait effectuer quelque chose plus rapidement et de façon moins invasive. Je reviens à la chirurgie laparoscopique au moment où je faisais mes études. Nous, les chirurgiens traditionnels, la regardions de haut. Il fallait six heures à la personne qui procédait à cette opération, pendant que je pouvais retirer une vésicule biliaire en deux minutes. Bien entendu, je fais mon difficile, mais cette personne qui faisait la laparoscopie a gagné. Il suffit maintenant de quelques minutes pour réaliser cette opération, et c'est ce que tous les patients veulent.

Si je donne une façon précise et exacte de vous prendre en charge, c'est ce que vous voudrez et, moi, en tant que chirurgien, je devrai adopter cette technologie, sinon vous irez voir ailleurs. Les chirurgiens et les gens adopteront ce qui vous rend meilleur,

want to see evidence. We didn't talk about that very much, but they would want to see an evidence-based treatment map. What is the evidence? In what journal was it published? Who is looking at it? Have our societies adopted those principles? If so, surgery will move towards that. They have already embraced surgical simulation in the curriculum.

I want to come back to another theme that I heard mentioned. The young people are playing games and are using this virtual environment a lot. I can tell you the young residents that are coming to look at new positions want the place with the high technology. They want to see these kinds of things. They embrace these kinds of things. We are creating a health care system for the future, not for the people of the present or past. We want to have something great that the young people of our nation adopt and move towards in that discipline.

I think I've gone around that answer. I can tell you the patients want it. If I see a patient in my clinic and I say, "I'm just going to do traditional neurosurgery on you," they are a little bit upset. They will probably say, "We heard about the neuroArm, and we wanted to know if that could be used on me." Patients embrace new technologies that might help their outcome.

The Chair: Before I turn to the second round, I want to ask a couple of questions.

Dr. Sutherland, your area is in a fascinating state of development. You're giving us an excellent example of how it has been developing, and in surgery in general there are a lot of things on the horizon.

I want to come back to the issue of attempting to commercialize new robotic developments in Canada. There is something called the Centre for Surgical Invention and Innovation in Hamilton. Are you familiar with that and have you contacted them with regard to the neuroArm?

Dr. Sutherland: I am familiar with that centre. We have not contacted, but I did something else related to neuroArm: I brought together the business leaders of Calgary and I called them an advisory board. When I say "I," that was Doc Seaman. He phoned his friends and we had meetings. That group of entrepreneurs of downtown Calgary guided us into how we would manage intellectual property; how we would look at the landscape of intellectual property, or IP, in this domain; how we would bring our IP to patents and secure those things; how we would then create a company in Calgary; and how that company would interact with other companies. We did things like that. We did not talk to another centre in Hamilton or elsewhere because we were given some guidance.

The guidance that I think was missing was the manufacturing facility. If I had enough money to build or to rent a warehouse near the airport in Calgary, and if I had enough people to come to Calgary and help manufacture robots, I would create a

plus rapide. Ils voudront voir les preuves. Nous n'en avons pas beaucoup parlé, mais ils voudraient voir une carte de traitement fondée sur des preuves. Quelles sont les preuves? Dans quelle revue scientifique ont-elles été publiées? Qui l'envisage? Est-ce que nos sociétés ont adopté ces principes? Si c'est le cas, la chirurgie prendra cette orientation. Le programme d'études comprend déjà la simulation chirurgicale.

J'aimerais revenir à un autre thème qui a été mentionné. Les jeunes jouent à des jeux et utilisent beaucoup cet environnement virtuel. Je peux vous dire que les jeunes résidents qui cherchent de nouveaux postes veulent ceux qui comportent la haute technologie. C'est ce qu'ils veulent voir. Ils adoptent ces choses. Nous créons un système de soins de santé pour l'avenir, et non pas pour les gens d'aujourd'hui ou d'hier. Nous voulons avoir quelque chose d'excellent que les jeunes de notre pays adoptent et s'orientent vers cette discipline.

Je pense avoir contourné la réponse. Je peux vous dire que les patients le veulent. Si je reçois un patient dans ma clinique et lui dis : « Dans votre cas, je vais effectuer la neurochirurgie traditionnelle », il est un peu fâché. Il dira probablement : « J'ai entendu parler du neuroArm, et je me demandais si on peut y recourir dans mon cas. » Les patients adoptent les nouvelles technologies qui pourraient les aider.

Le président : Avant de passer au deuxième tour, j'aurais quelques questions à poser.

Docteur Sutherland, votre discipline se développe de façon spectaculaire. Vous nous donnez un excellent exemple de la façon qu'elle se développe, sans oublier qu'en chirurgie en général, il y a énormément de choses à l'horizon.

J'aimerais revenir à la question de la commercialisation des nouveaux développements en robotique au Canada. À Hamilton, il y a le Centre for Surgical Invention and Innovation. Le connaissez-vous et avez-vous communiqué avec des gens là-bas au sujet du neuroArm?

Dr Sutherland : Je connais ce centre. Nous n'avons pas communiqué, mais j'ai fait autre chose relié au neuroArm : j'ai réuni des chefs d'entreprise à Calgary qui ont formé ce que j'ai appelé un comité consultatif. Lorsque je dis « je », je parle de Doc Seaman. Il a appelé ses amis et nous avons tenu des réunions. Ce groupe d'entrepreneurs du centre-ville de Calgary nous a guidés dans la façon de gérer la propriété intellectuelle; comment concevoir la propriété intellectuelle, ou PI, dans ce domaine; comment amener notre PI aux brevets et sécuriser tout cela; comment créer une entreprise à Calgary; et comment cette entreprise interagirait avec d'autres entreprises. Voilà ce que nous avons fait. Nous n'avons pas communiqué avec un autre centre, à Hamilton ou ailleurs, parce que nous recevions une orientation.

D'après moi, l'orientation qui nous manquait, c'était l'installation manufacturière. Si j'avais suffisamment d'argent pour construire ou louer un entrepôt près de l'aéroport à Calgary, et si j'avais suffisamment de gens qui viendraient à Calgary et

manufacturing facility for the development of these robots, and I would, in turn, have to, in some way, partner with another company to get worldwide distribution.

One of the things that you see in America or Europe when you're thinking of partnering is that if I partner with a company like Stryker, an American company, they're in every hospital around the planet and so they're negotiating with everyone around the planet. A partnership is how I would probably envisage a manufacturing facility in Canada moving medical device product into the marketplace.

Can I add a little more to that?

The Chair: I was mainly interested to know whether you had been in contact with the operation that is apparently in Hamilton. I don't know how far we want to go into the commercialization aspect, but if you have a specific point you'd like to make, go ahead.

Dr. Sutherland: The only point is that most of our funding agencies underestimate the cost of IP protection and bringing the product to market. It's a different game compared to funding the discovery research.

The Chair: You're totally right in your concerns. We just don't have the total capability to support at that level. I wanted to know about that one because their mission is supposedly in this area. We're going to explore that further, but I just wanted to know if you had been involved with them.

Taking your experience, you've dealt with this at an exceedingly high level and with a high level of success with the focused development of neuroArm for neuro-surgery, which is about as high as you can get in terms of the application. We have seen in some recent literature the idea of taking a different kind of surgery — I want you to speculate a bit here — like prostate cancer, for example. The prostate is an area where it is difficult, using normal techniques and conditions, for a surgeon to have a really good understanding of the three-dimensional character of an individual prostate. There is reported development of 3-D imaging that can be applied in the area, and the concept is that that will allow the surgeons a much higher degree of accuracy, and accuracy in that area is one of the things that's absolutely critical as well.

Do you see the coupling of the capacity of 3-D MRIs with robotic surgical techniques as coming into the area quickly?

Dr. Sutherland: I wouldn't limit it to MRI.

The Chair: I was just using that as an example.

Dr. Sutherland: Let's say 3-D imaging. A 3-D imaging data set is what you want because that can register whatever device you have to that 3-D space and allows accurate entry into the target

m'aideraient à fabriquer le robot, je créerais une installation manufacturière pour le développement de ces robots et, à terme, j'aurais dans un sens à créer un partenariat avec une autre entreprise pour la distribution partout dans le monde.

L'une des choses que vous voyez aux États-Unis ou en Europe lorsque vous songez à un partenariat, c'est que si je m'associe à une entreprise comme Stryker, une entreprise américaine, elle est dans tous les hôpitaux de la planète et négocie donc avec tout le monde. Un partenariat est probablement ce que j'envisagerais comme installation manufacturière au Canada pour amener les produits médicaux sur le marché.

Puis-je ajouter d'autres précisions?

Le président : Je cherchais surtout à savoir si vous aviez eu des communications avec des responsables de ce qui semble se faire à Hamilton. Je ne sais pas à quel point nous voulons approfondir l'aspect de la commercialisation, mais si vous avez un élément précis dont vous aimeriez nous faire part, allez-y.

Dr Sutherland : Le seul point est que la plupart de nos organismes de financement sous-estiment le coût de la protection de la PI et celui de la mise en marché du produit. C'est un aspect totalement différent de celui du financement de la recherche axée sur la découverte.

Le président : Vous avez parfaitement raison pour ce qui est de vos préoccupations. Nous n'avons tout simplement pas la capacité totale de soutien à ce niveau. Je voulais savoir à propos de ce centre, parce que sa mission est apparemment dans ce domaine. Nous allons examiner cette question davantage, mais je voulais tout simplement savoir si vous aviez communiqué avec ces gens-là.

Compte tenu de votre expérience, vous avez agi à un niveau excessivement élevé et vous avez obtenu énormément de succès avec le développement ciblé de neuroArm pour la neurochirurgie, ce qui est à peu près le plus haut que vous pouvez aller en termes d'application. Nous avons vu dans une brochure récente l'idée de viser une chirurgie différente — je vous demande de conjecturer un peu ici — le cancer de la prostate, par exemple. Il est difficile pour un chirurgien dans des conditions normales et qui utilisent des techniques normales de vraiment bien saisir le caractère tridimensionnel de la prostate. On dit qu'on est à mettre au point une imagerie 3D qui peut s'appliquer à la prostate, et le concept vise à permettre aux chirurgiens d'être beaucoup plus précis, et la précision dans cette situation est absolument critique.

Voyez-vous le jumelage de la capacité des IRM 3D avec les techniques chirurgicales assistées par robot dans ce domaine bientôt?

Dr Sutherland : Je ne me limiterais pas à l'IRM.

Le président : C'était seulement un exemple.

Dr Sutherland : Disons imagerie 3D. Un ensemble de données d'imagerie 3D, c'est ce que vous voulez, parce que cette technologie peut enregistrer n'importe quel dispositif que vous

and dealing with the problem. If I complement that with inter-procedure imaging, then I get knowledge of completion of task for quality assurance.

I would say 3-D imaging is where it is at. If you don't have 3-D imaging of the brain, what are you doing operating on the person in our nation? You should have a 3-D imaging data set. I can say the same aspect for many of other targets in the body. We have the capability to generate the 3-D image set, and you can complement that with metabolic data sets of that 3-D structure for your plan and execution of that target.

When you say the prostate, you know that da Vinci or Intuitive Surgical has a lot of patents in that domain so you would have to think about how you are partnering.

The Chair: I wasn't going into the commercial aspects. I'm aware of that and that is why I raised that question, and I'm also aware that since the brain is one of the most 3-D imaged part of the body and your expertise was such, I wanted you to speculate into these other areas.

Dr. Sutherland: Remember, whenever you get an MR image, the 3-D data set exists, so it's there and can be reconstructed and displayed for the physicians.

The Chair: Dr. Nejat, you covered most of the areas of the issue of robots in let's say long-term care kinds of concepts and home care and so on that I had in my mind to ask. My colleagues have elucidated nearly all of them. You dealt with the issue of their acceptance. Obviously you have to get feedback with regard to focus groups and the user input and so on. You touched on the acceptance of these robots, and you touched to some degree on the difference of receptivity depending on age, and you got into the area of people who are quite senior. Whether they have dementia or not, the literature indicates that these are people who like a great deal of stability in their lives as they age and they have some infirmity. You talked about the recognition of the robot by these individuals in that kind of category being important.

One of the robots that we've heard about is a bot that sits on top of a console in the middle of a room and monitors an individual senior, perhaps even with dementia, moving around in that environment and identifies when they need to have their pills, whether they've taken them or not, and gives communications. It appears that seniors don't have too much difficulty taking commands from a bot that's sitting still, but when it gets into something that starts to imitate an individual, they have more difficulty.

Is there anything you would like to add to the answers you have given to my colleagues with regard to receptivity at that age group?

avez dans cet espace 3D et permettre une introduction précise dans la cible et corriger le problème. Si j'ajoute l'imagerie interprocédure, je sais alors que la tâche est terminée aux fins d'assurance de la qualité.

Je dirais que l'imagerie 3D est rendue à ce stade. Si vous n'avez pas une imagerie 3D du cerveau, pourquoi vous donnez-vous la peine d'effectuer de telles opérations ici, au Canada? Vous devriez avoir un ensemble de données d'imagerie en trois dimensions. Je peux en dire tout autant pour de nombreuses autres cibles dans le corps. Nous avons la capacité de produire l'image en trois dimensions, que vous pouvez compléter avec des ensembles de données métaboliques de cette structure tridimensionnelle pour votre plan et l'exécution de cette cible.

Quand vous parlez de la prostate, vous savez que da Vinci, ou Intuitive Surgical, a beaucoup de brevets dans ce domaine; vous devriez donc songer à la façon dont vous créez vos partenariats.

Le président : Je n'entrais pas dans les aspects commerciaux. J'en suis conscient et c'est pour cette raison que j'ai soulevé la question, et je sais aussi que puisque le cerveau est la partie du corps la plus soumise à l'imagerie tridimensionnelle, d'autant plus que c'est votre domaine d'expertise, je voulais que vous conjecturiez à propos de ces autres domaines.

Dr Sutherland : N'oubliez pas, dès que vous obtenez une image par résonance magnétique, l'ensemble de données tridimensionnelles existe, et vous pouvez le reconstruire et l'afficher pour les médecins.

Le président : Madame Nejat, vous avez couvert la plupart des aspects de la question des robots dans, disons, les concepts de soins de longue durée et de soins à domicile, et cetera, dont je voulais vous parler. Mes collègues ont élucidé la plupart d'entre eux. Vous avez parlé de leur acceptation. De toute évidence, il vous faut une rétroaction des groupes de concertation et des utilisateurs, et cetera. Vous avez mentionné l'acceptation de ces robots et vous avez abordé dans une certaine mesure la différence de réceptivité en fonction de l'âge. Vous avez fait une incursion chez les gens plus âgés. Qu'ils souffrent ou non de démence, la littérature indique qu'il y a des gens qui aiment avoir beaucoup de stabilité dans leur vie à mesure qu'ils avancent en âge et qu'ils ont certaines déficiences. Vous avez parlé de l'importance de la reconnaissance du robot par les personnes appartenant à cette catégorie.

L'un des robots dont nous avons entendu parler est un agent numérique sur le dessus d'une console au milieu d'une pièce qui surveille un aîné en particulier, peut-être atteint de démence, qui se déplace dans cet environnement. Il détermine à quel moment les gens ont besoin de prendre leurs pilules, s'ils les ont prises ou non, et donne des communications. Il semble que les personnes âgées n'ont pas beaucoup de difficulté à accepter les commandes d'un robot immobile, mais dès que cela vient de quelque chose qui commence à imiter une personne, ils ont plus de difficulté.

Y a-t-il autre chose que vous aimeriez ajouter aux réponses que vous avez données à mes collègues au sujet de la réceptivité dans ce groupe d'âge?

Ms. Nejat: That's a great point. I should mention that even though these robots are human-like, they're not humanoids or androids that we see. They're not designed to look exactly like a human and act like a human. They are still metallic or 3-D printed plastic, so they have functionalities that show that they are robots, and that's a key on which we have been focusing in our design of robots. We're not trying to trick anyone into thinking that this is a person. It is still a robot. Even for one of our robots during interaction, which was meal-monitoring, we purposely increased the noise that the robot makes, and that helps people realize they are interacting with a system and it's not a person, and that noise and movement as the robot is interacting allows people to understand that.

Of course it depends what level of cognitive impairment people have, but whatever their residual communication capabilities are, we focus on trying to have them be able to still interact with the robot, and this is where the non-verbal becomes very important. We've been designing our robots to be able to determine body language and facial expressions and distraction by head movements away from a task to be able to help re-engage people, and that's really key to this user group we're looking at.

Senator Eggleton: Dr. Sutherland, you're quoted as saying in 100 years humans won't be operating on humans; robots will. I'm not going to worry about 100 years from now, but the idea that robots will do a lot of the operations is marching on. What human oversight will we then have? Operations on the human body can go wrong and there can be complications. I would think human oversight would be quite necessary, yet why would anybody go to medical school to become an expert on a subject that a robot is going to perform in any event? How will all that work in terms of human oversight?

Dr. Sutherland: Do you want me to just ahead to 100 years from now?

Senator Eggleton: Ten years is okay.

Dr. Sutherland: Artificial intelligence is a concerning variable when you begin to train machines that can operate like the human brain. I mentioned the surgeons' experience. Experience is the surgeon will react to an incomplete data set based on past experience. When computers will react to incomplete data sets, they will model more the human brain.

I'm now going back to that prostate that we heard is imaged in 3-D, and I'm going to throw into that image the metabolic profile of the tumour. It's somewhere in the prostate, but let's say I see it

Mme Nejat : Vous soulevez un excellent point. Je devrais ajouter que même si ces robots ressemblent à des humains, ce ne sont pas des humanoïdes ou des androïdes que nous voyons. Ils ne sont pas conçus pour ressembler exactement à un humain et pour agir comme un humain. Ils sont toujours faits de métal ou de matière plastique imprimée en trois dimensions; ils ont donc des fonctionnalités qui indiquent qu'ils sont des robots, et c'est un élément clé sur lequel nous nous sommes concentrés dans la conception de nos robots. Nous ne voulons pas tromper qui que soit et lui faire penser qu'il s'agit d'une personne. Il s'agit toujours d'un robot. Même dans le cas de l'un de nos robots pendant une interaction, soit la surveillance du repas, nous avons intentionnellement augmenté le bruit que le robot fait, et cela aide les gens à se rendre compte qu'ils interagissent avec un système et non une personne, et que le bruit et le mouvement lorsque le robot interagit leur permettent de comprendre cela.

Bien entendu, tout dépend du niveau de déficience cognitive des gens, mais quelles que soient leurs capacités résiduelles de communication, nous nous efforçons de faire en sorte qu'ils puissent quand même interagir avec le robot, et c'est à ce moment-là que la communication non verbale prend toute son importance. Nous concevons nos robots pour qu'ils puissent saisir le langage corporel et les expressions faciales et la distraction par des mouvements de la tête comme quoi on se détourne d'une tâche, et ce, afin de pouvoir aider à reprendre l'attention des gens, et c'est vraiment essentiel dans le cas du groupe d'utilisateurs auquel nous nous adressons.

Le sénateur Eggleton : Docteur Sutherland, on vous cite pour avoir dit que dans 100 ans, les humains n'opéreront plus des humains; les robots le feront. Je ne m'inquiète pas pour dans 100 ans d'ici, mais l'idée que des robots exécuteront beaucoup d'opérations gagne du terrain. Quelle surveillance humaine aurons-nous alors? Les opérations sur le corps humain peuvent mal tourner et il peut y avoir des complications. Je suppose qu'une surveillance humaine serait vraiment nécessaire, alors pourquoi est-ce que quelqu'un irait à l'école de médecine pour se spécialiser dans un domaine qui sera la spécialité d'un robot? Comment est-ce que tout cela fonctionnera pour ce qui est de la surveillance humaine?

Dr Sutherland : Voulez-vous que je me projette dans 100 ans d'ici maintenant?

Le sénateur Eggleton : Dix ans me suffiront.

Dr Sutherland : L'intelligence artificielle constitue une variable préoccupante lorsque vous commencez à former des machines qui peuvent opérer comme l'être humain. J'ai mentionné l'expérience des chirurgiens. L'expérience fait en sorte que le chirurgien réagira à un ensemble de données incomplet en fonction de son expérience passée. Lorsque les ordinateurs réagiront à des ensembles de données incomplets, ils modéliseront davantage le cerveau humain.

Je reviens maintenant à la prostate sous forme d'image tridimensionnelle et je vais ajouter à cette image le profil métabolique de la tumeur. Elle est quelque part dans la

both in 3-D imaging and in its metabolism. A robot could hit that target better than any surgeon. So I could make a small opening in your abdomen, the robotic tools hit that target, remove the target while it's being imaged, and the procedure is done.

Senator Eggleton: That's in combination with a human.

Dr. Sutherland: Advanced imaging and the robot, because if I was to image the abnormal cells, a program can be written. Target those abnormal cells, and you have an end effect, or let's say a laser, and remove that target. Now the surgeon in that paradigm is controlling or in the position to stop the robot in case there was a software or hardware failure. The surgeon's role in that was assisting in the planning of the procedure and stopping the robot should it not execute that plan.

Remember, when people say a robot could go awry and make a mistake, so can a person. If you look at 1,000 of these procedures, if I had a robot making a mistake one in 1,000 but the surgeon is making a mistake 10 in 1,000, which one is better?

Remember that even robotic systems could have problems when they are coupled to machine learning and automation. At the present time, FDA will not let you have that automation, so that is where our research group and research groups around the world have a big focus in the hand controller. What's controlling the robot? A hand controller is really a robot, and it's a robot that you put your hand on and move around and the real robot moves just like you. That's hand controller development, and the hand controller development is fairly sophisticated because it concerns organizations like FDA and Health Canada. Can you assure us the safety of these machines in a health care environment?

There's a lot of work on that, but I think at the end of the day there is no way a tumour in the brain could be removed better by a surgeon than a machine, but I have to jump ahead many years. So that relates to my comment of giving myself 100 years to make sure of that, because right at the present time there is no machine robot that has the dexterity of a human.

Senator Eggleton: It's the human oversight too. I find it hard to imagine that we would completely rely upon the robot with no human oversight whatsoever. There'd be no one with any expertise in that area any longer, because why go to school to become an expert in something a robot will do?

Dr. Sutherland: No, you're going to school because you need to have judgment. Should I remove that prostate? Should I launch or have our technology deal with that problem? What is the evidence? Mind you, the machine-learning could tell me the evidence, but right at the present time and for at least a foreseeable future, that judgment is very important. I might tell my young surgeon that it's not a problem taking out that target. You're to concentrate on should you take the target out. You're looking at one of these elderly people, aged 90. Is that something

prostate, mais disons que je la vois à la fois comme image tridimensionnelle et dans son métabolisme. Un robot pourrait viser cette cible mieux que n'importe quel chirurgien. Je pourrais donc effectuer une petite incision dans votre abdomen, les outils robotiques viseraient la cible, l'enlèveraient pendant qu'elle est numérisée, et l'opération est terminée.

Le sénateur Eggleton : C'est en combinaison avec un humain.

Dr Sutherland : L'imagerie avancée et le robot, parce que si je devais faire une image des cellules anormales, on peut écrire un programme. Ciblez ces cellules anormales, et vous avez un effet final, ou disons un laser, et vous enlevez cette cible. Dans ce paradigme, le chirurgien commande le robot ou est en mesure de l'arrêter en cas de panne de logiciel ou de matériel. Dans ce cas, le rôle du chirurgien consistait à aider à la planification de l'opération et à arrêter le robot s'il n'exécutait pas ce plan.

Lorsque les gens affirment qu'un robot peut déraiper et se tromper, souvenez-vous que les humains en sont tout aussi capables. Qu'est-ce qui est préférable : un robot qui fait une erreur sur 1 000 chirurgies ou un chirurgien qui en fait 10 sur 1 000?

Je vous rappelle que même les systèmes robotiques peuvent connaître des ratés lorsqu'ils sont jumelés à l'apprentissage machine et à l'automatisation. À l'heure actuelle, la FDA ne vous permettra pas d'avoir cette automatisation. C'est pourquoi notre groupe de recherche, comme tous les groupes de recherche dans le monde, se concentre sur le bras armé. Comment le robot est-il contrôlé? En réalité, un bras armé est un robot sur lequel vous posez votre main. Vous bougez votre main et le robot se déplace comme vous. Le bras armé est assez avancé, puisqu'il intéresse des organismes comme la FDA et Santé Canada. Êtes-vous en mesure de nous confirmer que l'utilisation de ces appareils dans le milieu des soins de santé est sécuritaire?

Beaucoup de travail a été fait sur ce sujet. Au final, je crois que le jour viendra où un robot sera mieux habilité à retirer une tumeur au cerveau qu'un humain, mais ce n'est pas pour demain. C'est pourquoi j'ai dit que je me donnais 100 ans pour m'en assurer, car aujourd'hui, il n'existe aucun robot mécanique qui possède autant de dextérité qu'un humain.

Le sénateur Eggleton : On parle aussi de la surveillance humaine. Je peux difficilement m'imaginer que nous pourrions nous fier entièrement sur un robot, sans qu'un humain le surveille. Pourquoi aller à l'école et développer une expertise dans une tâche qui sera exécutée par un robot? Il n'y aurait donc plus d'experts dans ce domaine.

Dr Sutherland : Non, vous étudiez parce que vous devez aiguïser votre jugement. Devrais-je faire l'ablation de cette prostate? Devrais-je le faire moi-même ou m'en remettre entièrement à la technologie? Quelle est la preuve? Voyez-vous, l'apprentissage machine pourrait me fournir les preuves, mais aujourd'hui, mon jugement demeure très important et le sera aussi pour les années à venir. Je pourrais dire à un jeune chirurgien que le retrait de cette masse ou de cette tumeur n'est pas problématique. Vous devez décider si vous allez la retirer ou

we should be operating on? What is the judgment, and what is the communication with the family and the patient? Let's focus on that.

We're giving you some crutches that are going to move the bar, as I'm calling it. There is variability in surgical performance. I want it all the same and fairly high.

Senator Seidman: Dr. Sutherland, to paraphrase what you said in your presentation: With robotic systems, as they mature, surgery will become increasingly minimalistic and standardized. Then care could move from tertiary care facilities to community-based sites. I would really like to hear some examples from you, if that's possible, of that kind of shift.

Dr. Sutherland: That statement is our current research strategy, by the way.

I want you to go back to the cataract operation. When I was in college, a cataract operation was a really big deal. It was scheduled for three hours. The patient moved to an operating room, and there was a lot of commotion and the cataract procedure was done.

I moved to Calgary, and then I learned of one of my ophthalmological surgeons by the name of Gimbel who couldn't get enough operating time because they were scheduling him for two cataracts per day. Then he decided, "I'm not doing that. I'm moving the entire cataract operation to a shopping centre." It was called Market Mall. I went over there to see what was going on, and everyone was walking around with an eye patch. He took 14 minutes to do the cataract procedure, so four people were being done every hour, and he would operate for about seven or eight hours.

That was moving surgery from a very expensive tertiary care centre to a shopping centre. I'm not saying we are going to move brain surgery to a shopping centre, necessarily, but there are a lot of things we do in tertiary care centres that, if they had standardization of procedure, I might say, "You have low back pain and leg pain but no significant disk, and the plan is to inject your facet joint," part of your spine, I would have you go to a centre, you would be greeted by people, a robotic system under image guidance would hit that facet joint, inject the material to take away your pain — and next patient. I could line up hundreds of them, and no one would be subjected to radiation other than the patient. At the present time, that procedure is done where the radiologist or somebody, a technician, puts the needle into the facet joint with their hand while they're taking X-rays. That's radiation exposure to that person. That's one example where single-purpose robotic platforms with a single tool set could have great adoption and move a whole cohort of patients away from the hospital.

pas. Vous avez devant vous une personne âgée de 90 ans. Devrions-nous l'opérer? Quelle est votre décision? Comment allez-vous communiquer avec le patient et sa famille? Concentrons-nous sur cela.

Je me plais à dire que nous donnons des béquilles qui vont changer la donne. Les résultats des opérations chirurgicales ne sont pas tous identiques. Je souhaite qu'ils le soient et qu'ils soient de haut niveau.

La sénatrice Seidman : Docteur Sutherland, permettez-moi de paraphraser ce que vous avez affirmé dans votre intervention : au fur et à mesure que les systèmes robotiques évolueront, les interventions chirurgicales deviendront normalisées et de moins en moins invasives. Les soins pourraient alors passer des centres de soins tertiaires à des sites communautaires. Si possible, j'aimerais beaucoup que vous nous donniez des exemples de ce genre de changement.

Dr Sutherland : Par ailleurs, notre stratégie de recherche actuelle est basée sur cet énoncé.

J'aimerais revenir sur l'opération de la cataracte. Quand j'étais à l'université, une opération de la cataracte était considérée comme une intervention majeure. On prévoyait trois heures. Le patient était transféré dans une salle d'opération, il y avait beaucoup d'agitation, puis l'opération de la cataracte était terminée.

Je suis déménagé à Calgary, puis j'ai appris qu'un de mes chirurgiens ophtalmologistes, un dénommé Gimbel, ne pouvait pas avoir suffisamment de temps d'opération, puisque, chaque jour, il avait deux opérations de la cataracte à l'horaire. Puis, il a décidé : « Je ne le fais plus. Je vais déplacer toutes les opérations de la cataracte vers un centre commercial. » On l'appelait le *Market Mall*. Je suis allé voir ce qui se passait et tout le monde se déplaçait avec un pansement sur l'œil. Il réalisait l'opération de la cataracte en 14 minutes, donc quatre patients par heure. Il opérait pendant environ sept ou huit heures d'affilée.

Il a donc été question de déplacer les interventions d'un centre de soins tertiaires très dispendieux vers un centre commercial. Je ne dis pas que nous allons nécessairement faire les chirurgies cérébrales, des neurochirurgies, dans un centre commercial, mais il y a plusieurs choses que nous faisons dans les centres de soins tertiaires qui, si les procédures étaient normalisées, me permettraient de dire : « Vous avez des douleurs au dos et à la jambe, mais pas de douleur significative aux disques, donc nous allons vous faire une injection dans la facette articulaire de votre colonne vertébrale. » Je vous enverrai dans un centre, où vous serez pris en compte. Un système robotique guidé par image procédera à l'injection dans votre facette articulaire pour éliminer votre douleur. Ensuite, on passerait au patient suivant. Je pourrais en prévoir des centaines. Seul le patient serait soumis à la radiation. À l'heure actuelle, cette chirurgie est pratiquée par un radiologiste ou par quelqu'un d'autre, par exemple un technicien. Celui-ci insère manuellement l'aiguille dans la facette articulaire pendant qu'il prend une radiographie et s'expose donc aux radiations. Ce n'est qu'un exemple de chirurgie où une plateforme

I might continue that argument for the prostate. We mentioned the prostate. That should be a relatively straightforward target with 3-D imaging and appropriate technology support to move out of hospitals into a tertiary care centre. We could continue to look at more and more different procedures. Remember, I'm a neurosurgeon, so I'm not aware of everything. If I were to biopsy a breast tumor, why would I do that in a tertiary care centre? What if I had image guidance and it were always accurate? That can move to a little unit in the community and can become a community-based treatment, not a tertiary care treatment. Those are some examples of that philosophy.

Senator Merchant: Dr. Sutherland, you may have answered this question already, but one of the irritants of our health care here in Canada is waiting times. Sometimes that's why people go away; it's not just to get better care but to get it sooner. Can you maybe think a little ahead and tell us how that may be affected?

Dr. Sutherland: Yes.

Senator Merchant: Would that be more people wanting more things done to themselves?

Dr. Sutherland: Standardized procedures, all evidence-based. That would impact our health care delivery system. I'm not going to be doing procedures on you that aren't backed up by evidence-based treatment paradigms. Therefore, you would not be accessing the health care system. A patient with a knife wound to the chest, say, is accessing the health care system rapidly.

In Canada, we have some interesting problems. One of them is low back pain in my domain. Low back pain can have a one-year waitlist. That is ridiculous, in my opinion. A patient should not wait one year to see a physician. If I could have automation strategies and use computer-based systems to screen this patient population so that our physicians are seeing those patients they need to see and not seeing 10 other people they don't need to see, that would be wonderful.

I would like to use technology to our advantage as Canadians and screen that population so that we only see those patients we need to see. That's one part of robotics; that's the computer and artificial intelligence component of robotic systems. I mentioned one way I can really rapidly decrease a number of people getting facet blocks, because I'd do them all by robot. It would be a speedy, standardized procedure.

robotisée à vocation unique équipée d'un simple ensemble d'outils pourrait être très utilisée, ce qui permettrait de déplacer une foule de patients hors de l'hôpital.

Je pourrais abonder dans le même sens pour la prostate, dont nous avons déjà parlé et qui devrait être une cible relativement simple. L'imagerie en 3D et un soutien technologique approprié nous permettraient d'intervenir hors des murs des hôpitaux, dans des centres de soins tertiaires. Ensuite, nous pourrions envisager de faire la même chose pour une panoplie de chirurgies. Je vous rappelle que je suis neurochirurgien, donc je ne suis pas au courant de tout. Si je dois pratiquer une biopsie mammaire, pourquoi la ferais-je dans un centre de soins tertiaires? Et si je disposais d'un système guidé par l'image qui était toujours précis? Nous pourrions nous déplacer vers un petit bureau dans la communauté, ce qui en ferait un traitement communautaire et non pas un traitement tertiaire. Ce ne sont que certains exemples de cette philosophie.

La sénatrice Merchant : Docteur Sutherland, vous avez peut-être déjà répondu à cette question, mais le temps d'attente est l'un des irritants du système canadien de soins de santé, ce qui force parfois les gens à trouver une solution hors du système. Ce n'est pas uniquement pour obtenir de meilleurs soins, mais aussi pour les obtenir plus rapidement. Pourriez-vous nous dire, d'après votre boule de cristal, comment ceci pourrait changer?

Dr Sutherland : Oui.

La sénatrice Merchant : Est-ce que plus de gens aimeraient recevoir plus de traitements?

Dr Sutherland : Une normalisation des interventions basée sur des preuves. Ceci aurait un impact important sur notre système de soins de santé. Je ne ferai aucune chirurgie qui ne reposerait pas sur des paradigmes de traitement fondés sur des preuves. Donc, vous n'accéderiez pas au système de soins de santé. Un patient qui a été blessé d'un coup de couteau à la poitrine, par exemple, accède rapidement au système de soins de santé.

Au Canada, nous avons des problèmes intéressants. Dans mon domaine, la douleur lombaire est l'un de ces problèmes. Il peut y avoir une attente d'un an pour ces maux. C'est ridicule, selon moi. Un patient ne devrait jamais attendre un an avant de voir un médecin. Ce serait merveilleux d'avoir des stratégies d'automatisation et d'utiliser un système informatique pour dépister ce groupe de patients afin que nos médecins ne voient que les patients qu'ils doivent rencontrer et non pas 10 autres personnes qu'ils ne sont pas obligés de rencontrer.

En tant que Canadien, je tiens à ce que nous profitons tous de cette technologie. J'aimerais que le dépistage de la population soit une réalité afin que nous ne voyions les patients que nous devons rencontrer. L'informatique et l'intelligence artificielle ne sont qu'une partie des systèmes robotiques. J'ai mentionné qu'en utilisant un robot, je pouvais réduire rapidement le nombre de gens qui reçoivent des injections à la facette articulaire. Ce serait une intervention rapide et normalisée.

I did mention more minimalistic procedures on patients, which is happening; all surgeons are moving toward more minimalistic procedures. It decreases length of stay. I should be able to free up health care resources if I decrease the length of stay.

But I would not want to say that these are the only variables affecting health care costs, which is a very complex topic, because we're talking about a system. Does that answer your question?

Senator Merchant: Yes, thank you.

The Chair: Thank you both very much. This has been fascinating, following up the futuristic session we had last Thursday with regard to where things are going overall in the long term. You've brought us back to the future but with a connectivity as to how we're moving there in reality — what you're doing in real time, now — and how it may go forward.

Dr. Sutherland, I've been absolutely delighted with your testimony today — not only your example of the difficulties we have in commercialization, which is a major thing we have to solve in this country for social and economic benefit, but you're taking us through the advances based on an actual example of your own developments in this area that have gotten a great deal of attention. It has been an absolute delight to have you here to talk to us directly about your experiences and your projections as to how it will move.

But the important thing as well is that we have to understand that these are things being brought in by humans and the answers to many of the questions about how we deal with this will be an evolutionary process. You have given examples of the evolution and the medical approach to things in response to questions here and how we will move forward.

Dr. Nejat, your examples are in areas about which we are particularly interested and concerned. We just completed in November a public report on dementia. Of course, that brings in directly, around the situation of dementia, all the issues of an aging population, many of which are applicable to those who are not afflicted with dementia but are simply aging. There is the whole issue of care giving, the taking of prescriptions in a proper manner, knowing when someone has fallen or is in jeopardy in some way and the possibility of robotic impact in these areas.

One of the things that both of you, from very different examples, have brought in is the possibility that if we are able to incorporate the developments that may occur in an appropriate way, it could greatly enhance the rate at which Canadians — we will stick to Canadians — have access to treatment in many key areas.

We studied the issue of the Canada Health Act, and one thing that came up, Dr. Sutherland, was laser surgery for eyes, cataracts and the example of being able to do maybe one every

J'ai aussi parlé de l'augmentation des interventions non invasives, qui a déjà commencé. Les chirurgiens en pratiquent de plus en plus. On réduit ainsi la durée de l'hospitalisation. Si je parviens à réduire la durée de l'hospitalisation, je devrais être en mesure de libérer des ressources de soins de santé.

Cependant, je ne voudrais pas affirmer que ce sont les seuls facteurs qui ont un impact sur le coût des soins de santé. C'est un sujet compliqué, puisque nous parlons d'un système. Ai-je répondu à votre question?

La sénatrice Merchant : Oui, merci.

Le président : Je vous remercie. C'était très intéressant, surtout après la séance futuriste de jeudi dernier, où nous avons tenté de déterminer dans quelle direction iront les choses à long terme. Vous nous avez donné un aperçu de ce qui nous attend dans le futur, tout en nous montrant comment nous y arriverons, ce que vous faites en ce moment et comment le tout pourrait évoluer.

Docteur Sutherland, j'ai bien aimé votre intervention. Non seulement avez-vous parlé des difficultés que nous rencontrons en matière de commercialisation, ce qui est l'un des problèmes majeurs que nous devons régler pour le bon développement social et économique de la société, mais vous nous avez aussi donné des exemples concrets de vos propres avancées en la matière, qui ont retenu l'attention. Ce fut un plaisir de vous recevoir ici pour nous parler de vive voix de vos expériences antérieures et de ce que vous prévoyez pour le futur.

Mais il est important aussi que nous comprenions que ces choses sont introduites par les humains et que ce sera un processus évolutif que de répondre à plusieurs des questions concernant notre façon de gérer le tout. En réponse aux questions qui vous ont été posées, vous avez fourni des exemples de l'évolution et de l'approche médicale, ainsi que la direction que nous prendrons.

Madame Nejat, les exemples que vous avez fournis concernent des domaines qui nous intéressent et nous préoccupent grandement. En novembre dernier, nous avons déposé un rapport public sur la démence. Bien entendu, lorsque l'on parle de démence, cela englobe toutes les questions du vieillissement de la population, dont plusieurs s'appliquent à ceux qui ne souffrent pas de démence, mais qui vieillissent, tout simplement. Il y a aussi toute la question de la prestation de soins, de la bonne prise de médicaments prescrits, de savoir quand quelqu'un est tombé ou est en danger, ainsi que l'impact potentiel des systèmes robotiques dans ces domaines.

L'une des choses que vous avez tous deux soulevées, à partir d'exemples bien différents, est la possibilité d'augmenter significativement l'accès aux soins dans plusieurs domaines clés pour les Canadiens si nous sommes en mesure d'intégrer les développements qui pourraient survenir d'une manière appropriée.

Docteur Sutherland, nous avons étudié la Loi canadienne sur la santé. Les éléments qui ont attiré notre attention étaient la chirurgie des yeux au laser, les cataractes et l'exemple d'être en

hour or two to being able to do four in an hour. The issue that impacted the health care system at that point was certainly an advance to the patient, but not in terms of cost to the health care. The testimony before us was that while you might think in an industrial system or private operation where, if they could suddenly do four in an hour of a product they were making available to the public, compared to one every three hours or so, the cost might go down per unit. But the testimony before us at the time we did the study — I am not talking about today — was that not only did the cost per surgery not go down, it actually went up because, under the billing system, there was more advanced expertise involved in the technique, so the costs went up.

We are at a stage, however, where I think the examples you have given us today will hopefully lead to advances in both the treatment and access of patients, and the reduction in the overall cost to the health care system or, using your example, Dr. Sutherland, the resources will be freed up for other aspects of health care that haven't yet been automated or where surgeries cannot be done in quite the same way. People will get much more rapid access to them, and that goes to the quality of life issues, which is an important part of overall health.

I can assure you that your testimony before us today and the way you have answered the questions have been of enormous help to us. Of course, we are delighted to have two people who are recognized internationally for their work in the Canadian setting. I want to thank you on behalf of my colleagues for being willing to come and present to us.

With that, I declare the meeting adjourned.

(The committee adjourned.)

OTTAWA, Thursday, February 9, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day, at 10:31 a.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 will invite my colleagues to introduce themselves, starting on my right.

mesure de passer d'un rythme d'une chirurgie chaque heure ou deux à un rythme de quatre en une heure. À l'époque, la problématique du système des soins de santé était le progrès pour le patient, mais pas au niveau des coûts. Dans une autre intervention, on nous a expliqué que, dans un milieu industriel ou une entreprise privée, si l'on arrivait à produire quatre unités d'un produit en une heure, plutôt qu'une unité en trois heures, le coût unitaire pourrait diminuer. Mais au moment où nous menions notre étude, le témoignage que nous avons entendu, et je ne parle pas du témoignage entendu aujourd'hui, disait que non seulement le coût par chirurgie n'avait-il pas baissé, mais il avait plutôt augmenté. Ceci serait dû au fait que cette technique demande une plus grande expertise, ce qui fait augmenter les coûts, en vertu du système de facturation.

Par contre, selon moi, nous en sommes à un stade où les exemples que vous nous avez présentés aujourd'hui mèneront à des progrès au niveau du traitement et de l'accès des patients, ainsi qu'à la réduction des coûts totaux pour le système de soins de santé. Ou encore, si l'on se fie à votre exemple, docteur Sutherland, les ressources seront libérées au profit d'autres aspects des soins de santé qui n'ont pas encore été automatisés, ou pour les chirurgies qui ne peuvent pas être réalisées de la même manière. Les gens y auront accès beaucoup plus rapidement, ce qui affecte un élément important de la santé générale, soit la qualité de vie.

Je peux vous assurer que votre intervention et la façon dont vous avez répondu aux questions nous ont été très utiles. Bien entendu, nous sommes heureux d'avoir deux personnes dont le travail dans le contexte canadien est reconnu mondialement. Au nom de mes collègues, je tiens à vous remercier d'être venus nous présenter votre témoignage.

Sur ce, je déclare que la séance est levée.

(La séance est levée.)

OTTAWA, le jeudi 9 février 2016

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 l'automatisation dans le système de santé, notamment de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression 3D.

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

[*Français*]

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

[*Traduction*]

Je suis Kelvin Ogilvie, de la Nouvelle-Écosse, président du comité. Je vais inviter mes collègues à se présenter, en commençant par ma droite.

Senator Seidman: Judith Seidman from Montreal, Quebec.

Senator Stewart Olsen: Carolyn Stewart Olsen, New Brunswick.

Senator Raine: Nancy Greene Raine from British Columbia.

Senator Unger: Betty Unger from Alberta, subbing in today.

[Translation]

Senator Cormier: Senator René Cormier from New Brunswick.

[English]

Senator Merchant: Welcome. Pana Merchant, Saskatchewan.

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

The Chair: Thank you, colleagues, and welcome to our guests.

We are continuing our study on the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in the health care system. This is our fourth meeting. Today, we are going to hear about some of the research being carried out on artificial intelligence at Acadia University and McGill University.

I'm delighted to have our witnesses with us today. I'm going to invite them in the order they appear on my list, since I understand they didn't arm wrestle for first dibs on this. In that case, I'm going to invite Dr. Joelle Pineau, Associate Professor, Centre for Intelligent Machines, McGill University, to make a presentation to us.

Joelle Pineau, Associate Professor, Centre for Intelligent Machines, McGill University, as an individual: Thank you all for the invitation. It's a pleasure to be here this morning.

[Translation]

My name is Joelle Pineau. I am a professor in the School of Computer Science at McGill University and I am here representing the university's Centre for Intelligent Machines. For 15 years, my research team and I have been designing, building and testing intelligent robots. Some of those robots are designed to help people with reduced mobility, who, instead of using a typical motorized wheelchair, will soon be able to use an intelligent chair that is able to respond to voice commands and navigate autonomously in a variety of locations by avoiding obstacles and moving efficiently through crowds.

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

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

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

La sénatrice Unger : Betty Unger, de l'Alberta, en remplacement aujourd'hui.

[Français]

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

[Traduction]

La sénatrice Merchant : Bienvenue. Pana Merchant, Saskatchewan.

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

Le président : Merci, chers collègues, et bienvenue à nos invités.

Nous poursuivons notre étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé. Il s'agit de notre quatrième séance. Aujourd'hui, nous allons entendre parler de certaines des recherches menées dans le domaine de l'intelligence artificielle aux universités Acadia et McGill.

Je suis ravi d'accueillir nos témoins d'aujourd'hui. Je vais les inviter à prendre la parole dans l'ordre où ils figurent sur ma liste, puisque je crois savoir qu'ils ne se sont pas disputés la première place au bras-de-fer. Dans ce cas, je vais inviter Mme Joelle Pineau, professeure agrégée, Centre des machines intelligentes, Université McGill, à nous présenter un exposé.

Joelle Pineau, professeure agrégée, Centre des machines intelligentes, Université McGill, à titre personnel : Je vous remercie tous de l'invitation. Je suis ravie de comparaître ce matin.

[Français]

Je m'appelle Joelle Pineau, professeure à l'École d'informatique de l'Université McGill et représentante du Centre de recherche sur les machines intelligentes de l'Université McGill. Depuis 15 ans, avec mon équipe de recherche, nous concevons, construisons et testons des robots intelligents. Certains de ces robots sont conçus pour aider les personnes à mobilité réduite qui, au lieu d'utiliser un fauteuil roulant motorisé typique, pourront bientôt avoir accès à un fauteuil intelligent capable de répondre aux commandes vocales et de naviguer de façon autonome dans des lieux variés en évitant les obstacles et en se déplaçant de façon efficace à travers les foules.

Other robots have been designed to allow the elderly to stay in their homes longer. They provide an alternative presence, discreet monitoring that can reassure loved ones and provide basic care such as reminders to take medication.

[English]

Recent advances in robotics and artificial intelligence are also leveraged to develop new advanced treatment methods for several diseases, including cancer, diabetes, epilepsy, mental health and many others. A robot, in those contexts, does not have arms or legs. It doesn't look like C-3PO or R2-D2, but it has the ability to perceive and interpret complex information and to carry out actions on patients.

An example of such a robot is the artificial pancreas, currently developed at the Institut de recherches cliniques de Montréal. This robot learns to calibrate the dosage of insulin that must be delivered based on real time readings of blood-sugar levels. All this is done automatically, and the insulin doses are adapted to the patient's physiology, food intake and activity level.

Another promising robotic technology is for cancer patients. This device operates by delivering radiation therapy directly into a tumour while actively controlling a shield that protects nearby healthy tissues.

The most-used medical robot these days is probably the well-known da Vinci robot, which assists surgeons in hundreds of thousands of surgeries every year.

While robots can carry out physical actions, artificial intelligence, or AI, is the brains behind the machine. AI is a computer program that can understand and manipulate complex data, both small and large data sets.

In the context of health care, it's a computer program that can read a patient's EEG in real time to determine if and when a patient is likely to have a seizure. It's a computer program that can analyze, read an ultrasound and identify the location of a brain tumour. It can be a computer program that analyzes patterns of consumption in over-the-counter medicine to predict when and where the next flu outbreak is going to hit.

Here in Canada, we are very fortunate. We have a public health care system that is the envy of many people around the world. We also have an excellent network of public universities. In those universities, we are carrying out research in robotics and AI that is recognized internationally. We are also training the next generation of engineers, scientists and researchers that will build

D'autres robots ont été conçus pour permettre aux personnes âgées de rester à domicile plus longtemps. Ils offrent une présence alternative, une surveillance discrète qui permet de rassurer les proches, et des soins de base, tels des rappels de prise de médicament.

[Traduction]

Les progrès récemment réalisés dans les domaines de la robotique et de l'intelligence artificielle sont également mis à profit dans le but d'élaborer de nouvelles méthodes de traitement avancées pour plusieurs maladies, dont le cancer, le diabète, l'épilepsie, la maladie mentale et bien d'autres. Dans ces contextes, les robots n'ont pas de bras ni de jambes. Ils ne ressemblent pas à C-3PO ou R2-D2, mais ils ont la capacité de percevoir et d'interpréter des renseignements complexes et de mener des interventions sur des patients.

Un exemple de ces robots, c'est le pancréas artificiel actuellement mis au point à l'Institut de recherche clinique de Montréal. Ce robot apprend à calibrer la dose d'insuline qui doit être administrée en fonction de lectures en temps réel des taux de glycémie. Il fait tout cela automatiquement, et les doses d'insuline sont adaptées à la physiologie du patient, à son apport alimentaire et à son degré d'activité.

Une autre technologie robotique prometteuse est destinée aux patients atteints de cancer. Cet appareil fonctionne en envoyant la radiothérapie directement dans une tumeur, tout en contrôlant activement un bouclier qui protège les tissus sains situés à proximité.

Le robot médical le plus utilisé ces temps-ci, c'est probablement le fameux robot da Vinci, qui aide les chirurgiens dans le cadre de centaines de milliers d'interventions chirurgicales chaque année.

Alors que les robots peuvent exécuter des interventions physiques, l'intelligence artificielle — ou IA — est le cerveau derrière la machine. L'IA est un programme informatique qui peut comprendre et manipuler des données complexes, de petits ensembles de données et des gros.

Dans le contexte des soins de santé, il s'agit d'un programme informatique qui peut lire l'EEG d'un patient en temps réel afin de déterminer si et quand le patient est susceptible d'avoir des convulsions. Ce programme informatique peut analyser et lire une échographie et trouver l'emplacement d'une tumeur cérébrale. Il peut s'agir d'un programme informatique qui analyse les tendances relatives à la consommation de médicaments en vente libre afin de prédire le moment et le lieu où va frapper la prochaine épidémie de grippe.

Ici, au Canada, nous avons beaucoup de chance. Notre système de santé publique fait l'envie de bien des gens partout dans le monde. Nous possédons également un excellent réseau d'universités publiques. Dans ces universités, nous menons des recherches dans les domaines de la robotique et de l'IA, qui sont reconnues à l'échelle internationale. Nous formons également la

robots and AI for the coming decades.

Over the last three months, both Google and Microsoft announced that they were opening new research labs in Montreal. Obviously, we all suspect they didn't choose this location for the weather. They chose this location because it is quite possibly the one city in the world that produces the greatest number of PhD graduates in a subdiscipline of AI called "deep learning."

For those of you who have not yet heard about deep learning, let me try to demystify it briefly. Deep learning is essentially a way to teach machines how to learn on their own. It is inspired by how our own brains work, with a computer program that simulates a large collection of neurons all working together to analyze data and make decisions. When our computer program simulates hundreds of thousands of these artificial neurons using high-performance computing infrastructure from Compute Canada and exposing these neurons to thousands of data examples, then our program can learn to recognize complex patterns and data, and distinguish between thousands of different symptoms and diseases.

There is a reason why Canada is recognized as a world leader in deep learning. I already mentioned the pipeline of PhD graduates and the excellent research labs. These are the products of years of funding to basic research by the Canadian government. By creating and supporting organizations such as CIFAR, the Canadian Institute for Advanced Research, which funded deep learning for several years of very obscure development before it shot up to the world stage, we have created knowledge, wealth and expertise in Canada.

By funding the NSERC Canadian Field Robotics Network, which brings together 11 research labs from across the country with key robotics companies, large and small, we have created an ecosystem for robotics research and economic growth.

By creating a federally funded network centre of excellence called Age-Well, which is home to over 100 industry, government and non-profit partners, we have created a national network aimed at addressing complex problems in technology and health care.

Most recently, through the Canada First Research Excellence Fund, including one at McGill on Healthy Brains for Healthy Lives, one at Université de Montréal on machine learning, one at Polytechnique Montréal called TransMedTech, we now have the resources to make foundational discoveries at the intersection of AI and medicine.

prochaine génération d'ingénieurs, de scientifiques et de chercheurs qui construira les robots et l'IA pour les décennies à venir.

Au cours des trois derniers mois, Google et Microsoft ont tous deux annoncé qu'ils ouvraient un nouveau laboratoire de recherche à Montréal. Évidemment, nous nous doutons tous qu'ils n'ont pas choisi cet endroit pour son climat. Ils l'ont choisi parce qu'il s'agit fort probablement de la ville qui produit le plus grand nombre de diplômés postdoctoraux au monde dans une sous-discipline de l'IA appelée « apprentissage profond ».

Pour ceux d'entre vous qui n'en ont pas encore entendu parler, laissez-moi tenter de démystifier brièvement cette sous-discipline. L'apprentissage profond, c'est essentiellement un moyen d'enseigner aux machines à apprendre d'elles-mêmes. Il s'inspire du fonctionnement de notre propre cerveau, grâce à un programme informatique qui simule un grand nombre de neurones fonctionnant tous ensemble afin d'analyser des données et de prendre des décisions. Lorsque notre programme informatique stimule des centaines de milliers de ces neurones artificielles à l'aide d'une infrastructure informatique de haute performance de Calcul Canada et qu'il expose ces neurones à des milliers d'exemples de données, notre programme peut apprendre à reconnaître des modèles et des données complexes et à faire la distinction entre des milliers de maladies et de symptômes différents.

Le Canada est reconnu comme chef de file mondial de l'apprentissage profond pour une raison. J'ai déjà mentionné le pipeline de diplômés postdoctoraux et les excellents laboratoires de recherche. Ce sont les produits d'années de financement de la recherche fondamentale par le gouvernement canadien. En créant et en appuyant des organisations comme l'ICRA — l'Institut canadien de recherches avancées —, qui a financé l'apprentissage profond pendant plusieurs années de progrès très obscurs avant sa percée sur la scène mondiale, nous avons créé des connaissances, de la richesse et de l'expertise au Canada.

Grâce au financement du Réseau canadien CRSNG pour la robotique de terrain, qui rassemble 11 laboratoires de recherche de partout au pays et des entreprises clés du domaine de la robotique — petites et grandes —, nous avons créé un écosystème de recherche en robotique et de croissance économique.

Grâce à la création d'un réseau de centres d'excellence financé à l'échelon fédéral appelé AGE-WELL, qui rassemble plus de 100 partenaires de l'industrie, du gouvernement et du milieu sans but lucratif, nous avons créé un réseau national ayant pour but de régler des problèmes complexes dans les domaines de la technologie et des soins de santé.

Plus récemment, grâce au Fonds d'excellence en recherche à Apogée Canada, y compris un fonds de McGill appelé Cerveau en santé, gage d'une vie en santé, un de l'Université de Montréal sur l'apprentissage machine et un de l'École Polytechnique de Montréal appelé TransMedTech, nous disposons maintenant des ressources nécessaires pour faire des découvertes fondamentales au croisement de l'IA et de la médecine.

Let me close by saying that while I'm excited about the possibilities in Canada for robotics and AI impact on health care, I do see several challenges ahead. One, we must think about how to ensure that our most talented experts stay in Canada. Two, we must think about how we will benefit economically from this new technology. Three, and most important, we must think about how we will use this technology in a way that benefits all of society. That means developing the social codes and ethical principles that will guide the deployment of this technology. It means ensuring that security and privacy concerns are addressed, especially when it comes to dealing with people's medical records, and it means anticipating the profound social changes that will come from this technology.

Make no mistake: We are in the beginning of an AI revolution, and the reason I'm here today is to ensure that we work together to enable a positive impact on every member of our society. Thank you.

The Chair: Thank you, Dr. Pineau.

We will now hear from Dr. Daniel L. Silver, Professor, Director, Acadia Institute for Data Analytics, Acadia University. I am delighted to have you here. Please present to us.

Daniel L. Silver, Professor, Director, Acadia Institute for Data Analytics, Acadia University: Thank you, chair, honourable senators and other members of the committee. I hope to complement the fine remarks of Dr. Pineau.

I'm a computer scientist. I have been such for almost 40 years now. Time has flown by. I have worked for the first part of that in industry, and the latter part as a studying PhD professor, all of which has been largely in the area of artificial intelligence, so that's predominantly what I'll speak on.

AI is important not only in the large urban areas, and large universities, but it's important to rural areas and to smaller universities as well, both in terms of health care and other areas that we're investigating.

Picking up on Dr. Pineau's comments, artificial intelligence is a technology where we shouldn't fool ourselves; it's at the same level as nuclear energy and genomics. It has the power to do incredible things in the near future, and it can also do some terrible things. I don't want to make that the high point, but I think there is a reason for some concern. It may become one of your greatest issues, and it is coming up with methods to appropriately roll out AI.

Laissez-moi conclure en disant que, même si je suis enthousiaste au sujet des possibilités offertes au Canada relativement aux conséquences de la robotique et de l'IA sur les soins de santé, je vois plusieurs défis à l'horizon. Premièrement, nous devons réfléchir à la façon de veiller à ce que nos experts les plus talentueux restent au Canada. Deuxièmement, nous devons penser à la façon dont nous allons profiter de cette nouvelle technologie, d'un point de vue économique. Troisièmement — et c'est le plus important —, nous devons réfléchir à la façon dont nous allons utiliser cette technologie d'une manière qui profite à toute la société. Cela signifie qu'il faudra établir des codes sociaux et des principes éthiques qui orienteront l'élaboration de cette technologie. Cela veut dire qu'on devra s'assurer que les préoccupations relatives à la sécurité et à la vie privée seront dissipées, surtout lorsqu'il s'agit de s'occuper du dossier médical des gens, et cela signifie qu'il faudra prévoir les changements sociaux profonds qui découlent de cette technologie.

Il ne faut pas se leurrer : nous sommes au début d'une révolution de l'IA, et la raison pour laquelle je suis là aujourd'hui, c'est pour m'assurer que nous travaillons ensemble afin de permettre que les répercussions soient positives sur tous les membres de notre société. Merci.

Le président : Merci, madame Pineau.

Nous allons maintenant entendre le témoignage de M. Daniel L. Silver, professeur, directeur, Institut Acadia d'analytique des données, Université Acadia. Je suis ravi de vous accueillir. Veuillez nous présenter votre exposé.

Daniel L. Silver, professeur, directeur, Acadia Institute for Data Analytics, Université Acadia : Je vous remercie, monsieur le président, mesdames et messieurs les honorables sénateurs et les autres membres du comité. J'espère compléter l'excellente déclaration de Mme Pineau.

Je suis informaticien. Je le suis depuis maintenant près de 40 ans. Le temps a passé vite. J'ai travaillé au sein de l'industrie pendant la première partie de cette période, et en tant que professeur doctorant pendant la dernière partie, et tout mon travail a été effectué en grande partie dans le domaine de l'intelligence artificielle, alors c'est principalement de cela que je vais parler.

L'IA est importante non seulement dans les grands centres urbains et les grandes universités, mais aussi pour les régions rurales et les petites universités, du point de vue des soins de santé et d'autres aspects que nous étudions.

Pour revenir sur les commentaires formulés par Mme Pineau, l'intelligence artificielle est une technologie à l'égard de laquelle nous ne devrions pas nous bercer d'illusions; elle est au même niveau que l'énergie nucléaire et la génomique. Elle a le pouvoir de faire des choses incroyables dans un proche avenir, mais elle peut aussi faire des choses terribles. Je ne veux pas en faire le point saillant, mais je pense qu'il y a lieu de s'inquiéter un peu. Elle pourrait devenir l'un de nos plus grands problèmes, et il s'agit de trouver des méthodes pour la déployer adéquatement.

AI is a powerful tool that can be used in health care to improve medical decision making, diagnosis, prognosis, certainly in the selection of best treatment methods, filtering through a mirage deep with new findings in health care, being able to focus on an individual patient and bring the best treatments to bear. It allows us to better use our human and material resources in clinics and hospitals, and to be more effective and efficient in home care, which is an area where I am doing a fair amount of work. It also allows us to have healthier employees and ultimately healthier citizens.

At the same time, it can equally create negative outcomes, some of which I suspect you've already imagined in your prior meetings. It can be used to profile employees, citizens, for benefits in terms of jobs or health care. We have to be careful that it does not degrade health care by viewing AI as a panacea in this area. It's not. It will be a tool. It brings to mind the image of a medical ATM that you might walk up to.

Currently in business, AI is being used as a technology for scaling up knowledge work. It does this in two ways. First of all, it's able to replicate certain aspects of human intelligence very quickly. It can make decisions in the same way that a human would make in constrained areas and do it repetitively. It allows business to scale up in terms of interacting with customers.

Second, it can go beyond the capabilities of humans. It is there now. Deep learning, for example, is recognized as being able to create models that can categorize images better than humans. It can recognize voice better than humans, at least in certain constrained areas. So we're there.

We certainly are capable of using this technology for better decision making, pattern recognition, voice recognition, using natural language processing and machine learning and analyzing text, et cetera, "next move" forecasting, and also recommending what your next move might be, in any domain, as long as we can provide the data to the systems.

In direct patient care, I would suggest this is our greatest opportunity to use artificial intelligence but also has its greatest risks. Augmenting the knowledge of experienced trained clinicians really should be the goal. The ability to provide a focused, non-bias portal into the growing and changing collection of health care information is something AI can help us with. Augmented human intelligence through use of our near-term AI is probably the best way to go, and then grow from there.

IA est un outil puissant qui peut être utilisé dans le secteur des soins de santé pour améliorer le processus décisionnel médical, les diagnostics, les pronostics et certainement le choix des meilleures méthodes de traitement, en explorant un mirage truffé de nouvelles découvertes en santé, du fait qu'elle est capable de se concentrer sur un seul patient et de mettre les meilleurs traitements à contribution. Elle nous permet de mieux utiliser nos ressources humaines et matérielles dans les cliniques et les hôpitaux et d'être plus efficaces et efficaces en soins à domicile, domaine dans lequel j'effectue une bonne quantité de travail. Elle nous permet également d'avoir des employés en meilleure santé et, au bout du compte, des citoyens plus en santé.

En même temps, elle peut également donner des résultats négatifs, et vous en avez déjà imaginé certains — je le soupçonne — lors de vos séances précédentes. Elle peut être utilisée pour établir le profil d'employés ou de citoyens, pour obtenir des avantages sur les plans de l'emploi ou de la santé. Nous devons faire attention pour qu'elle ne détériore pas les soins de santé en considérant l'IA comme une panacée dans ce domaine. Ce n'est pas le cas. Il s'agira d'un outil. Elle évoque l'image d'un guichet automatique médical qu'on pourrait utiliser.

Actuellement, dans le milieu des affaires, l'IA est utilisée comme technologie pour mettre à l'échelle le travail axé sur le savoir. Elle le fait de deux façons. Premièrement, elle peut reproduire très rapidement certains aspects de l'intelligence humaine. Elle peut prendre les décisions de la même manière que le ferait un humain dans des domaines limités et le faire de façon répétitive. Elle permet aux entreprises d'accroître leurs activités du point de vue de l'interaction avec les clients.

Ensuite, l'IA peut aller au-delà des capacités des humains. Elle en est là à présent. Par exemple, il est reconnu que l'apprentissage profond peut créer des modèles qui sont meilleurs que les humains pour classer des images par catégorie. Il peut reconnaître la voix mieux qu'un humain, du moins, dans certains domaines limités. Alors, nous y sommes.

Nous sommes certainement en mesure d'utiliser cette technologie pour prendre de meilleures décisions, reconnaître des tendances, reconnaître la voix, utiliser le traitement en langage naturel et l'apprentissage machine et analyser des textes, et cetera, prévoir la prochaine étape et recommander la prochaine mesure qu'on pourrait prendre, dans tout domaine, pourvu que nous puissions fournir les données nécessaires aux systèmes.

Je suis d'avis que les soins directs aux patients présentent notre plus grande possibilité d'utiliser l'intelligence artificielle, mais c'est aussi là que se trouvent les plus grands risques. En réalité, l'objectif devrait être de compléter les connaissances des cliniciens qualifiés et chevronnés. La capacité d'offrir un portail ciblé et neutre dans la collecte croissante et changeante de renseignements sur les soins de santé, c'est quelque chose à l'égard de quoi l'IA peut nous aider. L'intelligence humaine augmentée grâce à

It has the potential to improve outcomes probably by 30 to 40 per cent, I would suggest. Many people will say that it will save us up to 50 per cent in terms of dollars. I don't believe that. I've been in ICT for a long time. Very rarely has ICT saved us money. It does increase productivity. It means that more people can be helped in better ways. Perhaps we can talk more about that.

Google DeepMind Health and IBM WatsonPaths are two of the leaders in extracting knowledge from EH records and making better decisions. Bay Labs out of San Francisco is using cheap, noisy, ultrasonic-type sensors, along with machine learning techniques, to create better methods of detecting symptoms of rheumatic heart disease in Kenya. There are similar techniques, using traditionally noisy sensors along with machine-learning in AI to do some incredible things.

Indirect patient care is probably our best first choice in terms of deploying AI. There is tremendous ability to do some early adoption here, with many improvements to the best uses of human material, monetary resources, with less concern over privacy or direct impact on patients. For example, there is automated planning of improved hospital workflows and logistics, constraint satisfaction solutions for improved use of shared resources, equipment and spaces, and better inventory management for keeping costs down and minimizing waste through forecasting use and need for materials.

One of the areas to think about that is really important to health care, and has been missing for a long time, is that AI may be the first step to closing the loop in health care. What I'm referring to is being able to infer whether a patient actually took the treatment prescribed by a physician. Did he take the medicine through its course? It's hard to get that directly. Perhaps there are ways of doing it indirectly through open social media.

Home health care is an area I've been working on a bit over the last couple of years. It is a great area for reducing health care costs. There are some risks. AI could reduce or eliminate hospitalization through ongoing biosensor-type monitoring back to central sites. AI can effectively act like a dedicated team of clinicians, monitoring individual patients in their homes. And

l'utilisation de notre IA du futur rapproché est probablement le meilleur moyen à adopter et sur lequel miser comme point de départ.

L'IA a le potentiel d'améliorer les résultats, probablement de 30 à 40 p. 100, selon moi. De nombreuses personnes affirment qu'elle nous permettra de faire des économies de 50 p. 100, d'un point de vue financier. Je ne crois pas cela. Je suis dans le domaine des TIC depuis longtemps. Ces technologies nous ont rarement permis d'économiser de l'argent. Elles augmentent la productivité. Cela signifie qu'on peut aider plus de gens par de meilleurs moyens. Peut-être que nous pourrions en discuter davantage.

Google DeepMind Health et WatsonPaths d'IBM sont deux des chefs de file dans l'extraction de connaissances des dossiers de santé électroniques et dans la prise de meilleures décisions. L'entreprise Bay Labs, de San Francisco, utilise des capteurs de type ultrasonique bon marché et bruyants en parallèle avec des techniques d'apprentissage machine afin de créer de meilleures méthodes de détection des symptômes de rhumatisme cardiaque au Kenya. Des techniques semblables consistent à utiliser des capteurs habituellement bruyants en parallèle avec l'apprentissage machine dans l'IA pour faire des choses incroyables.

Les soins indirects aux patients sont probablement notre tout premier choix en ce qui concerne le déploiement de l'IA. Il y a là une capacité exceptionnelle de procéder à une adoption précoce, compte tenu des nombreuses améliorations apportées aux meilleures utilisations du matériel humain, des ressources financières et du fait que les préoccupations relatives à la confidentialité ou aux conséquences directes sur les patients sont moins grandes. Par exemple, il y a la planification automatique pour l'amélioration du déroulement des activités et de la logistique d'un hôpital, les solutions offertes par le respect de contraintes aux fins d'une utilisation améliorée des ressources, de l'équipement et des espaces communs, et une meilleure gestion des stocks permettant de garder les coûts peu élevés et de réduire au minimum le gaspillage grâce à la prévision de l'utilisation et du besoin du matériel.

L'un des aspects auxquels il faut réfléchir, qui a vraiment de l'importance en ce qui concerne les soins de santé et qui brille par son absence depuis longtemps, c'est qu'il pourrait s'agir de la première étape pour boucler la boucle des soins de santé. Ce à quoi je fais allusion, c'est au fait de pouvoir déduire si un patient a vraiment suivi le traitement prescrit par un médecin. A-t-il pris les médicaments pendant toute la durée de son traitement? Il est difficile d'obtenir cette information directement. Il existe peut-être des façons de le faire indirectement, par le truchement des médias sociaux ouverts.

Les soins de santé à domicile sont un domaine dans lequel j'ai un peu travaillé au cours des deux ou trois dernières années. Il s'agit d'un excellent domaine pour la réduction des coûts liés aux soins de santé. Il y a des risques. L'IA pourrait réduire les taux d'hospitalisation ou les éliminer grâce à un dispositif de surveillance continue de type biocapteur relié à des bureaux

sentrian.com is a company emerging now and doing this. Data in AI can be used to fill the gaps between different home care workers.

For those of you who have had relatives who have had home care workers, you'll find sometimes that there is a loss of information from worker to worker.

A great example of this in Nova Scotia is Health Outcomes Worldwide for Cape Breton. The principle there is a lady by name the Corrine McIsaac. She has been able to successfully reduce wound care time by as much as 70 per cent just by communicating, sharing information between home care workers and providing best practices to the point where now they are thinking of being able to take an image of the wound, send it up to a server, and to provide information just from the image as to what to do.

A portal that we're developing at Acadia, and that Senator Ogilvie likely knows something about, is seniorscentre.info. It is meant to provide a portal for seniors, but also a back-end effort is to track what those seniors and their family members are looking for in terms of assistance, thus understanding the greatest area of interest and need. We're using analytic methods in that spirit.

I will end with one last thought that maybe some of you have not considered before. I encountered it in the last year and a half. It's sports analytics. I'm increasingly becoming aware of the fact the sports analytics may be the important tip of the spear of the best way to do medical informatics and analytics in the space of health care. Sports teams want winning teams, but they also want sustainable, happy and healthy players over time. That's traditionally what coaches have done. AI is starting to participate in that. Similarly, companies want to have healthy, happy and productive employees. They want to win every game. Presumably, we want to do the same thing with our citizens.

I'll leave it there as I'm sure you're ready for some questions and comments. Thank you very much.

The Chair: Thank you both very much. I will open the floor to questions from my colleagues.

Senator Eggleton: Picking up on the last comment, maybe sports analytics would help the Toronto Maple Leafs. I don't know; maybe not.

The question I would like to ask is from your presentation, Dr. Pineau, but both you can respond if you like.

In your closing comments, you said:

centraux. L'IA peut effectivement agir comme une équipe de cliniciens affectée à la surveillance de chaque patient à domicile. Une nouvelle entreprise, sentrian.com, fait maintenant cela. Les données dans l'IA peuvent être utilisées pour combler les lacunes entre les divers travailleurs qui prodiguent des soins à domicile.

Pour ceux d'entre vous dont des membres de la famille ont déjà reçu des soins à domicile, vous constaterez qu'il arrive que de l'information se perde d'un travailleur à un autre.

En Nouvelle-Écosse, Health Outcomes Worldwide, du Cap-Breton, est un excellent exemple de cette situation. La directrice de cette entreprise est une dame qui s'appelle Corrine McIsaac. Elle a réussi à réduire le temps nécessaire pour soigner une blessure de pas moins de 70 p. 100 simplement en communiquant, en échangeant des renseignements entre travailleurs des soins à domicile et en fournissant des pratiques exemplaires, au point où, maintenant, on envisage de pouvoir prendre une image de la blessure, l'envoyer à un serveur et fournir de l'information quant à ce qu'il faut faire à partir de l'image seulement.

Seniorscentre.info est un portail que nous élaborons à l'Université Acadia, et le sénateur Ogilvie en sait probablement quelque chose. Ce portail est conçu pour les personnes âgées, mais il vise également à faire le suivi de l'aide que souhaitent obtenir ces personnes âgées et les membres de leur famille et à ainsi comprendre le plus grand domaine d'intérêt et de besoin. Nous utilisons des méthodes d'analyse dans cet esprit.

Je terminerai par une dernière réflexion que certains d'entre vous n'avez peut-être pas encore prise en considération. J'y ai été confronté au cours de la dernière année et demie. Il s'agit de l'analyse sportive. Je suis de plus en plus conscient du fait que cette analyse pourrait être l'important fer-de-lance de la meilleure façon de faire de l'informatique et de l'analyse médicales dans le milieu des soins de santé. Les équipes sportives veulent être gagnantes, mais elles veulent également être composées de joueurs durables, heureux et en santé au fil du temps. C'est ce qu'ont toujours fait les entraîneurs. L'IA commence à intervenir dans ce domaine. Dans le même ordre d'idées, les entreprises veulent avoir des employés en santé, heureux et productifs. Elles veulent gagner toutes les parties. On peut présumer que nous voulons la même chose pour nos citoyens.

Je vais m'arrêter là, car je suis certain que vous êtes prêts à poser des questions et formuler des commentaires. Merci beaucoup.

Le président : Je vous remercie tous les deux infiniment. Je vais céder la parole à mes collègues afin qu'ils posent des questions.

Le sénateur Eggleton : Pour revenir sur le dernier commentaire, peut-être que l'analyse sportive serait utile aux Maple Leafs de Toronto. Je ne sais pas; peut-être pas.

La question que je voudrais poser concerne l'exposé que vous avez présenté, madame Pineau, mais vous pouvez répondre tous les deux, si vous voulez.

Dans vos commentaires de conclusion, vous avez affirmé ce qui suit :

. . . I do you see several challenges ahead. One, we must think about how to ensure that our most talented experts stay in Canada. Two, we must think about how we will benefit economically from the new technology. Third, and most important, we must think about how we will use this technology in a way that benefits all of society. That means . . . developing social codes and ethical principles

Yes, I think we do need to think about that. I am sure you have already thought about it. Can you give us some ideas? What do you think are some of the ways that we might be able to recommend that we meet these challenges?

Ms. Pineau: We have been pursuing these two different directions. One direction is to start to have many more conversations with our colleagues who are not computer scientists. That means having conversations with people who are experts in law, ethics and economics.

It's about having the spaces and the opportunities to have these conversations. I have attended a few events in the last year or two on the future of AI. They brought together people from these very diverse communities. That was very fruitful, but I would say these discussions are just beginning. We're still developing a common language and a way to think about these issues.

I'm often asked to comment about the future prospects of AI, their impacts on economics, security and so on. I'm not an expert in these areas; I'm an expert in programming computers, quite honestly. I can discuss these points as an educated citizen but not really as an expert. So we need to have these conversations.

Similarly, many of my colleagues in the Faculty of Law at McGill, for example, are interested in technology but are not experts in the underlying technology. We need to develop some expertise at the intersection of these fields to start asking these questions.

Another thing we're doing is to think about embedding certain mechanisms in our computer programs. A good one is the notion of fairness. There have been several reports of AI systems making predictions that are not fair. They have to display gender biases, racial biases and so on. These are the kinds of things we are quite concerned about. Now we are developing new algorithms that have these properties that we can actually give some guarantees about fairness and particular characteristics. If you have an AI system, for example, that is determining which members of society should be getting loans, parole and so on, it's important that these systems are properly vetted for fairness. We are developing

[...] je vois plusieurs défis à l'horizon. Premièrement, nous devons réfléchir à la façon de veiller à ce que nos experts les plus talentueux restent au Canada. Deuxièmement, nous devons penser à la façon dont nous allons profiter de cette nouvelle technologie, d'un point de vue économique. Troisièmement — et c'est le plus important —, nous devons réfléchir à la façon dont nous allons utiliser cette technologie d'une manière qui profite à toute la société. Cela signifie... établir des codes sociaux et des principes éthiques...

Oui, je pense que nous devons y réfléchir. Je suis certain que vous y avez déjà pensé. Pouvez-vous nous donner des idées? Selon vous, quels sont certains des moyens que nous pourrions recommander afin que nous puissions relever ces défis?

Mme Pineau : Nous allons dans deux directions différentes. L'une consiste à commencer à tenir beaucoup plus de conversations avec nos collègues qui ne sont pas des informaticiens. Cela signifie tenir des conversations avec des gens qui sont des experts en matière de droit, d'éthique et d'économie.

Il s'agit de disposer des espaces et des occasions nécessaires pour tenir ces conversations. Depuis un an ou deux, j'ai assisté à quelques événements portant sur l'avenir de l'IA. Ils rassemblaient des gens de ces milieux très divers. Ces événements ont été très fructueux, mais je dirais que ces discussions ne font que commencer. Nous sommes encore en train d'élaborer une langue commune et une façon de réfléchir à ces enjeux.

On me demande souvent de formuler des commentaires au sujet des perspectives d'avenir de l'IA, de ses conséquences sur l'économie, sur la sécurité et ainsi de suite. Je ne suis pas experte dans ces domaines; je me spécialise dans la programmation d'ordinateurs, bien honnêtement. Je peux aborder ces éléments en tant que citoyenne éduquée, mais pas vraiment en tant qu'experte. Alors, nous devons tenir ces conversations.

De même, nombre de mes collègues de la faculté de droit de McGill, par exemple, s'intéressent à la technologie, mais ne sont pas experts dans le domaine des technologies sous-jacentes. Nous devons acquérir une certaine expertise au point d'intersection de ces domaines afin de commencer à poser ces questions.

Une autre chose que nous faisons, c'est songer à intégrer certains mécanismes dans nos programmes informatiques. La notion d'équité en est une bonne. Il y a eu plusieurs signalements de systèmes d'IA ayant fait des prédictions qui ne sont pas équitables. Ils doivent afficher des préjugés sexuels, des préjugés raciaux et ainsi de suite. C'est une source d'inquiétude. Nous élaborons maintenant de nouveaux algorithmes qui possèdent des propriétés nous permettant de donner des garanties quant à l'équité et à des caractéristiques particulières. Si, par exemple, votre système d'IA détermine quels membres de la société devraient recevoir des prêts, une libération conditionnelle et

algorithmic solutions for these problems.

Senator Eggleton: Before we go to Dr. Silver, can you drill down a little bit in terms of how we keep talented experts here in Canada and benefit economically from this new technology? Are we putting enough money into basic research to be able to keep these people here?

In terms of the economic benefit, are we able to take it beyond those stages and into production so that we can benefit from it in this country? We heard from one witness yesterday about Project neuroArm, out of Calgary. After they developed it so far in Calgary, it ended up going to the United States to be further developed.

How do we get the benefit economically out of this new technology, and how do we get the experts to stay in Canada?

Ms. Pineau: There have been a lot of promising signs in the last year or so. A number of start-ups are actually growing to be mid-sized companies. When a company gets large enough, it becomes harder to move it. It's easy to take a start-up of four or five people and move it to California. When you have 50 people, it's a lot harder to do.

There is a start-up in Montreal called Element AI. It has grown in a few months from a few people to 40 or 50 people. No, they are at the size where they are going to stay here. There is another start-up in Toronto called NextAI that is keeping talent in Canada.

You really need a healthy ecosystem. You need a lot of graduates coming out of the universities. We're doing quite well, but I think we could do better with more faculty members in targeted areas.

You need some start-ups, because out of these start-ups, a few of them will make it to mid-size companies. Then I think it's important to have some of the structures in place for the mid-size companies to be successful and not be bought out too early. I'm not an expert in this, but I've talked to enough people in industry that there are certain financial conditions that have to be in place to allow them to grow to that stage.

Mr. Silver: I'll give two answers. One, there are challenges, not just in artificial intelligence and robotics, around keeping great resources within Canada. There are issues around capitalization for companies and more lucrative money south of the border, Google in particular. Many of our great professors are actually

ainsi de suite, il importe que ces systèmes soient validés adéquatement à des fins d'équité. Nous élaborons des solutions algorithmiques à ces problèmes.

Le sénateur Eggleton : Avant que nous ne passions à M. Silver, pouvez-vous approfondir un peu la façon dont nous pouvons garder les experts talentueux ici, au Canada, et profiter de cette nouvelle technologie, d'un point de vue économique? Injectons-nous suffisamment d'argent dans la recherche fondamentale pour pouvoir garder ces gens ici?

Du point de vue de l'avantage économique, sommes-nous en mesure d'amener la technologie au-delà de ces étapes et jusqu'à la production afin que nous puissions en profiter au pays? Nous avons entendu un des témoins qui ont comparu hier parler du projet neuroArm, de Calgary. Après que la technologie a été élaborée jusque dans une certaine mesure à Calgary, elle a fini par aller aux États-Unis afin d'y être perfectionnée davantage.

Comment pouvons-nous profiter de cette nouvelle technologie, d'un point de vue économique, et comment pouvons-nous amener les experts à rester au Canada?

Mme Pineau : Beaucoup de signes prometteurs ont été observés depuis environ un an. Un certain nombre d'entreprises en démarrage sont en train de devenir des entreprises de taille moyenne. Lorsqu'une entreprise devient assez grande, il est plus difficile de la déplacer. Il est facile de déménager une entreprise en démarrage de quatre ou cinq personnes en Californie. Quand il y en a 50, c'est plus difficile à faire.

À Montréal, il y a une entreprise en démarrage appelée Element AI. En quelques mois, elle est passée d'un petit nombre de personnes à 40 ou 50 personnes. Non, elle a atteint la taille où elle va rester ici. À Toronto, il y a une autre entreprise en démarrage appelée NextAI, qui garde les talents au Canada.

On a vraiment besoin d'un écosystème sain. Il faut beaucoup de diplômés qui sortent des universités. Nous nous portons très bien, mais je pense que nous pourrions faire mieux en affectant davantage de membres du corps enseignant dans des domaines ciblés.

On a besoin d'entreprises en démarrage parce que, de ces entreprises, quelques-unes vont devenir des entreprises de taille moyenne. Ensuite, je pense qu'il importe que certaines des structures soient en place pour permettre aux entreprises de taille moyenne de réussir et de ne pas se faire acheter trop tôt. Je ne suis pas expert dans ce domaine, mais j'ai discuté avec suffisamment de gens de l'industrie pour savoir que certaines conditions financières doivent être en place pour leur permettre de croître jusqu'à cette étape.

M. Silver : Je vais donner deux réponses. Premièrement, on a de la difficulté, pas seulement dans les domaines de l'intelligence artificielle et de la robotique, à garder les excellentes ressources au Canada. Il y a les problèmes liés à la structure du capital des entreprises et au fait que l'on trouve des entreprises plus lucratives

working for those, at least on contract, and are attracted in that direction. Ultimately, it is a mix of money and opportunity that would make and has made the difference for some.

In the short term, what we can do is try to better those circumstances. I'm certainly not the expert to provide the answers in that regard.

However, in the long term, two things can be done. One is that we need to be teaching young people more about these opportunities in areas across Canada and early on with education in computer science and artificial intelligence — or the possibility — so that we have a greater pool of young people coming into the space. Ultimately, that will help a great deal.

In terms of funding, some of you may be aware there was a change in the system over the last eight to nine years with regard to the same amount of money being divided up and placed in different locations across the country. Large quantities of money are going to larger universities and smaller universities are getting very little. In terms of the food chain of bright young Canadians moving through the system from high school to university to graduate school, it's really important to see an even seeding of that funding so that we have those people coming up. The ones who do desire to stay in Canada will create a larger pool of those people.

Senator Seidman: Dr. Pineau, I will ask you a little more about that exciting deep learning incubator that started in Montreal and has grown, as you say, in a very short period of time. I believe you are a fellow of the start-up institute incubator, so could you give us some indication of how the work there could be or will be integrated into use for medicine and the health system?

Ms. Pineau: The company is called Element AI. It was launched in the fall. It has quickly grown, with a mix of people who have a lot of good business skills and very good research skills.

One of their missions is to actually facilitate the transfer of knowledge from university labs to business and industry, which is likely to make it commercially profitable.

There are really difficult translation steps in many cases. We see many companies approach us in our university position to do that translation step, and in many cases we don't have the resources or the time to do it. That company is really trying to play the role of facilitating that step. They will have several clients among small and large companies, some of them in the health care sector and some in communications, transportation,

au sud de la frontière... Google, plus particulièrement. Nombre de nos professeurs travaillent pour ces entreprises — au moins à contrat — et sont attirés dans cette direction. En fin de compte, c'est un mélange d'argent et de possibilités qui ferait et qui a fait toute la différence pour certaines personnes.

À court terme, ce que nous pouvons faire, c'est tenter de mieux nous en tirer dans ces circonstances. Je ne suis certainement pas l'expert qui va fournir les réponses à cet égard.

Toutefois, à long terme, on peut faire deux choses. La première, c'est que nous devons enseigner davantage aux jeunes et les informer de ces possibilités dans les régions de partout au Canada, et leur offrir tôt une formation en informatique et en intelligence artificielle — ou la possibilité de suivre une telle formation — afin que nous disposions d'un plus grand bassin de jeunes qui entrent dans le milieu. Au bout du compte, ce sera extrêmement utile.

Du point de vue du financement, certains d'entre vous savez peut-être qu'un changement est survenu dans le système au cours des huit à neuf dernières années, c'est-à-dire que la même somme d'argent a été répartie et placée à des endroits différents dans l'ensemble du pays. De grandes quantités d'argent sont envoyées aux grandes universités, et les petites en reçoivent très peu. En ce qui concerne la chaîne alimentaire des jeunes Canadiens brillants qui évoluent dans le système de l'école secondaire jusqu'à l'école supérieure, en passant par l'université, il est très important que l'on voie une répartition égale de ce financement afin que nous puissions faire progresser ces gens. Ceux qui souhaitent rester au Canada créeront un bassin plus grand de tels talents.

La sénatrice Seidman : Madame Pineau, je vais vous poser un peu plus de questions au sujet de ce fascinant incubateur d'apprentissage profond qui a commencé à Montréal et qui a pris de l'envergure — comme vous dites — en une période très courte. Je crois que vous êtes boursière de l'incubateur de l'institut de démarrage, alors pourriez-vous nous donner une certaine indication de la façon dont le travail qui est effectué là-bas pourrait être ou sera intégré dans l'usage aux fins de la médecine et du système de santé?

Mme Pineau : L'entreprise s'appelle Element AI. Elle a été lancée à l'automne. Elle a rapidement pris de l'envergure, grâce à un mélange de gens qui ont beaucoup de bonnes compétences en affaires et de très bonnes compétences en recherche.

L'une de leurs missions consiste à faciliter le transfert des connaissances des laboratoires universitaires vers les entreprises et l'industrie, ce qui est susceptible de la rendre rentable, d'un point de vue commercial.

Dans bien des cas, des étapes du transfert sont vraiment difficiles. Nous voyons de nombreuses entreprises nous aborder à notre poste universitaire afin que nous procédions à cette étape du transfert, mais, dans bien des cas, nous ne disposons ni des ressources ni du temps nécessaires pour le faire. Cette entreprise tente réellement de jouer le rôle consistant à faciliter cette étape. Elle compte plusieurs clients parmi les petites et les grandes

aerospace and so on.

In doing so, we as faculty fellows — and there is about 10 of us faculty members in university who give them a certain number of hours — are essentially helping them select the projects, look at feasibility and help set the research agenda. But then they have the staff on site to do the research development, the more “D” side of the R&D, and do that in collaboration with the clients and the different companies.

This is especially useful for companies. There are big companies — we hear about Google, Facebook, Microsoft — who have AI research groups on the inside, but there are many companies that don't have that. They don't have the expertise to build that team, and they can't necessarily attract the best experts. So instead of doing that, they would work with a company such as Element AI to do this work.

Senator Seidman: Google, and I believe Microsoft as well, is now involved in this incubator.

Ms. Pineau: I don't know the term specifically. I do know that both Google and Microsoft have announced that they are opening research labs in Montreal. They are going to either hire or move some of their research teams in Montreal and build a research presence in Montreal. In terms of growing that capacity, whereas a few years ago we saw that the graduates from my lab would quickly move to California, Seattle and New York, now they're staying in town, and Google and Microsoft are coming to town to hire them.

Senator Seidman: In developing an enterprise like this, is there a proportionate distribution in particular fields? Does this group say, okay, 30 per cent of what we do here is going to be in the health field and go along the line to different disciplines? How is that done?

Ms. Pineau: I don't know yet how the big companies such as Google and Microsoft are going to do it. I certainly know that Element AI has a number of projects they are looking at in the field of health care. One of the founders has another start-up in medical imaging and so they are definitely interested in this area.

For the other companies it is too early to tell. I think they are doing more foundational research, very basic research in AI and machine learning.

entreprises, dont certaines sont du secteur des soins de santé et d'autres, des communications, des transports, de l'aérospatiale et ainsi de suite.

Ainsi, en tant que boursiers, nous — et nous sommes environ 10 boursiers universitaires qui donnent un certain nombre d'heures à l'entreprise — aidons essentiellement les responsables à sélectionner les projets, à étudier la faisabilité et à établir le programme de recherche. Toutefois, ils doivent ensuite disposer du personnel nécessaire sur place pour effectuer le développement — le volet « D » de la R-D — et le faire en collaboration avec les clients et les diverses entreprises.

C'est particulièrement utile pour les entreprises. Il y a de grandes entreprises — nous entendons parler de Google, de Facebook, de Microsoft — qui sont dotées de groupes de recherche sur l'IA, mais de nombreuses entreprises n'ont pas établi de tels groupes. Elles ne disposent pas de l'expertise nécessaire pour mettre sur pied une telle équipe, et elles ne peuvent pas nécessairement attirer les meilleurs experts. Alors, au lieu de faire cela, elles travailleraient avec une entreprise comme Element AI pour faire ce travail.

La sénatrice Seidman : Google — et je crois que Microsoft le fait également — participe maintenant à cet incubateur.

Mme Pineau : Je ne connais pas le terme précis. Je sais que Google et Microsoft ont tous deux annoncé qu'ils allaient ouvrir un laboratoire de recherche à Montréal. Ces entreprises vont soit embaucher certains membres de leur équipe de recherche, soit en déplacer une partie à Montréal et établir une présence en recherche dans la ville. Pour ce qui est de faire croître ces capacités alors qu'il y a quelques années, nous constatons que les diplômés de mon laboratoire déménageaient rapidement en Californie, à Seattle et à New York, maintenant, ils restent en ville, et Google et Microsoft viennent à Montréal pour les embaucher.

La sénatrice Seidman : Dans le cadre de la mise sur pied d'une entreprise comme celle-là, y a-t-il une distribution proportionnelle dans des domaines particuliers? Est-ce que ce groupe dit « d'accord, 30 p. 100 de ce que nous faisons ici va être dans le domaine de la santé et s'orienter vers diverses disciplines »? Comment procède-t-on?

Mme Pineau : Je ne sais pas encore comment les grandes entreprises comme Google et Microsoft vont procéder. Je sais certainement qu'Element AI étudie actuellement un certain nombre de projets dans le domaine des soins de santé. L'un des fondateurs possède une autre entreprise en démarrage dans le domaine de l'imagerie médicale, alors les responsables s'intéressent assurément à ce domaine.

Dans le cas des autres entreprises, il est trop tôt pour savoir. Je pense qu'elles font davantage de recherche fondamentale, de la recherche très fondamentale dans le domaine de l'IA et de l'apprentissage machine.

Senator Seidman: It was in fact Element AI that I was referring to and you say there is a plan for health care?

Ms. Pineau: They definitely have an interest in health care, yes.

Senator Seidman: Professor Silver, under the list of major concerns you presented to us — and of course it's only normal that there would be some concerns — you talk about appropriate testing and certification before deployment. One of the issues that came up yesterday in our discussions has to do with acceptance on the part of patients and families.

What is your sense about testing, certification and the role of the user in development? Is that what you are referring to when you talk about appropriate testing and certification?

Mr. Silver: There are a couple of different levels.

As you might imagine, it's possible to select a population of people from whom you might develop a predictive model for testing. If, for example, that population isn't truly representative of the entire population of a province or the country, then the model may actually do fairly well within the set of data that you have built and tested it on but actually doesn't do well in reality. That can happen.

Typically in the business world, in targeted marketing, they will build a model and test it from the data they have, and then they will do that thing where they call you at six o'clock, at suppertime, and ask if you are interested in the product. They are actually verifying, to some extent, that base model to see if it's working out the way they thought it would. They have already predicted if you will say yes or no. They're just checking to see if in fact you do say yes or no, and then they'll go forward with a larger marketing campaign.

How does that relate to health care? It means building good models from large patient data sets, for example, for doing diagnostic, predictive type of work, and then you want to test it on an additional, independent population and do it in a protected way such that there is the appropriate oversight to make sure that it's not completely the machine making the decision in those cases. Depending on what the prediction is, it may or may not be of huge impact. Preferably a clinician is always involved and ultimately making the decision, but that would be it.

The other thing I would suggest in this area that's already the case, a couple of physicians have told me that under the law they always must be in a position to be able to explain the steps that

La sénatrice Seidman : C'était en fait à Element AI que je faisais allusion, et vous dites qu'il y a un plan pour les soins de santé?

Mme Pineau : Cette entreprise s'intéresse assurément aux soins de santé, oui.

La sénatrice Seidman : Monsieur Silver, dans la liste des préoccupations majeures que vous nous avez présentées — et, bien entendu, il est tout à fait normal qu'on ait des préoccupations —, vous parlez d'essais et d'homologation appropriés avant le déploiement. L'un des problèmes qui ont été soulevés dans le cadre des discussions que nous avons tenues hier est lié à l'acceptation de la part des patients et de leur famille.

Quel est votre avis au sujet des essais, de l'homologation et du rôle de l'utilisateur dans l'élaboration? Est-ce à cela que vous faites allusion lorsque vous parlez d'essais et d'homologation appropriés?

M. Silver : Il y a deux ou trois niveaux différents.

Comme vous pouvez l'imaginer, il est possible de choisir une population à partir de laquelle on pourrait élaborer un modèle prédictif à des fins de mise à l'essai. Si, par exemple, cette population n'est pas vraiment représentative de l'ensemble de la population d'une province ou du pays, le modèle pourrait en fait donner un assez bon résultat à l'intérieur de l'ensemble de données qu'on a établi et soumis aux essais, mais ne pas donner de bons résultats dans la réalité. Cela peut arriver.

Habituellement, dans le monde des affaires, en commercialisation ciblée, vous établissez un modèle et le mettez à l'essai à partir des données dont vous disposez, puis vous faites ce qui consiste à téléphoner aux gens à 18 heures — à l'heure du souper — pour leur demander s'ils sont intéressés par le produit. On vérifie en fait, dans une certaine mesure, ce modèle de base pour voir s'il fonctionne de la façon dont on pensait qu'il fonctionnerait. On a déjà prédit si les gens vont répondre par l'affirmative ou par la négative. On ne fait que vérifier pour voir si, en fait, les gens répondent bel et bien par l'affirmative ou par la négative, puis on procède à une campagne de commercialisation plus importante.

En quoi est-ce lié aux soins de santé? Cela suppose l'établissement de bons modèles à partir de grands ensembles de données sur les patients, par exemple, afin d'effectuer du travail de type diagnostique ou prédictif, puis on doit les mettre à l'essai auprès d'une population supplémentaire indépendante et le faire de manière protégée, de sorte qu'il y ait la surveillance appropriée nécessaire pour que l'on puisse s'assurer que ce n'est pas exclusivement la machine qui prend la décision dans ces cas. Selon la nature de la prédiction, son incidence pourrait être énorme ou ne pas l'être. Il est préférable qu'un clinicien participe toujours et que ce soit lui qui finisse par prendre la décision, mais ce serait tout.

L'autre chose que je proposerais dans ce domaine et qui est déjà le cas... Deux ou trois médecins m'ont dit qu'en vertu de la loi ils doivent toujours être en position de pouvoir expliquer les

they took, the outcome, the treatment plan. Therefore, one nice test would be to ensure that the AI involved always is capable of explaining its decision or that it can assist the physician in explaining how the decision was made.

I'm very much into deep learning. I love the stuff, but when it does some of the incredible things, you don't know how it's doing it. We are beginning to figure it out, but that's one of the challenges here.

Senator Stewart Olsen: Professor Pineau, you were discussing that we have to develop ethics in how we use all of these things. Is that in progress now? Because this field is galloping so far ahead, and I think it might be quite important in our report to mention something about that. Do you know if that's in the works or who is doing it or what's happening?

Ms. Pineau: I have to say there is space to do a lot better on that front. Right now we are very much in the preliminary discussions. The will is there and people are aware of it, but I can't point to a specific set of standards or best practices that we would have. I think this is where we need to be.

On the medical side, there are some standards in place. The FDA is an example and even advanced medical devices are still undergoing that procedure in terms of evaluation. So evaluations in terms of safety and efficacy are being addressed.

More broadly for AI and machine learning, I don't think we have the standards that we need quite yet. I don't think we have a framework yet to develop these, but there is a lot of goodwill from several parties who are relevant to that discussion.

Senator Stewart Olsen: Who would those be? Who is doing this?

Ms. Pineau: Within university communities, there have been a number of conferences on this topic that brought together several players both from industry and from academia. Some of the largest companies — Google, Microsoft, Amazon, IBM, Facebook and most recently Apple — have announced the formation of a joint consortium specifically to discuss the safe deployment of AI and the impact on society. Whether we leave it to these big companies to make all these decisions is a good question.

A few non-profit organizations have been set up. The ones I'm aware of are on the U.S. side the border, but they are set up with the mandate specifically to push research that is responsible for the benefit of all and to ask the hard, ethical questions without necessarily having a business interest in the question.

mesures qu'ils ont prises, le résultat, le plan de traitement. Par conséquent, un essai qu'il serait bien de mener consisterait à veiller à ce que l'IA employée soit toujours capable d'expliquer sa décision ou qu'elle puisse aider le médecin à expliquer comment la décision a été prise.

Je m'intéresse beaucoup à l'apprentissage profond. J'adore ce truc, mais lorsqu'il fait certaines des choses incroyables, on ne sait pas comment il le fait. Nous commençons à le comprendre, mais il s'agit là de l'un des défis à relever.

La sénatrice Stewart Olsen : Madame Pineau, vous disiez que nous devons établir un code d'éthique relativement à la façon dont nous utilisons toutes ces choses. Est-ce en cours actuellement? Parce que ce domaine connaît de très grandes avancées, et je pense qu'il pourrait être très important que nous mentionnions quelque chose à ce sujet dans notre rapport. Savez-vous si ce code est en préparation, qui le fait ou ce qui se passe?

Mme Pineau : Je dois dire qu'il y a de la marge pour que l'on s'en tire beaucoup mieux sur ce plan. En ce moment, nous tenons beaucoup de discussions préliminaires. La volonté est là, et les gens le savent, mais je ne peux pas vous indiquer d'ensembles précis de normes ou de pratiques exemplaires que nous avons établis. Je pense que c'est là que nous devons être.

Du point de vue médical, certaines normes sont en place. La LAD est un exemple, et même les dispositifs médicaux de pointe sont encore soumis à cette procédure en ce qui a trait à l'évaluation. Donc, on procède actuellement à des évaluations relativement à la sécurité et à l'efficacité.

D'un point de vue plus vaste en ce qui concerne l'IA et l'apprentissage machine, je ne pense pas que nous soyons encore tout à fait dotés des normes dont nous avons besoin. Je ne pense pas que nous ayons encore établi de cadre pour élaborer ces normes, mais il y a beaucoup de bonne volonté de la part de plusieurs parties prenantes à cette discussion.

La sénatrice Stewart Olsen : Qui sont ces parties? Qui fait cela?

Mme Pineau : Dans les milieux universitaires, un certain nombre de conférences ont été tenues sur ce sujet, lesquelles ont rassemblé plusieurs intervenants de l'industrie et des universités. Certaines des plus grandes entreprises — Google, Microsoft, Amazon, IBM, Facebook et, plus récemment, Apple — ont annoncé la formation d'un consortium mixte ayant précisément pour but d'aborder le déploiement sécuritaire de l'IA et les conséquences sur la société. Allons-nous laisser ces grandes entreprises prendre toutes ces décisions? C'est une bonne question.

Quelques organismes sans but lucratif ont été mis sur pied. Ceux que je connais sont du côté américain de la frontière, mais ils ont été établis avec pour mandat précis de promouvoir une recherche qui est responsable afin qu'elle profite à tous et que l'on pose les questions difficiles, d'ordre éthique, sans nécessairement avoir un intérêt commercial pour la question.

Senator Stewart Olsen: Dr. Silver, you mentioned you did quite a bit of work in the last couple of years on home care applications. Could you give us a couple of specifics where you think it's just brilliant? It would be a big help if you could focus on rural and remote areas.

Mr. Silver: Perhaps before moving on I will mention that there is an open AI movement as well that's growing worldwide to open up the methodologies and practices. There is some concern about that question, too, at least at the initial stage.

There are a couple of things. First, the information needed by many people who are in a situation where they require home care is something that there is a lot on the web but it's difficult to make your way through it, thus the reason for the seniorscentre.info project that we have under way at the moment. Part of it is in that Google way with people moving around on the website and then doing analysis of that data after the fact to determine their interests in things like that. That's one aspect of where AI can be applied in that kind of network base.

I think the more exciting areas are in the case of where putting in situ — in homes, in seniors' complexes — technology that can actually monitor the health of a person. It can be done in simple ways. There are now products in the market that you can get as flooring that actually register pressure. You can use this to recognize patterns of a person falling on the floor, versus lying on the floor, walking around, which is a good thing. We keep moving.

I met a Dr. Sumi Helal from Florida, who is coming to a Smart Homes for Seniors session we're setting up for the early summer at Acadia. He was asked this question: "What are the simplest sensors you would put in a home?" His response was, "A sensor on the toilet, because if mom and dad haven't flushed the toilet in a while, then you know something is not quite right."

That shows both sides of this. That's a very simple, inexpensive sensor, but it's also very invasive. There is that side as well.

People have explored radio technology, essentially your body disrupting the movement of radio waves within an environment as a method of detecting motion and perhaps falling, hurting oneself, that type of thing.

People are really getting away from anything you might carry. My mom suffered a heart attack. She had her alert button around her neck, but she went for the phone; she forgot all about it.

La sénatrice Stewart Olsen : Monsieur Silver, vous avez mentionné que vous aviez pas mal travaillé sur les applications en soins à domicile au cours des deux ou trois dernières années. Pourriez-vous nous donner quelques exemples précis de cas où, selon vous, c'est tout simplement génial? Ce serait grandement utile si vous pouviez vous concentrer sur les régions rurales et éloignées.

M. Silver : Peut-être qu'avant de continuer, je mentionnerai qu'il y a aussi un mouvement d'IA ouverte qui prend de l'ampleur dans le monde et qui vise à faire connaître les méthodes et les pratiques. Cette question suscite également certaines préoccupations, du moins, à l'étape initiale.

Il y a deux ou trois choses. Premièrement, les renseignements dont ont besoin de nombreuses personnes qui sont dans une situation où elles ont besoin de soins à domicile se trouvent en grande quantité sur le Web, mais il est difficile de s'y retrouver, d'où la raison d'être du projet seniorscentre.info que nous menons en ce moment. Une partie du projet est menée à la manière de Google, c'est-à-dire que les gens se déplacent sur le site web, puis effectuent l'analyse des données en question après coup afin de déterminer s'ils s'intéressent à des choses comme celles-là. Voilà un aspect des situations où l'IA peut être appliquée dans ce genre de base de réseau.

Je pense que les domaines les plus intéressants ont trait aux cas où on applique in situ — à domicile, dans les foyers pour personnes âgées — une technologie qui permet de surveiller la santé d'une personne. Ce peut être fait de façons très simples. Il y a maintenant des produits sur le marché qu'il est possible de se procurer, comme un revêtement de sol qui enregistre la pression. On peut utiliser ces produits pour reconnaître le fait qu'une personne tombe par terre, au lieu de s'étendre sur le sol, ou qu'elle se promène, ce qui est une bonne chose. Nous évoluons constamment.

J'ai rencontré M. Sumi Helal, de la Floride, qui assistera à une séance sur les maisons intelligentes pour les personnes âgées que nous organisons pour le début de l'été, à l'Université Acadia. La question suivante lui avait été posée : « Quels sont les capteurs les plus simples que vous installeriez dans une maison? » Sa réponse a été : « Un capteur sur la toilette, car, si maman et papa n'ont pas tiré la chasse d'eau depuis un moment, on sait que quelque chose ne va pas. »

Cela montre les deux aspects de cette technologie. Il s'agit d'un capteur très simple et peu coûteux, mais très invasif. Il y a également cet aspect.

Les gens étudient la technologie radio, c'est-à-dire, essentiellement, votre corps qui perturbe le mouvement des ondes radio dans un environnement comme méthode de détection du mouvement et peut-être des chutes, des blessures, de ce genre de choses.

Les gens s'éloignent vraiment de tout ce qu'on peut porter. Ma mère a eu une crise cardiaque. Elle portait l'appareil à son cou, mais elle a pris le téléphone; elle l'avait complètement oublié.

Sensors that can be used in that way are becoming the Internet of things in the home for those purposes, coming back to centralized sites where you integrate that fusion of information and then use it to predict potentially life-threatening things; or, more proactively, a physician might begin to think that you have been on the couch a bit much. Maybe we could all use that one; I'm not sure.

The fact is that that technology can exist. With the AI to bring in that somewhat noisy sensory information, you can clean it up to be able to detect patterns. That is exciting and, to the point where people don't find it too intrusive, it really could help a lot. That's one of these areas where AI can scale things up. You can have thousands of homes with this information coming back.

I would like to offer a bit of a warning. I'll take you back to the days before the local area network, when you used to move your little diskettes around from computer to computer. They were going to bring in a local area network and we were going to save all kinds of money in that space. It didn't work like that. All these systems we'll put in place will have costs associated with them. So, again, don't confuse productivity with cost savings here.

Senator Galvez: Thank you very much. It's incredible what you are doing; really, it is fantastic. It's progressing so fast.

You have given examples of how robotics and AI can improve functioning in hospitals, and I see it as a tool for improving efficiency, resource management, and taking care of patients in hospitals or in remote areas. You have also mentioned that we have a public health system that is the envy of many places in the world.

I want to say that these health services cost a lot of money, and when a person is in the hospital, it's already late. What can we do to use these technologies, which seem so powerful, in terms of prevention?

I wonder if you have a link with genetics — there is so much information — such that we can prevent illnesses and conditions so that we can save money upstream and not wait until the end and have to have a surgeon or all kinds of costly operations.

Mr. Silver: I'll point out two items I had in the notes, which I believe you have in front of you, at page 2, in the middle of the page, just above "indirect patient health care." One is taking place at the University of Toronto, through Brendan Frey, who studied under Geoff Hinton. He started up a company called Deep Genomics. The intent is to use machine learning systems to predict the molecular effects of genetic variation. They are doing this largely so that they can use that in the pharmaceutical space

Les capteurs qui peuvent être utilisés de cette manière sont en train de devenir l'Internet des choses dans la maison, à ces fins... On revient aux bureaux centralisés, où cette fusion d'information est intégrée, puis utilisée pour prédire des événements pouvant constituer une menace pour la vie; ou bien, de façon plus proactive, le médecin pourrait commencer à se dire que vous êtes sur le divan depuis un peu trop longtemps. Cette technologie nous serait peut-être utile à tous; je n'en suis pas certain.

Le fait est que cette technologie peut exister. L'IA permet d'utiliser cette information sensorielle un peu bruyante, mais on peut l'épurer afin de pouvoir détecter des profils. C'est passionnant et, dans la mesure où les gens ne trouvent pas l'appareil trop intrusif, ce pourrait vraiment être très utile. Il s'agit de l'un des domaines où l'IA peut permettre de passer à l'échelle supérieure. On peut recevoir cette information provenant de milliers de maisons.

Je voudrais donner un petit avertissement. Je vais vous ramener à l'époque avant l'avènement du réseau local, quand on utilisait des petites disquettes pour transférer des données d'un ordinateur à un autre. On allait mettre en place un réseau local, et nous étions censés économiser beaucoup d'argent à cet égard. Cela n'a pas fonctionné de cette manière. Tous les systèmes que nous allons mettre en place s'assortiront de coûts. Alors, encore une fois, ne confondez pas productivité et économies de coût.

La sénatrice Galvez : Merci beaucoup. Ce que vous faites est incroyable; vraiment, c'est fantastique. La technologie progresse tellement vite.

Vous avez donné des exemples de façons dont la robotique et l'IA peuvent améliorer le fonctionnement dans les hôpitaux, et je considère cette technologie comme un outil permettant d'améliorer l'efficacité, la gestion des ressources et les soins prodigués aux patients dans les hôpitaux ou dans les régions éloignées. Vous avez également mentionné que nous sommes dotés d'un système de santé publique qui fait l'envie de nombreux endroits dans le monde.

Je veux dire que ces services de santé coûtent beaucoup d'argent et que, une fois qu'une personne est à l'hôpital, il est déjà trop tard. Que pouvons-nous faire afin d'utiliser ces technologies — qui semblent très puissantes — à des fins de prévention?

Je me demande si vous avez un lien avec la génétique — il y a tellement d'information — qui nous permettrait de prévenir les maladies et les problèmes de santé afin que nous puissions économiser de l'argent en amont au lieu d'attendre à la fin et d'avoir à recourir à un chirurgien ou à toutes sortes d'interventions coûteuses.

M. Silver : Je soulignerai deux éléments que j'avais inscrits dans les notes, que je crois que vous avez sous les yeux... à la page 2, au milieu de la page, juste au-dessus de « soins de santé indirects au patient ». L'un a lieu à l'Université de Toronto, grâce à Brendan Frey, qui a eu pour professeur Geoff Hinton. Il a démarré une entreprise appelée Deep Genomics. Le but est d'utiliser des systèmes d'apprentissage machine pour prédire les effets moléculaires de la variation génétique. On le fait en grande

at the moment, but the intention is that, from hundreds of thousands of known relationships between differences in the genome and how they then become actual molecular structures, they're predicting in advance: If I change the genome in this way, what will the impact be? That has effects initially in terms of pharmaceuticals, but it could also be used to find predispositions to diseases or changes in those dispositions.

The other company I mention here — and there are a couple in this space — is iCarbonX, which is in the U.S. This sounds unbelievable, but they are working on a digital DNA avatar, essentially growing the properties based on genetic information, and then they use that to simulate, under different environments — in a smoking environment or not — stress on the animal's life. I think they are working at the animal level initially, but they want to predict an organ's future health by doing this — in particular, what would be the stress upon the kidneys or liver under certain environmental conditions, given a certain base program which is given to you by the DNA?

This is all being done by computers and using AI concepts. For me, that's the far end of where people are looking right now.

The other one I saw recently was the ability to predict a person's face, what they look like, from their DNA. There has been work done on that recently. I saw it in a TED Talk a couple of weeks ago. It's incredible stuff.

We will get there, but there are as many concerns with that as there are potential good outcomes.

Senator Galvez: When the technologies of automatic diagnostics will be ready, what is the position of the actual doctors, the specialists? Will they be in competition? Whose diagnostic will prevail: the one set out by the AI or the human? Will it be a committee that finally decides what to do with the patient, or are we going to trust the machines?

Ms. Pineau: I think the answer to that depends a lot on the type of disease we are looking at, in particular in what context the decisions are made.

In the case of the artificial pancreas, there is a control system. A sensor looks at the blood sugar level in real time, and then the decision whether to adjust the insulin is made on a very short time scale — the same decisions that patients are now making on their own. With these kinds of decisions, I think we will see a quick translation to shifting it to machines and we won't need the doctor in the loop to check the decision every time. The doctor will be there earlier on to adjust the parameters of the machine, but most of the decisions will be made in real time.

partie afin de pouvoir utiliser ces systèmes dans le milieu pharmaceutique, pour l'instant, mais le but est le suivant : à partir des centaines de milliers de liens connus entre les différences dans le génome et de la façon dont elles deviennent ensuite des structures moléculaires, on peut faire des prédictions. Si je modifie le génome de telle manière, quelles seront les conséquences? Au départ, cette technologie a des effets d'un point de vue pharmaceutique, mais elle pourrait également être utilisée pour trouver des prédispositions à des maladies ou des changements au chapitre de ces dispositions.

L'autre entreprise que je mentionne, ici — et il y en a deux ou trois dans ce domaine — c'est iCarbonX, qui est aux États-Unis. Cela semble incroyable, mais elle travaille sur un avatar d'ADN numérique : elle cultive essentiellement les propriétés fondées sur des renseignements génétiques, puis elle les utilise pour simuler, dans divers environnements — dans un milieu fumeur ou non fumeur —, le stress sur la vie de l'animal. Je pense qu'on commence par travailler à l'échelon de l'animal, mais qu'en faisant cela on veut prédire la santé à venir d'un organe... plus particulièrement, quel serait le stress subi par les reins ou le foie dans certaines conditions environnementales, compte tenu d'un certain programme de base qui nous est donné par l'ADN?

Tout cela est fait par des ordinateurs et à l'aide de concepts d'IA. À mes yeux, il s'agit de l'extrémité de là où regardent les gens actuellement.

L'autre élément que j'ai observé récemment, c'était la capacité de prédire le visage d'une personne, son apparence, d'après son ADN. Des travaux ont été effectués dans ce domaine récemment. J'ai vu cela dans une conférence TED, il y a deux ou trois semaines. C'est une technologie incroyable.

Nous allons y arriver, mais cette technologie suscite autant de préoccupations qu'elle présente des possibilités de bons résultats.

La sénatrice Galvez : Quand les technologies de diagnostics automatiques seront prêtes... quelle est la position des médecins, des spécialistes? Seront-ils en concurrence? Le diagnostic de qui prévaudra? Celui qui aura été établi par l'IA ou par l'humain? Est-ce que ce sera un comité qui prendra la décision finale quant à ce qu'il faut faire du patient, ou bien allons-nous faire confiance aux machines?

Mme Pineau : Je pense que la réponse à cette question dépend beaucoup du type de maladie auquel nous avons affaire, plus particulièrement du contexte dans lequel les décisions sont prises.

Dans le cas du pancréas artificiel, il y a un système de contrôle. Un capteur examine le taux de glycémie en temps réel, puis la décision d'ajuster ou non la dose d'insuline est prise dans un très bref délai... Les mêmes décisions que celles que prennent actuellement d'eux-mêmes les patients. Dans le cas de ces genres de décisions, je pense que nous allons observer un transfert rapide vers l'adoption des machines, et nous n'aurons plus besoin qu'un médecin intervienne pour vérifier la décision à chaque fois. Le médecin sera là, au début, pour ajuster les paramètres de la machine, mais la plupart des décisions seront prises en temps réel.

There are many other cases where the actions are much more substantial and have long-term impact. If we think about brain surgery, we have imaging technology. The computer assists in figuring out the exact location of the tumour, doing what we call segmentation of the tumour. In some cases, surgery is the best option. We are not necessarily going to send in a robot and do the surgery without consulting a doctor on the surgical plan, and probably a team of doctors.

The situation ranges from one end to the other. Particularly in the period of transition while we are acquiring confidence in the system's ability to do the job well, doctors are going to be in the loop very tightly. As we gather more and more confidence that the system is performing well, and in some cases exceeding the performance of the human doctors, then we can give more control to the machine in terms of carrying out the action. There are many cases where the machine will be primarily there in terms of advising on the course of treatment, for many years.

The Chair: Dr. Frey is on our list of potential witnesses, to whom Professor Silver referred.

Senator Meredith: Thank you both for being here today and for your continued commitment and research in terms of the advancement of Canadian lives and the impact it will have on the world. Congratulations, Dr. Silver, on your distinguished award.

My question is specifically to you, doctor. You mentioned that the embracing of technology is not reducing costs in the health care system. That's what every province should be concerned about. On the other hand, you said it would also keep costs down and minimize waste through forecasted use and need. Could you elaborate on that? Then I have a specific question for Dr. Pineau as well.

Mr. Silver: I think there is actually an opportunity to reduce costs in terms of material and human resources within the health care system through this type of thing. We can embed those systems within hospitals, well-defined and controlled types of areas, and there will be cost savings in terms of scheduling in operations and human resources, nursing. A lot of this could be done.

In health care, too, there are a lot of challenges. In Nova Scotia we have a person who lives right beside an individual requiring health care Monday morning, and they are sent 50 kilometres away to treat someone else. That sort of thing happens.

I think we can save costs in that respect. I'm not sure how much of the equation that makes up. My caution was more in the area of invoking new methods of monitoring within homes and bringing that back to centralized sites. There are costs similar to what we saw with the move from sneakernet to a local area

Dans bien d'autres cas, les interventions sont bien plus importantes et ont des répercussions à long terme. Si nous pensons à la chirurgie cérébrale, nous disposons de la technologie d'imagerie. L'ordinateur aide à trouver l'emplacement exact de la tumeur, en procédant à ce que nous appelons la segmentation de la tumeur. Dans certains cas, la chirurgie est la meilleure option. Nous n'allons pas nécessairement envoyer un robot procéder à l'intervention sans consulter de médecins au sujet du plan chirurgical, et probablement une équipe de médecins.

La situation va d'un bout à l'autre. En particulier durant la période de transition, pendant que nous acquérons de la confiance à l'égard de la capacité du système de bien faire le travail, les médecins seront au courant de tout. À mesure que nous deviendrons de plus en plus confiants du fait que le système fonctionne bien et que, dans certains cas, il dépasse le rendement des médecins humains, alors, nous pourrions donner plus de contrôle à la machine pour ce qui est d'exécuter l'intervention. Dans bien des cas, la machine sera principalement là pour donner des conseils concernant le déroulement du traitement, pendant de nombreuses années.

Le président : M. Frey, que M. Silver a mentionné, figure sur notre liste de témoins potentiels.

Le sénateur Meredith : Je vous remercie tous les deux de votre présence aujourd'hui ainsi que de votre dévouement et de vos recherches continues relativement à l'amélioration de la vie des Canadiens et à l'incidence qu'aura la technologie sur le monde. Monsieur Silver, je vous félicite pour votre prix d'excellence.

Ma question s'adresse à vous précisément, monsieur. Vous avez mentionné que l'adoption de la technologie ne réduit pas les coûts dans le système de santé. Voilà ce qui devrait préoccuper toutes les provinces. Par contre, vous avez affirmé qu'elle pourrait également maintenir les coûts à un niveau peu élevé et réduire au minimum le gaspillage grâce à la prévision de l'utilisation et du besoin. Pourriez-vous nous donner des détails à ce sujet? Ensuite, j'ai aussi une question qui s'adresse précisément à Mme Pineau.

M. Silver : Je pense qu'on a en fait la possibilité de réduire les coûts du point de vue des ressources matérielles et humaines à l'intérieur du système de santé grâce à ce type de choses. Nous pouvons intégrer ces systèmes dans les hôpitaux — dans des types de zones bien définies et contrôlées — et il y aura des économies de coût au chapitre du calendrier des interventions chirurgicales et des ressources humaines, des soins infirmiers. Beaucoup de ces choses sont faisables.

Dans le domaine des soins de santé aussi, il y a beaucoup de défis à relever. En Nouvelle-Écosse, une personne vit juste à côté d'une autre qui a besoin de soins de santé le lundi matin, et on l'envoie 50 kilomètres plus loin afin de traiter quelqu'un d'autre. Ce genre de choses arrive.

Je pense que nous pouvons économiser des coûts à cet égard. Je ne suis pas certain de la partie de l'équation que cela représente. Ma mise en garde concernait davantage l'aspect consistant à évoquer la nouvelle méthode de surveillance à l'intérieur des foyers et à reporter cette information vers des lieux centralisés.

network, where you had have administrators and people to install and maintain these things. They are different workers, but that cost is a real cost as well.

There are great benefits in that. I don't know how we measure this. I think we can reduce costs in some areas with some of these technologies, as I mentioned. Hopefully, others we can keep stable but at the same time increase the quality of health care. That's the trade-off.

I think I would feel incorrect in saying — particularly in the area of putting a lot of new technology for monitoring health care or bringing physicians and their staff up to speed with technology — that it will, over a long time, save us a lot of money in and of itself. What it will do is make the quality of health care a lot better. We can, though, certainly deploy things in other areas, managing resources, which will reduce costs.

Senator Meredith: Dr. Pineau, you spoke about biases and coding and that these AI technologies are evolving. How do we prevent that in terms of the human biases that are fed into these systems? Obviously they are going to spit out those kinds of results that we don't want from a safety perspective. I want both of you to comment on that. Yes, embracing these technologies is essential and for the benefit of Canadians. Again, in terms of the overall safety to Canadians, you are developing the SmartWheeler. Could you talk to us a bit about that as well in terms of what stage you are at with that? What kinds of mechanisms are built in from a safety perspective? I'm very concerned about that.

Ms. Pineau: There are a few different notions of safety. One of them is the biases that are showing up in some of our algorithms. In many cases, as you pointed out very astutely, the biases come from the data used to train our algorithms. If we gather data and text from the Web and then we train a conversational agent to speak, we are going to get an agent that speaks like some of the websites out there. Depending which websites you've chosen to train your agent, you will get very different conversation styles. There is a big responsibility to gather data as diverse as possible and as representative as we want of the behaviour of our agent.

We do the same when we conduct clinical trials for testing of new medical procedures. If we gather data from a very small number of members of our population, we are going to get results that only apply to that small segment of the population. So it is on us, researchers, to ensure we have wide representation in terms of

Les coûts sont semblables à ceux que nous avons observés dans le cas du passage du réseau pédestre au réseau local, où des administrateurs et des gens installaient et entretenaient ces choses. Ce sont des travailleurs différents, mais ce coût est réel également.

Cette technologie présente d'excellents avantages. Je ne sais pas comment nous pouvons les mesurer. Je pense que nous pouvons réduire les coûts à certains égards grâce à certaines de ces technologies, comme je l'ai mentionné. Espérons que nous puissions maintenir la stabilité des autres, mais que nous puissions en même temps augmenter la qualité des soins de santé. Voilà le compromis.

Je pense que j'aurais l'impression de me tromper si je disais — en particulier dans le domaine qui consiste à installer beaucoup de nouvelles technologies pour la surveillance des soins de santé ou à actualiser les connaissances des médecins et des membres de leur personnel en ce qui concerne la technologie — qu'au fil du temps elle nous fera économiser beaucoup d'argent, en soi. Ce qu'elle fera, c'est qu'elle va beaucoup améliorer la qualité des soins de santé. Toutefois, nous pouvons certainement déployer des choses dans d'autres domaines, gérer les ressources, ce qui réduira les coûts.

Le sénateur Meredith : Madame Pineau, vous avez parlé des préjugés, du code et du fait que ces technologies d'IA évoluent. Comment pouvons-nous prévenir cela, en ce qui a trait aux préjugés humains qui sont introduits dans ces systèmes? De toute évidence, ils vont recrachter les genres de résultats dont nous ne voulons pas, du point de vue de la sécurité. Je veux que vous formuliez tous les deux un commentaire à ce sujet. Oui, l'adoption de ces technologies est essentielle et avantageuse pour les Canadiens. Encore une fois, du point de vue de la sécurité générale des Canadiens, vous êtes en train de mettre au point le SmartWheeler. Pourriez-vous nous parler un peu de ce fauteuil roulant également, et nous dire à quelle étape de sa conception vous en êtes? Quels genres de mécanismes sont intégrés, du point de vue de la sécurité? Je suis très préoccupé à ce sujet.

Mme Pineau : Il y a quelques notions de sécurité différentes. L'une d'entre elles tient aux préjugés qui se présentent dans certains de nos algorithmes. Dans bien des cas — comme vous l'avez souligné très judicieusement —, les préjugés proviennent des données utilisées pour entraîner nos algorithmes. Si nous recueillons des données et du texte sur le Web, puis que nous entraînons un agent conversationnel à parler, nous allons obtenir un agent qui parle comme certains des sites web qui existent. Selon les sites web que vous aurez choisis pour entraîner votre agent, vous obtiendrez des styles de conversation très différents. Il y a une grande responsabilité consistant à recueillir des données les plus diverses possible et aussi représentatives que nous voulons que le soit le comportement de notre agent.

Nous faisons la même chose lorsque nous soumettons de nouvelles procédures médicales à des essais cliniques. Si nous recueillons des données auprès d'un très petit nombre de membres de notre population, nous allons obtenir des résultats qui ne s'appliquent qu'à ce petit segment de la population. Ainsi, il nous

where we are gathering data.

In terms of our SmartWheeler, this is a smart wheelchair that we have been developing for several years at McGill University. The safety concerns are a bit different and maybe a bit similar to the concerns we are anticipating from autonomous driving technology. This is a wheelchair that can drive on its own. It has the ability, with the intelligence system, to control the motors: to go, to stop, to turn around.

For several years now we have been in partnership with one of the shopping malls in the Montreal area so that we do our testing not only in a university lab but in a shopping mall, so that we expose the system to the diversity of conditions it will encounter in the real world. It's a shopping mall where a lot of the regular clients are wheelchair users. So in one sense, the mall is quite well adapted to our wheelchair. On the other hand, our wheelchair has to face the same kinds of challenges that these people face every day.

This has been a very interesting project. We are developing new technology such that the robot can navigate more fluidly in the shopping centre. For those of you who are from the Montreal area, this is the Alexis Nihon mall. It's connected through the subway system. Every four minutes or so hundreds of people come out, so the wheelchair has to be perceptive in order not to have collisions. So far I'm happy to report that we have had no collisions. We still operate with a human in the loop. That means there's usually a PhD student standing right behind with a hand on the stop button, who can guarantee the safety of it. We have done trials over the summer with a number of people who are regular wheelchair users and we are now preparing to analyze all of that data.

Senator Meredith: With respect to a regulatory framework, what needs to happen as these new technologies come on stream, in terms of Health Canada and FDA? Could I hear comments from both of you on that?

Mr. Silver: I did think about that a bit, and I put a few comments on the last page. I'll just expand on them.

Baby steps are certainly an important piece here, from the PhD student holding the button, to the method by which the individual can hit the stop button in creative ways.

In terms of regulation, it will be important that AI developers disclose potential risks as well as benefits, similar to perhaps the testing that drugs go through at the moment, and that the person is fully aware of potential problems so they can make informed decisions in that regard and so that health care workers would

incombe, à nous, les chercheurs, de veiller à ce que notre représentation soit vaste du point de vue de l'endroit où nous recueillons les données.

En ce qui concerne notre SmartWheeler, il s'agit d'un fauteuil roulant intelligent que nous mettons au point depuis plusieurs années, à l'Université McGill. Les préoccupations relatives à la sécurité sont un peu différentes, et ressemblent peut-être un peu à celles que nous anticipons relativement à la technologie de conduite autonome. C'est un fauteuil roulant qui peut conduire par lui-même. Il a la capacité — grâce au système d'intelligence — de contrôler les moteurs : aller, s'arrêter et changer de direction.

Depuis maintenant plusieurs années, nous travaillons en partenariat avec l'un des centres commerciaux de la région de Montréal afin que nous puissions le mettre à l'essai non seulement dans un laboratoire universitaire, mais aussi dans un centre commercial et que nous exposions le système à la diversité des situations qu'il rencontrera dans le monde réel. Il s'agit d'un centre commercial dont beaucoup des clients réguliers sont des utilisateurs de fauteuil roulant. Alors, dans un sens, le centre commercial est très bien adapté à notre fauteuil roulant. Par contre, notre fauteuil roulant doit faire face aux mêmes genres de difficultés que celles auxquelles font face ces personnes tous les jours.

Ce projet est très intéressant. Nous élaborons une nouvelle technologie faisant en sorte que le robot puisse se déplacer de façon plus fluide dans le centre commercial. Pour ceux d'entre vous qui viennent de la région de Montréal, il s'agit du Complexe Alexis-Nihon. Il est relié au réseau de métro. Environ toutes les quatre minutes, des centaines de personnes en sortent, alors le fauteuil roulant doit être perceptif afin d'éviter les collisions. Jusqu'ici, je suis heureuse de pouvoir déclarer que nous n'avons provoqué aucune collision. Nous faisons encore appel à un humain. Cela signifie qu'un doctorant se tient habituellement juste derrière avec une main sur le bouton d'arrêt et qu'il peut en garantir la sécurité. Durant l'été, nous avons effectué des essais auprès d'un certain nombre de personnes qui sont des utilisateurs réguliers de fauteuil roulant, et nous nous préparons maintenant à analyser toutes ces données.

Le sénateur Meredith : En ce qui a trait à l'établissement d'un cadre réglementaire, que doit-il se passer lorsque ces nouvelles technologies sont mises en œuvre, du côté de Santé Canada et de la Loi sur les aliments et drogues? J'aimerais entendre ce que vous avez à dire tous les deux à ce sujet.

M. Silver : J'y ai pensé un peu, et j'ai rédigé quelques commentaires à la dernière page. Je vais les expliquer un peu plus.

Certes, il importe de progresser graduellement à cet égard, de l'étudiant au doctorat qui a la main sur le bouton, à la méthode utilisée pour interrompre le processus de manière créative.

Au sujet de la réglementation, il sera important que les concepteurs en IA divulguent les risques potentiels de même que les avantages, possiblement de la même manière que pour l'expérimentation actuelle des médicaments, et que la personne soit pleinement consciente des problèmes potentiels de sorte

know about them. In developing these technologies, it is important that they adhere to good software engineering practices and methodologies. Typically in that space there is a quality assurance role that has oversight, ISO 9000, the standards organization that oversees most engineering groups. TQM, total quality management, would be important.

The other thing I will introduce is that one of the things that will clearly become the case is that clinicians — and physicians in particular — will have to know a bit more about this sort of thing. Before coming here, I spoke about this with two of the more progressive physicians in our area. They emphasized the fact that computer science and AI need to be part of medical training — not that they have to know how to build these things, but that they have an appreciation for some of the things that could go wrong. They will increasingly be required to understand the impact of these things so they can participate as we move along the journey of having AI play a bigger role in health care.

Senator Merchant: Thanks very much to both of you. I think you answered a bit of my question in terms of how physicians are going to be prepared to deal with all these advances and how quickly these things will change. There has been so much change with computers alone in the last few years. You are all working hard, you're excited, and you have people who are very inspired about this.

I'm wondering about the doctors. Maybe you've partially answered this already. How many times in a lifetime will they have to be retrained? Is it serious retraining that they will need?

My second question is this: You said, doctor, that we are fortunate to have a good health system in Canada. I'm wondering about the evenness of delivery. Given demographics and the provincial delivery of health care, do you foresee that some areas in the country will be better equipped than others? Are patients then going to be saying, "I could go to Montreal"? You must be thinking about this, because you're doing all this to improve outcomes and quality of life. So how do you deal with all of this?

Mr. Silver: I will speak to a couple more thoughts about the training. Again, I think it needs to start early. It starts before they become physicians. Increasingly around the world we understand that with the computational thinking in computer science, these technical things need to be embedded in the core of our educational system early on.

That's not easy. We are wrestling with this in Nova Scotia. A colleague of mine is now engaged with the province's education department in placing computing more in the core, and of course

qu'elle puisse prendre des décisions éclairées à cet égard et que les travailleurs de la santé en soient informés. Au moment d'élaborer ces technologies, il est important que les concepteurs respectent les bonnes pratiques et méthodes en matière de génie logiciel. Dans ce secteur, il y a habituellement un organisme d'assurance de la qualité qui assume un rôle de surveillance à l'aide de normes, par exemple ISO 9000, norme applicable à la plupart des groupes d'ingénierie. La GQT, gestion de la qualité totale, serait importante.

L'autre aspect que je vais souligner, c'est qu'à l'avenir, les cliniciens — et les médecins plus particulièrement — devront en savoir davantage au sujet de ce type de technologies. Avant de venir ici, j'en ai parlé avec deux des médecins les plus progressistes dans notre domaine. Ils ont insisté sur le fait que la science informatique et l'IA devaient faire partie de la formation médicale. Les professionnels de la médecine n'ont pas à savoir de quelle manière sont conçues ces technologies, mais ils doivent avoir une idée de ce qui peut mal tourner. Ils devront comprendre de plus en plus l'incidence de ces technologies afin de pouvoir permettre à l'IA de jouer un plus grand rôle dans les soins de santé.

La sénatrice Merchant : Merci beaucoup à tous les deux. Je pense que vous avez répondu en quelque sorte à ma question en ce qui a trait à la façon dont les médecins vont se préparer à composer avec ces avancées technologiques et à la vitesse à laquelle ces technologies vont changer. Les ordinateurs en soi ont beaucoup changé depuis quelques années. Vous travaillez tous d'arrache-pied, vous êtes enthousiastes et vous travaillez avec des gens qui sont très inspirés par le sujet.

Je me questionne au sujet des médecins. Peut-être avez-vous répondu en partie à cette question. Combien de fois dans leur vie les médecins devront-ils être formés de nouveau? Auront-ils besoin d'une importante actualisation des connaissances?

Ma deuxième question est la suivante : vous avez dit, professeur, que nous étions chanceux d'avoir un bon système de santé au Canada. Je m'interroge quant à l'uniformité de la prestation des soins. Compte tenu des facteurs démographiques et du fait que la prestation des soins de santé relève des provinces, pensez-vous que certaines régions du pays seront mieux outillées que d'autres? Est-ce que des patients diront : « Je pourrais aller à Montréal »? Vous devez y réfléchir, parce que vous faites tout cela pour améliorer les résultats et la qualité de vie. Comment gérez-vous tout cela?

M. Silver : J'aborderai quelques pistes de réflexion au sujet de la formation. Comme je l'ai déjà dit, je pense qu'elle doit commencer tôt. Elle doit commencer avant que la personne ne devienne médecin. À l'échelle mondiale, nous comprenons de plus en plus qu'avec la pensée computationnelle en informatique, ces aspects techniques doivent être intégrés dès le début dans notre système d'éducation.

Ce n'est pas facile. Nous sommes aux prises avec ce problème en Nouvelle-Écosse. Un de mes collègues collabore maintenant avec le ministère de l'Éducation de la province pour faire en sorte

the issue is where you fit it in with everything else. Ultimately, that generates a new generation of physicians who will already understand some of these issues.

Then there is in-service for the practising person, and there is embedding it within pre-service educational programs. Again, it means for a lot of change, but it would put us a step up in the world in terms of having people that use AI as a tool and participate in its evolution compared to many other countries that may be doing it in more of an ad hoc fashion.

Ms. Pineau: I will address your second question as to how we ensure evenness of delivery. Honestly, this is a major challenge. We have seen this for several years in the development of biomedical research. When you carry out multi-centre studies, often you see that one of the most predictable variables in terms of the outcome is which centre was the treatment administered in. For those studies that make it past the phase of just being a study and biomedical technology gets deployed, we see huge differences in terms of outcome measurements between some of the larger university hospitals versus smaller rural hospitals.

I think the transfer of AI and robotics technology is not that different in this respect than other biomedical research. Challenges exist already for much of the biomedical research and who has access to what type of treatment. It is not the same if you're in a big centre with a university hospital versus a small centre. I think we'll continue to face that challenge, but I don't think the challenge is particular to AI and robotics in that sense.

I think there needs to be structure in place to allow all the hospitals, as well as primary care clinics and so on, to have access to that technology and to have people who are competent in the use of this technology.

Senator Merchant: Right now it's difficult to get doctors to go out to rural areas. Why would a doctor want to work in a small hospital when there are places where he or she could do so much more? Right now you say to people: If you work out in the country for two years, we will reduce your —

The Chair: Those issues are not unique to AI. I think you answered the issue extremely well, and this will fit into the overall system. We are actually already hearing examples of how you can facilitate distance access to medicine here. I think we will hear some very specific ones as we go further along. Thank you, senator.

Senator Unger: Thank you both very much. Your presentations were fascinating.

que l'informatique soit davantage au cœur des activités de formation, et, bien sûr, le problème réside dans le fait qu'il faut trouver de quelle manière l'intégrer au reste. En définitive, une nouvelle génération de médecins qui comprendront déjà certaines de ces questions verra le jour.

Puis, il faut l'intégrer en cours d'emploi pour ceux qui pratiquent déjà la médecine et l'enchaîner dans les programmes d'éducation qui précèdent l'exercice de la médecine. Encore une fois, cela suppose beaucoup de changements, mais nous pourrions nous démarquer sur la scène internationale en permettant à des gens d'utiliser l'IA comme outil et de prendre part à son évolution alors que de nombreux autres pays le font peut-être de façon plus ponctuelle.

Mme Pineau : Je vais répondre à votre deuxième question, qui concerne la façon d'assurer l'uniformité de la prestation. Honnêtement, je pense qu'il s'agit d'un défi de taille. Nous avons observé le phénomène depuis plusieurs années dans l'évolution de la recherche biomédicale. Lorsqu'on fait des études multicentriques, on voit souvent que l'une des variables les plus prévisibles en matière de résultats est le centre où le traitement a été administré. En ce qui concerne les études qui finissent par donner lieu à une technologie biomédicale, on observe d'immenses différences quant aux mesures de résultats entre certains grands hôpitaux universitaires et certains petits hôpitaux en régions rurales.

Je pense que l'application des connaissances liées à l'IA et à la robotique n'est pas si différente de celle d'autres recherches biomédicales. Des défis se posent déjà pour la plupart des recherches biomédicales et l'accès des patients aux divers types de traitement. Ce n'est pas la même chose si vous êtes dans un grand centre où il y a un hôpital universitaire que si vous êtes dans un petit centre. Je pense que nous allons continuer à être exposés à ce problème, mais je ne pense pas qu'il soit propre à l'IA et à la robotique.

Je pense qu'il faut mettre en place une structure pour permettre à tous les hôpitaux, de même qu'aux cliniques de soins primaires, entre autres, d'avoir accès à cette technologie et d'avoir sur place des personnes qui savent l'utiliser adéquatement.

La sénatrice Merchant : Actuellement, il est difficile de convaincre les médecins d'aller travailler dans les régions rurales. Pour quelle raison un médecin voudrait-il travailler dans un petit hôpital alors qu'il pourrait faire bien plus ailleurs? À l'heure actuelle, vous leur dites : si vous travaillez en région pendant deux ans, nous réduirons vos...

Le président : Ces problèmes ne sont pas propres à l'IA. Je pense que vous avez très bien répondu à la question, et cela s'appliquera au système dans son ensemble. On nous a déjà rapporté quelques exemples de la façon dont vous pourriez favoriser l'accès à distance à la médecine ici. Je pense que nous entendrons des exemples très précis à mesure que nous poursuivrons. Merci, madame la sénatrice.

La sénatrice Unger : Merci beaucoup à tous les deux. Vos exposés étaient fascinants.

Dr. Pineau, you talked about deep learning. I'm wondering how this will apply to people with spinal cord injuries, for example. Is this technology being applied now or will it be?

Ms. Pineau: I saw a fascinating talk last summer. A researcher in California is looking at individuals with spinal cord injuries. He is specifically looking at regeneration of some of the nerves using electrical stimulation. Through this work, he has actually shown that individuals that were in a wheelchair for many years, after a particular pattern of stimulation, could gain enough mobility to start to walk again. They are not running a marathon quite yet, but for specific individuals they have been able to take a number of steps and keep on improving.

Now, there is a lot of work to be done to figure out the appropriate pattern of electrical stimulation for an individual based on their physiology, their injury and so on. Deep learning is a technology that can help in that sense. Identifying patterns from complex readings of the physiology and trying to optimize the particular pattern of electrical stimulation might help. I don't think this is done yet, but I think at some point these two things are going to connect.

On another side, within our lab we're doing research in terms of smart wheelchairs, which also helps people with spinal cord injuries. In that case, deep learning is used a lot more within the intelligent wheelchair to process the information from the environment.

Senator Unger: Dr. Silver, I have information that a vast amount of medical data has been collected on most of the individuals in developed countries. It's referring to the AI evolution that started in the 1980s. At least some of this data is available in electronic form. However, analysis of the data is limited by legal and ethical considerations. To what extent is that a problem now?

Mr. Silver: I am afraid you have me at a disadvantage. I don't have that.

Senator Unger: It's an overview of artificial intelligence that was supplied to us.

The Chair: I think we better be clear here.

Dr. Silver, this is in a document that has been provided to senators as background material. It's not taken from your presentation.

Senator Unger: Thank you, chair.

Mr. Silver: Please ask me the question again.

Madame Pineau, vous avez parlé d'apprentissage en profondeur. Je me demande de quelle façon cela va s'appliquer aux personnes souffrant d'un traumatisme médullaire, par exemple. Cette technologie est-elle appliquée à l'heure actuelle ou le sera-t-elle?

Mme Pineau : J'ai assisté à un exposé fascinant l'été dernier. Un chercheur de la Californie examine des personnes souffrant d'un traumatisme médullaire. Ses travaux portent précisément sur la régénération de certains nerfs à l'aide d'une stimulation électrique. Dans le cadre de ses travaux, il a déjà montré que, après une certaine séquence de stimulation, des personnes en fauteuil roulant depuis de nombreuses années pouvaient gagner suffisamment de mobilité pour marcher de nouveau. Elles ne sont pas encore prêtes à courir un marathon, mais certaines ont été capables de faire quelques pas et elles continuent de s'améliorer.

Il y a beaucoup de travail à faire pour déterminer quelle est la séquence de stimulation électrique appropriée pour une personne en fonction de sa physiologie, de sa blessure et d'autres facteurs. L'apprentissage en profondeur est une technologie qui peut contribuer à cela. Il peut être utile de cibler des séquences à partir de lectures complexes de la physiologie et d'essayer d'optimiser la séquence particulière de stimulation électrique. Je ne pense pas que ce soit déjà fait, mais je crois que ces deux éléments vont se rejoindre dans une certaine mesure.

Par ailleurs, dans notre laboratoire, nous faisons de la recherche touchant les fauteuils roulants intelligents, ce qui aide également les gens souffrant d'un traumatisme médullaire. Dans ce cas, l'apprentissage en profondeur est davantage utilisé dans les cas de fauteuils roulants intelligents pour traiter l'information concernant l'environnement.

La sénatrice Unger : Monsieur Silver, selon l'information dont je dispose, d'énormes quantités de données médicales ont été recueillies au sujet de la majorité des gens dans les pays développés. On mentionne que l'évolution de l'IA a commencé dans les années 1980. À tout le moins, certaines de ces données sont disponibles sous forme électronique. Toutefois, l'analyse des données est limitée par des questions juridiques et éthiques. Dans quelle mesure est-ce un problème à l'heure actuelle?

M. Silver : Je regrette, mais vous me prenez au dépourvu. Je n'ai pas ces renseignements.

La sénatrice Unger : C'est un aperçu de l'intelligence artificielle qui nous a été fourni.

Le président : Je pense que nous ferions mieux d'éclaircir la question.

Monsieur Silver, ces renseignements se trouvent dans un document qui a été fourni aux sénateurs en guise de documentation. Cela ne vient pas de votre exposé.

La sénatrice Unger : Merci, monsieur le président.

M. Silver : Pouvez-vous me reposer la question s'il vous plaît?

Senator Unger: It is about medical data that had been collected on individuals, and I believe it's referring to earlier times. Some of this data is available in electronic form. However, analysis of the data is limited by legal and ethical considerations.

Mr. Silver: That's true. For example, while doing my PhD I worked with a radiologist at Victoria Hospital in London, Ontario. He had his own personal data set of 500 patients, and that was the reason by which he could do the work. He had acquired that over almost 17 to 18 years at that point. It consisted of people with arterial occlusion of arteries of the heart, and we were using tomographic images. I was using machine learning to actually predict from the images whether the person had a particular type of arterial occlusion, a narrowing of the artery. But it was specifically because of his data that we were able to do those things.

So groups will get together, and physicians, with appropriate permission. This is the issue with people now through PIPEDA. If they have signed off things appropriately, they can pool the information together and use it. But there are certainly challenges because it is private information.

Ultimately, all of these systems that we are talking about largely nowadays work on the basis of learning by examples. That's the power of them, that they no longer are algorithms crafted by expert physicians or radiologists. They actually are examples of people who do or do not have particular types of disease. The algorithms build the programs, if you like, the models directly from those examples. So the more we have of it, the better.

Conceivably, if we had every patient in, let's say, Comox or Cape Breton in particular disease categories and whether they have it or not — heart disease, for example — we probably could find some interesting things about that pathology, but you have to be able to get that data together in order to do it.

And it has to be accurate. That's another issue. There is a lot of data out there in the medical space that is not very accurate.

Senator Unger: How close is AI to real human intelligence?

Mr. Silver: The challenging problem, first of all, is defining what intelligence is. I do not say that facetiously. It is true that that is probably the biggest one we have come up against: What does that mean? I think AI has probably helped us and pushed the boundaries on trying to have a sense as to what it means to be intelligent.

La sénatrice Unger : C'est au sujet des données médicales sur des particuliers qui ont été recueillies, et je pense qu'elles concernent une autre époque. Certaines des données sont disponibles en format électronique. Toutefois, l'analyse des données est limitée par des questions juridiques et éthiques.

M. Silver : C'est vrai. Par exemple, lorsque j'étais au doctorat, j'ai travaillé avec un radiologue à l'hôpital Victoria à London, en Ontario. Il avait son propre ensemble de données personnelles concernant 500 patients, et c'est pour cette raison qu'il pouvait faire le travail. Il lui avait fallu 17 ou 18 ans pour les recueillir. Il s'agissait de patients souffrant d'une obstruction des artères coronaires, et nous utilisions des images tomographiques. J'utilisais l'apprentissage machine pour prédire à partir des images si une personne souffrait d'un type particulier d'occlusion artérielle ou d'une sténose de l'artère. Mais c'est précisément grâce à ses données que nous étions en mesure de faire ces choses.

Donc des groupes vont se former, et des médecins vont faire équipe, s'ils ont la permission appropriée. C'est le problème qui existe à l'heure actuelle en raison de la Loi sur les renseignements personnels et les documents électroniques. S'ils ont obtenu les approbations appropriées, ils peuvent rassembler l'information et l'utiliser. Mais cela pose certaines difficultés puisqu'il s'agit de renseignements personnels.

En définitive, tous ces systèmes dont nous parlons abondamment de nos jours fonctionnent selon un principe d'apprentissage par les exemples. C'est ce qui fait leur force : ils ne sont plus des algorithmes réalisés par des médecins experts ou des radiologistes. Ce sont en fait des exemples de personnes qui ont ou qui n'ont pas certaines maladies particulières. Les algorithmes créent les programmes, si vous voulez, et les modèles directement à partir de ces exemples. Donc, plus nous en avons, mieux c'est.

En théorie, si chaque patient, disons à Comox ou à Cap-Breton, était classé selon des catégories particulières de maladies et selon le fait qu'il souffre ou non d'un certain type de maladie — une maladie du cœur, par exemple —, nous pourrions probablement découvrir certaines choses intéressantes au sujet de cette pathologie, mais pour cela, vous devez être en mesure de rassembler les données.

Et elles doivent être exactes. C'est un autre problème. Beaucoup de données dans le domaine médical ne sont pas exactes.

La sénatrice Unger : À quel point l'IA est-elle près de l'intelligence humaine réelle?

M. Silver : Tout d'abord, le grand défi consiste à définir ce qu'est l'intelligence. Je ne dis pas cela à la blague. Il est vrai qu'il s'agit probablement du plus gros problème auquel nous avons été confrontés : qu'est-ce que ça signifie? Je pense que l'IA nous a probablement aidés à cet égard et a repoussé les limites quant à la compréhension de ce que signifie être intelligent.

Ms. Pineau: I would add that AI is excellent at a few very narrow tasks. AI can play chess better than I can. It can translate from Farsi to Japanese much better than I can. But in terms of the wealth of things that I can do, AI is pathetic. It's on the order of what a very small rodent can do.

The Chair: I'll clarify the reference again that Senator Unger referred to. I was pointing out to our senators in a briefing document that with regard to the use of medical data and other information, there are already well-established rules around ethics, what can be done and permissions and so on. So the idea that we have to start from zero isn't there. We already have a base for using data. That was the issue there.

[Translation]

Senator Mégie: Thank you for your presentation. When we are looking for a young physician in a clinic, the first thing he or she asks is whether we have electronic records or whether we have new artificial intelligence technologies. That is how young physicians decide which clinic they are going to practice in. However, equipment like that puts a distance between them and the patients. There is very little human contact. I am pleased to see that you have ethical concerns about the security and privacy of data.

My question deals with the concerns. In my opinion, they are much greater than the ones you raised here. Some patients will search Google to find a diagnosis for their headache, for example. A doctor asks questions: "Do you have numbness in the hands?" The patient replies that he had a numb arm yesterday. Basically, after the online research, the patient has decided that he has a brain tumour. The patient gets to the doctor's office and says, "Wikipedia tells me that I have a brain tumour and I need an MRI right away." Imagine the doctor's reaction when he hears that. The patient is extremely anxious, and that is like poison in his life. But when the physician talks to the patient, he can see the body language. I do not know whether artificial intelligence is able to do that. Non-verbal behaviour can tell a physician whether his patient is looking for a note so that he can take sick leave, or whether he is really ill.

Here is my question: Will artificial intelligence be able to sufficiently distinguish symptoms and groups of symptoms in order to come to a diagnosis that is close to a real one as possible?

Mme Pineau : J'ajouterais que l'IA est excellente pour effectuer quelques tâches très précises. L'IA peut jouer aux échecs mieux que moi. Elle peut traduire du persan au japonais beaucoup mieux que je peux le faire. Mais en ce qui en trait à la richesse des choses que je peux faire, l'IA ne m'arrive pas à la cheville. Elle a les mêmes facultés qu'un petit rongeur.

Le président : Je vais apporter des précisions quant aux références auxquelles a fait allusion la sénatrice Unger. Dans un document d'information, j'ai fait remarquer à nos sénateurs qu'il existe déjà des règles bien établies au sujet de l'éthique, de ce qui peut être fait, des permissions et de tout le reste au chapitre de l'utilisation de données et d'autres renseignements médicaux. Donc, il n'est pas question de tout recommencer. Nous disposons déjà d'une base pour l'utilisation de données. Voilà de quoi il était question.

[Français]

La sénatrice Mégie : Merci pour votre présentation. Lorsqu'on est à la recherche d'un jeune médecin dans une clinique, la première question qu'il nous pose, c'est à savoir si nos dossiers sont électroniques ou si nous disposons des nouvelles technologies en matière d'intelligence artificielle. C'est ainsi que les jeunes médecins décident dans quelle clinique ils vont pratiquer. Cependant, ces équipements les éloignent du patient. Il y a donc très peu de contact humain. Je suis contente de voir que vous avez des préoccupations éthiques par rapport à la propriété et à la confidentialité des données.

Ma question porte sur les inquiétudes. À mon avis, elles sont beaucoup plus grandes que celles que vous avez soulevées ici. Certains patients font une recherche sur Google pour obtenir un diagnostic pour un mal de tête, par exemple. Le médecin pose des questions : « Avez-vous des engourdissements dans les mains? » Le patient répond qu'hier, il avait le bras engourdi. En fin de compte, après ses recherches en ligne, le patient conclut qu'il a une tumeur cérébrale. Le patient arrive alors au bureau du médecin et dit : « Selon Wikipédia, j'ai une tumeur cérébrale et j'ai besoin d'une résonance magnétique tout de suite. » Imaginez la réaction du médecin en entendant cela. Le patient est extrêmement inquiet, ce qui empoisonne sa vie. Cependant, lorsque le médecin parle à son patient, il perçoit le langage corporel. Je ne sais pas si l'intelligence artificielle est en mesure de faire cela. Le comportement non verbal peut permettre à un médecin de savoir si son patient vient chercher un formulaire pour un congé de maladie ou s'il est vraiment malade.

Ma question est la suivante : l'intelligence artificielle peut-elle arriver à faire suffisamment de discrimination quant aux symptômes et aux associations de symptômes pour poser un diagnostic le plus près possible de la réalité?

[English]

Mr. Silver: I did speak with, as I mentioned, a couple of physicians. They brought this up and I was thinking of it as well. Already, as you indicate, patients present with their own solution to their problem, potentially, in the future, being able to use AI Google, if you like, to say essentially, “What is wrong with me?”

So their response, because they are really the experts in this, I think, more so than I, is that physicians are going to have to increasingly be trained to deal with the situation. Of course, as good science would tell us, the thing for them to do is to go back to your symptoms. What would be the appropriate first bit of treatment or testing that should be done?

However, it certainly is possible that information that could be extracted in a home setting or in the doctor’s office now and in the near future could be data that comes in as a fusion of things, along with their demographic information, age, blood pressure — the clinical parameters you usually get — and could more readily point towards the most likely first step in determining the problem.

I think encouraging people to understand what their body is telling them is always a good thing in health care. Arbitrarily allowing AI to make that determination at the moment is probably not the best idea.

As Dr. Pineau indicated, there are technologies now that can measure blood sugar levels, and do it immediately, things that we need to be using. Aspects of those, only a few years ago, would be considered AI.

One of the things you might notice on the first page of my notes is that my PhD supervisor told me a long time ago that artificial intelligence is only artificial intelligence until some critical mass understands how it works. Then it’s just a computer program. It’s nothing more.

Again, education is the key here both for physicians who have to deal with patients presenting with a sense of what their disease is and certainly for the future of those presenting with, “Well, the AI told me.”

[Translation]

Ms. Pineau: Let me add some nuances to what you have just said. That person with a headache who goes online and concludes that they have a brain problem is a case where human intelligence has failed. The set of symptoms studied was not complete enough to come to a diagnosis. If a problem of that kind were examined with well-designed artificial intelligence software, the symptoms would be studied better. The artificial intelligence system asks a

[Traduction]

M. Silver : Comme je l’ai mentionné, j’ai discuté avec deux ou trois médecins. Ils ont soulevé cette question, et j’y pensais également. Comme vous l’avez dit, il y a déjà des patients qui se présentent avec leur propre solution à leur problème; il se peut qu’à l’avenir, ils soient en mesure d’utiliser l’IA de Google, si vous voulez, et tout simplement dire : « Qu’est-ce qui ne va pas chez moi? »

Ils ont répondu, parce que ce sont eux les vrais experts, plus que moi, je pense, que les médecins allaient devoir être davantage formés pour pouvoir gérer la situation. Bien sûr, selon une application rigoureuse de la démarche scientifique, ce qu’ils doivent faire, c’est revenir aux symptômes. Quel serait le premier traitement approprié ou quels tests devraient être effectués?

Toutefois, il est certainement possible que l’information qui pourrait être obtenue à la maison ou dans le cabinet du médecin, maintenant et dans un avenir rapproché, puisse comprendre des données découlant d’une combinaison d’éléments, en plus des données démographiques du patient, de son âge, de sa pression sanguine — les paramètres cliniques qu’on obtient habituellement —, et pointer plus facilement vers la première étape la plus logique pour cerner le problème.

Je pense que le fait d’encourager les gens à comprendre les signes que leur corps leur envoie est toujours une bonne chose dans le domaine des soins de santé. Le fait de permettre arbitrairement à l’IA de prendre la décision n’est probablement pas la meilleure des idées à l’heure actuelle.

Comme l’a mentionné Mme Pineau, il existe maintenant des technologies qui peuvent mesurer la glycémie de façon immédiate; ce sont des choses que nous devons utiliser. Il y a à peine quelques années de cela, certains aspects auraient été considérés comme de l’IA.

L’une des choses que vous avez peut-être remarquées à la première page de mes observations, c’est que mon directeur de thèse m’a dit il y a longtemps que l’intelligence artificielle était de l’intelligence artificielle seulement jusqu’à ce qu’une certaine masse critique comprenne son fonctionnement. Ce n’est alors qu’un programme informatique, rien d’autre.

Encore une fois, l’éducation est la clé ici pour permettre aux médecins qui doivent composer avec des patients qui ont une idée de ce qu’est leur maladie et qui à l’avenir devront composer avec des personnes qui se présenteront au cabinet en disant : « Bien, d’après l’IA... »

[Français]

Mme Pineau : J’aimerais ajouter quelques nuances à ce que vous venez de dire. Le cas de la personne qui souffre d’un mal de tête et qui conclut, à la suite de ses recherches sur Internet, qu’elle a un problème cérébral, c’est un cas où il y a un manque d’intelligence humaine. C’est que l’ensemble des symptômes étudiés n’était pas assez complet pour poser un diagnostic. Si ce même genre de problème est examiné avec l’aide d’un logiciel

sufficient number of questions to come to a sound diagnosis. We have to look at vehicles that are able to precisely evaluate a diagnosis with sufficient information and to communicate when information is missing.

Parallel to that, our current artificial intelligence systems do not have the same perception of complex systems. You were talking about non-verbal physical communication. A lot of work is being done on that but it is not very effective with non-verbal communication, much less so than human beings, of course. For a good number of years yet, I imagine that doctors will be much more skilled at analyzing complex situations. However artificial intelligence systems can very precisely diagnose certain illnesses from blood samples.

[English]

Senator Raine: Thank you very much. This is fascinating. We really appreciate your being here.

I have a question on the interface between AI and natural intelligence, and how we, owning our body and our health, if you like, use artificial intelligence about our body to motivate us to take personal responsibility for being proactive in preventative health care. We know that there are Fitbits out there and all kinds of pedometers, but somehow, even knowing that we're out of shape, many people aren't motivated to get in shape. Yet, when we look at it, if you take all the different pharmaceuticals or placebos, exercise is right up there at the top of making you well. Would you like to comment on how artificial intelligence can play a role in motivating individuals to take personal responsibility for their health?

Ms. Pineau: I would say at this stage that we don't know the magic strategy for motivating people to exercise, eat well, stop smoking or sleep enough. But what AI and machine learning in particular gives us is the ability to learn from a large number of people. As more and more of us carry these Fitbits and more and more of us carry smartphones that can be programmed to give us prompts, we can learn what kind of prompting or incentives work at motivating people. I don't know what these incentives are, but I certainly have a good idea of how to design a program to learn how to do that. We have colleagues that are doing that right now, in particular, in the case of managing people who have alcohol or drug addiction. There are a few different intervention strategies, but in many cases they require the person to take some steps, whether it's calling a doctor, a family member or a friend.

d'intelligence artificielle bien conçu, il y aurait eu une meilleure étude des symptômes. Le système d'intelligence artificielle pose un nombre de questions suffisantes pour établir un bon diagnostic. Il faut viser des agents qui sont capables d'évaluer avec précision un diagnostic avec suffisamment d'information et de communiquer lorsqu'il manque d'information.

En parallèle à cela, nos systèmes d'intelligence artificielle à l'heure actuelle n'ont pas la même perception des systèmes complexes. Vous parliez de la communication physique non verbale. On travaille très fort sur cet aspect, mais on n'est pas très efficace en ce qui concerne la communication non verbale, beaucoup moins que les êtres humains, évidemment. Pendant encore bon nombre d'années, j'imagine que les médecins seront beaucoup plus aptes à analyser les situations complexes. Toutefois, les systèmes d'intelligence artificielle peuvent diagnostiquer de manière très précise certaines maladies à partir d'échantillons de sang.

[Traduction]

La sénatrice Raine : Merci beaucoup. C'est fascinant. Nous vous remercions d'être là aujourd'hui.

J'ai une question au sujet de l'interface entre l'IA et l'intelligence naturelle, et de la façon dont, en tant que responsables de notre corps et de notre santé, si vous le voulez, nous utilisons l'intelligence artificielle à l'égard de notre organisme pour nous motiver à prendre la responsabilité d'être proactifs en matière de soins de santé préventifs. Nous savons qu'il existe des Fitbit et toutes sortes de podomètres, mais pourtant, même en sachant qu'elles ne sont pas en forme, de nombreuses personnes ne sont pas motivées à bouger. Pourtant, lorsqu'on regarde les différents produits pharmaceutiques ou les placebos, on voit que l'exercice est la meilleure façon d'être en santé. Avez-vous des commentaires à formuler quant au rôle que peut jouer l'intelligence artificielle au moment de motiver les gens à être responsables de leur santé?

Mme Pineau : À cette étape-ci, je dirais que nous ne connaissons pas de stratégie magique pour amener les gens à faire de l'exercice, à bien manger, à cesser de fumer ou à dormir suffisamment. Mais ce que l'IA et l'apprentissage machine nous donnent en particulier est l'habileté d'apprendre d'un grand nombre de personnes. Comme nous sommes de plus en plus nombreux à posséder des Fitbit et des téléphones intelligents qui peuvent être programmés de manière à nous encourager, nous pouvons savoir quels types d'encouragements ou de mesures incitatives motivent les gens. Je ne sais pas quelles sont ces mesures incitatives, mais j'ai certainement une bonne idée de la façon de concevoir un programme pour apprendre à le faire. Certains de nos collègues le font actuellement, plus particulièrement aux fins de la gestion des personnes qui ont des problèmes d'alcoolisme ou de toxicomanie. Il existe quelques stratégies d'intervention différentes, mais dans de nombreux cas, il faut que la personne prenne des mesures, qu'il s'agisse d'appeler un médecin, un membre de la famille ou un ami.

In that case, they are developing apps for phones to try to do the intervention. Because it runs on a phone, they can distribute that across many different people and learn which types of interventions are more effective and pair up when the intervention applied compared to the context in terms of the environment, the time of day and so on.

Mr. Silver: That is an excellent question. Most physicians will tell you that the starting point is determining the problem, and having people take action is the challenge.

I would agree with Dr. Pineau. We do have methods by which we can start thinking about how to find those hot buttons in terms of motivation. The emails, these sorts of things you might get from Fitbit and that type of thing, are experiments at this point. In some cases they do work. They get you off the couch, get you out walking, encouraging you, providing rewards to take action.

It's probably the most important thing, in many ways, that this technology can do, because ultimately that leads to not having to have an operation or medical intervention.

The collaborative information from many different people, those who have similar body types, and after taking action, helps them to do better. I guess providing information statistically would be a good thing to do. We can do that. First of all, the AI could determine your body type and things that you're doing well at and perhaps not so well, and actually showing you statistically how others who took such steps led to them living longer and being happier.

There is every reason to believe this would be a great area of investigation and research for AI.

Senator Raine: If you look at all the fitness magazines and things like that, it says, "See your doctor before starting any fitness program." Yet, when you go to your doctor and ask them what you should be doing, they say, "Well, yes, you should be doing something." They don't have a prescription for exercise. I know the Canadian Society of Exercise Physiology is working on this.

Is that an interface that could come into the artificial intelligence, not so much the robots, but AI, that we can increase the knowledge of medical professionals as to how to prescribe exercise? I think most people when they go to the doctor know they have to do something. They really trust the doctor, but I'm not sure they are getting the information they need.

Dans ce cas, ils mettent au point des applications pour que les téléphones puissent servir à l'intervention. Puisque les applications fonctionnent sur un téléphone, ils peuvent les distribuer auprès de nombreuses personnes, puis savoir quels types d'interventions sont plus efficaces et les jumeler lorsque les interventions appliquées sont comparables dans le contexte en ce qui a trait au milieu, au moment de la journée et ainsi de suite.

M. Silver : C'est une excellente question. La plupart des médecins vous diront que le point de départ consiste à déterminer le problème. La difficulté réside dans le fait d'amener les gens à prendre des mesures.

Je suis d'accord avec Mme Pineau. Nous avons mis en place des méthodes à l'aide desquelles nous pouvons commencer à réfléchir à la façon de trouver les mots magiques en matière de motivation. Les courriels et les autres fonctions semblables qu'offrent les Fitbit et ce genre de choses ne sont que des expériences pour le moment. Dans certains cas elles fonctionnent. Elles réussissent à vous faire lever du canapé, à vous faire marcher, à vous encourager, à vous récompenser lorsque vous passez à l'action.

C'est probablement la chose la plus importante que peut faire cette technologie, de nombreuses manières, parce qu'en définitive, cela évite aux gens de subir une opération ou une intervention médicale.

Les renseignements collaboratifs venant de nombreuses personnes différentes qui ont une morphologie semblable et qui sont passées à l'action les aident à faire mieux. Je présume que ce serait une bonne chose de fournir de l'information à l'aide de statistiques. Nous pouvons le faire. Tout d'abord, l'IA pourrait déterminer votre type de morphologie et cerner des choses que vous faites bien et peut-être d'autres que vous faites moins bien et vous montrer au moyen de statistiques de quelle manière les autres qui ont adopté de telles mesures vivent plus longtemps et plus heureux.

Nous avons toutes les raisons de croire que ce serait une bonne sphère d'enquête et de recherche en matière d'IA.

La sénatrice Raine : Si vous regardez toutes les revues de mise en forme et ce genre de choses, on peut y lire ce qui suit : « Consultez votre médecin avant d'entreprendre tout programme de mise en forme. » Pourtant, lorsque vous consultez votre médecin et que vous lui demandez ce que vous devriez faire, il vous répond : « Eh bien, oui, vous devriez faire de l'activité physique. » Ils ne délivrent pas une ordonnance pour prescrire de l'exercice. Je sais que la Société canadienne de physiologie de l'exercice y travaille.

Existe-t-il une interface d'intelligence artificielle — il est question ici non pas de robotique, mais bien d'IA — qui permettrait d'accroître les connaissances des professionnels de la santé quant à la façon de prescrire de l'exercice? Je pense que la plupart des gens qui vont chez le médecin savent qu'ils doivent faire quelque chose. Ils font réellement confiance au médecin,

Mr. Silver: It certainly could help direct the physician as to what to tell the patient in terms of the proactive management of their health. I like to think a lot of physicians do that already, but to sum up the person's demographic recent medical history and give them good ideas, suggestions, would be helpful. Having the physicians and clinicians take that action to actually do that is another thing. I'm not familiar with how they are trained in that regard, if that happens a lot.

Senator Raine: I know they get ongoing training from pharmaceutical salesmen, but I'm not sure they get enough training from the other side.

I have one piece of information to share. I know of a young man in Ottawa who is very much involved in robotics. He is a school student. He plays a computer game called *Minecraft*. Through that, he is learning these skills at a very young age.

Could you comment on the use of the Internet by young people to start to learn these skills? Is that being tracked and followed by the academic world in terms of developing future robot specialists?

Mr. Silver: Over the last two to three years, a couple of large global organizations Code.org, the Computer Science Teachers Association, groups like this, have been encouraging children to learn how to code and develop computational thinking ideas over the Web using fun programs like Scratch, which are kind of iconic, graphical methods of programming things to move and change on the screen, which is really great.

In fact, we are using such tools even at the university level to introduce people who haven't had any computer science in high school to what computing is about. There is a lot of outreach happening now across all of our institutions to youth groups and schools in this space. Youth robotics is huge across the world.

Ms. Pineau: I agree with my colleague.

I started programming when I was 18, which is incredibly late compared to today's children. Today they can start when they are four and five. These tools are excellent.

I'm particularly excited about the exposure at a younger age for programming because many studies that show that in terms of girls' involvement in the study of mathematics and science, we lose them around the age of 11 or 12. If they don't start programming until they are 18, we have lost many of them. If they start programming when they are four or five or six years old, we have a better chance if they stay in science to take on computer science as their discipline.

mais je ne suis pas certaine qu'ils obtiennent l'information dont ils ont besoin.

M. Silver : Cela aiderait certainement les médecins à savoir quoi dire aux patients en ce qui a trait à la gestion proactive de leur santé. J'aimerais croire que beaucoup de médecins le font déjà, mais il serait utile de résumer les antécédents médicaux des patients et de leur donner de bonnes idées ou des suggestions. Mais d'amener les médecins et les cliniciens à prendre des mesures pour le faire est une autre paire de manches. Je ne sais pas dans quelle mesure ils sont formés à cet égard, ni si c'est fréquent.

La sénatrice Raine : Je sais qu'ils suivent une formation continue offerte par les vendeurs de produits pharmaceutiques, mais je ne sais pas s'ils ont suffisamment de formation pour le reste.

Je veux vous faire part d'une information. Je connais un jeune homme à Ottawa qui consacre beaucoup de temps à la robotique. C'est un étudiant. Il joue à un jeu d'ordinateur appelé *Minecraft*. Grâce à ce jeu, il apprend ces compétences à un très jeune âge.

Avez-vous des commentaires quant à l'utilisation d'Internet par les jeunes pour commencer à apprendre ces compétences? Le monde universitaire en fait-il un suivi dans le but de former de futurs spécialistes en robotique?

M. Silver : Depuis deux ou trois ans, quelques organisations mondiales importantes, comme Code.org, la Computer Science Teachers Association et d'autres groupes du genre, encouragent les enfants à apprendre à rédiger du code et à mettre de l'avant des idées de pensée computationnelle sur le Web à l'aide de programmes amusants comme Scratch, qui utilisent des méthodes iconiques et graphiques de programmation pour que les jeunes puissent déplacer et changer des choses à l'écran, ce qui est vraiment bien.

En fait, nous utilisons de tels outils même à l'université pour faire découvrir l'informatique à ceux qui n'ont jamais eu de cours de science informatique à l'école secondaire. Il y a maintenant beaucoup de sensibilisation auprès des jeunes et des écoles à cet égard, dans nos établissements. L'intérêt des jeunes à l'égard de la robotique est énorme à l'échelle mondiale.

Mme Pineau : Je suis d'accord avec mon collègue.

J'ai commencé à faire de la programmation lorsque j'étais âgée de 18 ans, ce qui est très tard comparativement aux jeunes d'aujourd'hui. De nos jours, ils commencent à en faire lorsqu'ils ont quatre ou cinq ans. Ces outils sont excellents.

Je suis particulièrement enthousiaste à l'idée de faire connaître la programmation à un plus jeune âge parce que de nombreuses études montrent que les filles cessent de s'intéresser aux mathématiques et à la science aux alentours de 11 ou 12 ans. Si les filles ne commencent pas à faire de la programmation avant 18 ans, nous perdrons nombre d'entre elles. Si elles commencent à faire de la programmation alors qu'elles sont âgées de quatre ou cinq ans, il y a de meilleures chances qu'elles restent dans le

The Chair: Before we start the second round, I would like to ask a few questions or make some observations.

First of all, with regard to the issue of the ethical use of artificial intelligence and its products, I think we need to be reminded of the biotechnology era, the late 1970s and early 1980s. In actual fact, it was the scientists who came together from around the world at the famous Asilomar conference that developed recommendations on how experimentation with DNA, the genetic material, could be dealt with. They came up with very detailed recommendations to governments. These recommendations were adopted by countries around the world.

We're now 40 years later, and there is only one example of a country that has strayed, and only in recent times, from the most rigid of the recommendations out of that. The parallels are quite similar.

Is there a movement among the academic leaders, the researchers in this field, to pull together an international conference to make recommendations on what they are experiencing, what they can foresee and to perhaps use the Asilomar outcome as a guide for an agenda? Is there any movement that you're aware of in that regard?

Ms. Pineau: Things are not quite as developed as you describe them. We're now in the preliminary phase of investigation. Before the community's ready to come up with a sound recommendation that will last for 40 years, preliminary groundwork has to happen. In particular, that relates to what I was mentioning a little earlier, where the scientists and specialists in law and ethics have to get together and develop a giant vocabulary. That is happening in several events these days, and there have been a few of them over the last three or four years.

I expect this will eventually lead to something that takes the form of formal recommendations to governments, but we're not quite there yet. There is a good opportunity for academics to take leadership in that respect.

Mr. Silver: There has been a movement over the last couple of years, in particular led by Stuart Russell who is one of the foremost writers of introductory AI textbooks, Stuart Russell and Peter Norvig. Peter is at Google and Stuart Russell is at Stanford. This is mostly driven by concerns in terms of AI in the military.

domaine de la science pour faire de la science informatique leur discipline.

Le président : Avant de commencer la deuxième série de questions, j'aimerais poser quelques questions et formuler certaines observations.

Tout d'abord, en ce qui concerne la question de l'utilisation éthique de l'intelligence artificielle et de ses produits, je crois que nous devons nous rappeler l'ère biotechnologique à la fin des années 1970 et au début des années 1980. En réalité, ce sont les scientifiques venus des quatre coins du monde qui se sont rassemblés à l'occasion de la célèbre conférence d'Asilomar qui ont formulé des recommandations quant à la façon de mener des expériences liées à l'ADN et au matériel génétique. Ils ont émis des recommandations très détaillées à l'intention des gouvernements. Ces recommandations ont été adoptées par tous les pays.

Cela fait maintenant déjà 40 ans, et il n'y a eu qu'un seul exemple de pays qui a dérogé, dernièrement, à la recommandation la plus stricte. Les situations sont assez semblables.

Existe-t-il une initiative parmi les dirigeants du secteur universitaire et les chercheurs dans le domaine visant à organiser une conférence internationale dans le but de formuler des recommandations en fonction de leurs expériences et de leurs prévisions en utilisant peut-être les résultats de la conférence d'Asilomar pour guider l'établissement d'un programme? Êtes-vous au courant d'une quelconque initiative à cet égard?

Mme Pineau : Les choses ne sont pas aussi avancées que vous le dites. Nous en sommes actuellement à la phase préliminaire de l'enquête. Avant que la communauté soit prête à formuler une recommandation judicieuse qui s'appliquera pour les 40 prochaines années, il y a du travail préparatoire à faire. Plus précisément, cela porte sur ce que j'ai dit un peu plus tôt, que les scientifiques et les spécialistes en droit et en éthique devaient se rassembler et élaborer un lexique très exhaustif. Il y a eu plusieurs de ces rencontres dernièrement, et il y en a eu quelques-unes depuis trois ou quatre ans.

Je m'attends à ce que cela finisse par mener à certaines recommandations officielles à l'intention des gouvernements, mais nous n'en sommes pas là encore. C'est une très bonne occasion pour les universitaires de faire preuve d'initiative à cet égard.

M. Silver : Il s'est formé un mouvement au cours des quelques dernières années, mené en particulier par Stuart Russell, qui compte parmi les personnes les plus célèbres à avoir rédigé des manuels d'introduction à l'IA, et Peter Norvig. Peter est chez Google, et Stuart Russell, à Stanford. Ce mouvement est surtout

Recently you probably heard about Stephen Hawking speaking up in this respect about his concerns, in particular with machine learning, over the ability of an agent to exponentially increase in its ability. That is the concern, thus outrunning our ability to control it effectively.

There is a fledgling movement. At this point it has been mostly workshops as part of conferences as opposed to dedicated conferences, I believe. I may be wrong about that, but I'm not aware of any targeted conferences.

The Chair: You wouldn't miss an Asilomar kind of conference.

Mr. Silver: No.

There are definitely concerns shared across the community.

The Chair: I think the point you made, Dr. Pineau, about the language evolution is obviously essential. At Asilomar, the biotechnologists had experienced years of development, from microbiology, of the language that would be involved. That would be critical to frame any discussion in that area. Thank you both very much.

Dr. Silver, in your handout there is one acronym that we haven't quite deciphered, NLP.

Mr. Silver: Natural language processing.

The Chair: Thank you very much.

Your leadership within the area we're discussing today is recognized, which is why you are here. You have colleagues in kinesiology who are recognized for programs they have developed dealing with senior health and with specific focus on the heart and people who have had heart attacks. They have developed exercise programs in these different categories that are so appealing to participants that they hate it when Christmas comes and they have to take a break in their activity.

Based on what you and Dr. Pineau have been talking about with regard to diagnostics, and so on, it seems to me you have an ideal captive audience next to you with regard to testing some of the diagnostics. We heard, for example, that there is a diagnostic available at the moment that can be placed on an individual who has been previously diagnosed as having a heart condition. It can actually predict in advance when the individual may be subject to a heart attack. The point is that even a day or two of advanced knowledge makes an enormous difference in actually deal with

issu des préoccupations touchant l'utilisation de l'IA dans le domaine militaire.

Récemment, vous avez peut-être entendu parler des préoccupations qu'a soulevées Stephen Hawking à cet égard, en particulier à propos de l'apprentissage machine et de la capacité d'une machine d'accroître ses capacités de façon exponentielle. C'est la préoccupation : qu'il dépasse notre capacité à le contrôler de façon efficace.

Il existe un mouvement naissant. Jusqu'à maintenant, il s'agit surtout d'ateliers tenus dans le cadre de conférences, plutôt que des conférences portant sur le sujet, je crois. Je pourrais me tromper, mais je ne suis au courant d'aucune conférence consacrée à ce sujet.

Le président : Vous ne rateriez pas une conférence du même genre que celle d'Asilomar, n'est-ce pas?

M. Silver : Non.

Les membres de la communauté ont très certainement des préoccupations communes.

Le président : Je crois que le point que vous avez soulevé, madame Pineau, concernant l'évolution du vocabulaire, est manifestement essentiel. Lors de la conférence d'Asilomar, les biotechnologistes pouvaient compter sur des années de développement du vocabulaire, à partir de celui de la microbiologie, qui pouvait servir dans leur champ d'expertise. Cela serait essentiel pour structurer toute discussion dans ce domaine. Je vous remercie beaucoup tous les deux.

Monsieur Silver, dans le document que vous nous avez remis, nous n'avons pas tout à fait compris la signification du sigle TLN.

M. Silver : Traitement du langage naturel.

Le président : Merci beaucoup.

Vous faites figure d'autorité dans le domaine dont nous discutons aujourd'hui; c'est pourquoi vous êtes ici. Certains de vos collègues en kinésiologie sont reconnus pour avoir mis au point des programmes portant sur la santé des aînés et en particulier sur la santé cardiaque et les personnes ayant subi un infarctus. Ils ont élaboré des programmes d'exercice pour ces trois catégories de personnes qui sont tellement aimés par les participants que ceux-ci, à l'approche du congé de Noël, détestent la perspective de devoir prendre une pause de leurs activités.

En fonction de ce que vous et Mme Pineau avez mentionné concernant les diagnostics, et ainsi de suite, il m'apparaît que vous avez un public captif idéal devant vous pour mettre à l'épreuve certains outils diagnostiques. Par exemple, nous avons entendu qu'il existe un outil diagnostique en ce moment pouvant être porté par une personne ayant reçu un diagnostic de maladie cardiaque. Cet outil peut prévoir le moment où la personne pourrait subir un infarctus. Le fait est que la possibilité de connaître la situation un ou deux jours d'avance change énormément la donne en ce qui

that individual, the potential for protection of the individual, and dramatic reduction in costs to the health care system.

I'm wondering if you have thought about some collaboration with your colleagues in that area.

Mr. Silver: Well, your question is bang on. It fits together with a couple of things we are talking about; one, sports analytics and, second, the idea of motivating people to take better care of their lives.

I have been working with people in the kinesiology space along with Kinduct, a company based out of Nova Scotia. We are putting together a sports analytics symposium intended for the July time frame. One of the elements we have talked about is how that overlays with general health care. The kinesiology department has had a program for people who suffered from heart attacks so that they can learn about exercise. Indeed, they get to the point where it becomes a big part of their life. It would be a good idea to monitor those people and provide predictive elements of their progress and how they might do better, or maybe at the onset of particular problems.

Sports analytics have the same concern, but they are not so much about heart attacks. They are more concerned with injury. That's the big one. They are looking for cases of overwork or underwork or patterns that indicate the person will injure themselves in some way.

The Chair: My final question is to both of you. One of the issues raised continuously in this area is bias in recognition. Now, there is an area in society that is not so much a question of bias but false recognition. Very recent studies have shown that eye witness accounts are very fallible. They might be reliable at a surface level, but not reliable in detail.

One of the clearly identified potential applications of artificial intelligence coupled with electronics is identification, recognition of a situation. We'll take the same example.

The language of artificial intelligence with regard to a particular problem is being developed by humans. It is only as good as the data, parameters and the algorithms that are specifically identified to interpret that data in a certain way.

How close do you think we are to the use of data and the creation of algorithms in eliminating error in recognition? It would also, of course, filter out bias in the data. Can you comment on that using the example I've given you?

concerne le traitement de cette personne, la possibilité de la protéger et la réduction spectaculaire des coûts pour le système de santé.

Je me demandais si vous avez réfléchi à certaines possibilités de collaboration avec vos collègues dans ce domaine.

M. Silver : Eh bien, votre question tombe à point. Elle touche deux choses dont nous discutons; d'une part, l'analytique sportive et, d'autre part, l'idée d'inciter les gens à mieux prendre soin d'eux-mêmes.

J'ai collaboré avec des personnes du domaine de la kinésiologie ainsi qu'avec Kinduct, une entreprise installée en Nouvelle-Écosse. Nous sommes en train d'organiser un colloque sur l'analytique sportive qui devrait se tenir en juillet. Un des éléments dont nous avons discuté est la façon dont cela vient s'ajouter aux soins de santé en général. Le département de kinésiologie avait mis au point un programme à l'intention des personnes ayant subi un infarctus pour les éduquer à propos de l'exercice physique. Il est vrai que ces personnes arrivent au point où l'exercice occupe une place importante dans leur vie. Ce serait une bonne idée d'effectuer un suivi auprès de ces personnes et de dégager des éléments permettant de prévoir leur progrès et de cerner comment elles pourraient s'améliorer, ou peut-être de déceler l'apparition de problèmes particuliers.

L'analytique sportive se penche sur les mêmes préoccupations, mais ne vise pas autant les infarctus. Les personnes dans ce domaine sont davantage préoccupées par les blessures. C'est ce qui les intéresse. Ils cherchent à dépister des cas de surentraînement ou de sous-entraînement ou des indices montrant que la personne subira une blessure.

Le président : Ma dernière question s'adresse à vous deux. Un des problèmes constamment soulevés dans ce domaine tient aux préjugés liés à la reconnaissance. Voilà un domaine dans la société où tout tient non pas tant à une question de préjugés qu'à une erreur de reconnaissance. Des études très récentes ont montré que les témoins oculaires sont très faillibles. Ils sont peut-être fiables pour ce qui est de donner un compte rendu général, mais pas en ce qui concerne les détails.

Une des applications possibles clairement cernée de l'intelligence artificielle jumelée à l'électronique est l'identification et la reconnaissance d'une situation. Prenons le même exemple.

Le vocabulaire de l'intelligence artificielle en ce qui concerne un problème particulier est élaboré par les humains. La qualité des résultats dépend des données, des paramètres et des algorithmes qui sont spécifiquement cernés pour interpréter les données d'une certaine façon.

À votre avis, sommes-nous prêts à utiliser les données et la création d'algorithmes pour éliminer les erreurs de reconnaissance? Bien entendu, les préjugés liés aux données seraient écartés. Pouvez-vous nous donner vos commentaires à ce sujet en utilisant l'exemple que je vous ai donné?

Mr. Silver: Dr. Pineau has pointed out a couple of times that there is bias recognized in some of the predictive models, and that has a lot to do with the collection of data that has been used to develop those models, the population base or the knowledge base from which that data has been collected. I think that still exists. Obviously by increasing the amount of data you are using to engineer these systems, one would think that would help to drive that bias out of the system, but the source is always the issue. There is the case that perhaps patients of a particular class or type might receive more medical care and be more subject to testing. That, then, is the data you are feeding into your system. The issue then becomes not so much about how much is AI doing, but the source of the data that's feeding the generation of the new knowledge built by the AI.

Ms. Pineau: There is an aspect we have not discussed yet, and it's the notion of uncertainty in the machines. When humans analyze information, we have uncertainty. If a doctor looks at an image of a tumor, in some cases they may not be exactly sure and there is some uncertainty. In many cases, some of the algorithms we are developing have a way to calculate uncertainty. Often we don't communicate this. We make a prediction about the image which corresponds to this disease or to this person. There are algorithms that are able to calculate that uncertainty. We need to develop the right way to communicate the decision of machines in the way that it reflects the measure of uncertainty. At that point, the person receiving that information can take different decisions based on the measure of uncertainty. If we are not sure we are predicting a particular tumor, we will not operate right away but order more tests. That notion is crucial in some systems.

It's not feasible in all systems. If a car is on automatic pilot, it can't stop and ask the driver, "Do you really think there is a truck out there?" In some cases, the uncertainty is not feasible because the time loop in which the decision has to be taken is too short. But in cases where we have the time, it's very useful information.

The Chair: To your knowledge, has there been an example of a device being shown a figure in the crowd and then asked to pick that figure out of a lineup, so to speak, to see whether the machine learning is more accurate than human recognition?

Ms. Pineau: We haven't done that with a lineup as far as I know, but we've certainly done it in terms of data set of people, trying to pick out a face from a whole collection of faces and find the one that matches.

M. Silver : Mme Pineau a souligné quelques fois que certains modèles de prévision contiennent des préjugés; cela est lié en grande partie à la cueillette des données utilisées pour élaborer ces modèles et à la population ou aux connaissances à partir desquelles on a recueilli les données. Je crois que cela est toujours le cas. Évidemment, on pourrait croire que le fait d'augmenter la quantité de données utilisées pour mettre au point ces systèmes aiderait à éliminer les préjugés, mais la source demeure le problème. Peut-être que des patients d'un groupe ou d'un type en particulier pourraient recevoir davantage de soins médicaux et être plus susceptibles de subir des analyses. Ce sont ces données qui seront ensuite utilisées dans le système. La question alors porte non pas tant sur les résultats obtenus au moyen de l'IA que sur la source des données qui permet de générer les nouvelles connaissances formées par l'IA.

Mme Pineau : Il y a un aspect dont nous n'avons pas encore discuté; c'est la notion d'incertitude inhérente aux machines. Quand des humains analysent des informations, il y a une part d'incertitude. Si un médecin examine l'image d'une tumeur, dans certains cas, il pourrait ne pas être tout à fait certain; il existe de l'incertitude. Dans bien des cas, certains algorithmes que nous mettons au point contiennent une façon de calculer l'incertitude. Souvent, nous ne communiquons pas ce renseignement. Nous formulons une prévision concernant l'image qui correspond à une maladie ou à une personne. Il existe des algorithmes permettant de calculer cette part d'incertitude. Nous devons établir la bonne façon de communiquer la décision obtenue par les machines afin qu'elles reflètent le degré d'incertitude. Ainsi, la personne recevant l'information peut prendre des décisions différentes en se fondant sur la mesure de l'incertitude. Si nous ne sommes pas certains des prévisions concernant une tumeur en particulier, nous n'effectuerons pas d'intervention chirurgicale tout de suite; nous demanderons plutôt d'autres analyses. Cette notion d'incertitude est essentielle dans certains systèmes.

Ce n'est pas réalisable dans tous les systèmes. Si une voiture fonctionne sur le mode pilote automatique, elle ne peut pas s'arrêter et demander au conducteur : « Croyez-vous vraiment qu'il y a un camion là-bas? » Dans certains cas, ce n'est pas possible de prendre en compte l'incertitude parce que le temps accordé à la prise de décision est trop court. Mais dans les cas où nous avons le temps, il s'agit d'une information très utile.

Le président : À votre connaissance, y a-t-il un exemple d'un appareil auquel on aurait soumis un visage parmi une foule et ensuite demandé de reconnaître ce visage dans une espèce de séance d'identification pour vérifier si l'apprentissage machine est plus fiable que la reconnaissance effectuée par un humain?

Mme Pineau : À ce que je sache, nous n'avons pas fait cela dans le cadre d'une séance d'identification, mais nous l'avons assurément fait avec des ensembles de données sur des personnes pour essayer de sélectionner un visage parmi un ensemble de visages et de trouver celui qui est identique.

The machine is more accurate when the collection of candidates is very large. But in some cases, if I put two faces side by side, the human is more accurate. If the matching face has to be picked from a collection of 20,000, the machine tends to be more accurate because the human gets tired and they glaze away.

Senator Galvez: I'm an engineer, so I know that the quality of data is fundamental to the accuracy and the precision of the output.

You just talked about uncertainty. Two years ago, I broke my ankle. I had to see three doctors because they couldn't agree whether I should have surgery and put in a pin or if it would heal naturally. The factors were that I am over 50 years old, and I'm a small person if I compare myself to Senator Meredith.

I understand that this data will be very homogeneous for a homogeneous society or population and that the diagnostics will be precise, but what about population that is heterogeneous and multi-ethnic? How close are we to get an acceptable certainty?

Ms. Pineau: It really depends on the availability of the data. In the case where we can get data from a wide segment of the population, we are quite good at doing prediction for a wide segment of the population. In the cases where we don't, the AI systems can't do very much.

An area I'll give as an example is speech recognition, where a machine hears spoken languages and translates them into written text. The performance in English was much better than in several other languages just because we had been training with mostly English systems. Now the performance in other languages is slowly catching up because we are feeding our machines with data from other languages. The same is happening in terms of medical diagnostics and the analysis of symptoms.

When we start deploying the technology only in large, big city hospitals, we are getting data from a portion of the population. As we start gathering data from a much larger segment of the population, we make decisions that are better for everyone.

[Translation]

Senator Mégie: Mr. Silver, in your document, we see legal measures being taken in order to properly deter malicious use. Were you thinking about insurance companies using the data or did you have other things in mind?

La machine est plus fiable quand le nombre de candidats est très grand. Mais dans certains cas, si l'on place deux visages côte à côte, c'est l'humain qui est le plus fiable. Si le visage doit être reconnu parmi 20 000, la machine a tendance à être plus fiable parce que l'humain se fatigue et que son regard erre.

La sénatrice Galvez : Je suis ingénieure, donc je sais que la qualité des données est fondamentale en ce qui a trait à l'exactitude et à la fiabilité des résultats.

Vous venez de mentionner l'incertitude. Il y a deux ans, je me suis cassé la cheville. J'ai dû consulter trois médecins parce qu'ils n'arrivaient pas à décider si je devais subir une chirurgie et faire installer une tige ou si ma blessure guérirait d'elle-même. Parmi les facteurs, il y avait le fait que j'ai plus de 50 ans et que je suis une personne de petite taille, si je me compare au sénateur Meredith.

Je comprends que ces données seront très homogènes en ce qui concerne une société ou une population homogène donnée et que les diagnostics seront fiables. Mais qu'advient-il dans le cas d'une population hétérogène et multiethnique? Sommes-nous encore loin d'obtenir un degré de certitude acceptable?

Mme Pineau : Cela dépend vraiment de l'accessibilité des données. Si nous pouvons obtenir des données d'une grande partie de la population, nous réussissons assez bien à produire des prévisions pour une grande tranche de la population. Si nous n'avons pas accès à autant de données, les systèmes d'IA ne seront pas d'une grande utilité.

Je vais vous donner en exemple le domaine de la reconnaissance vocale, où une machine transpose par écrit une langue parlée. Les résultats obtenus avec l'anglais étaient bien meilleurs que ceux obtenus avec d'autres langues tout simplement parce que nous travaillions surtout avec des systèmes en langue anglaise. Maintenant, les résultats obtenus avec d'autres langues s'améliorent graduellement parce que nous versons des données d'autres langues dans nos machines. Il se produit la même chose en ce qui concerne les diagnostics médicaux et l'analyse des symptômes.

Quand nous commençons par implanter la technologie seulement dans de grands hôpitaux situés dans des grandes villes, nous recueillons des données d'une partie de la population. À mesure que nous recueillons des données d'une partie beaucoup plus grande de la population, nous prenons des décisions qui sont meilleures pour tous.

[Français]

La sénatrice Mégie : Monsieur Silver, dans votre document, on retrouve la prise de mesures légales dissuasives appropriées dans le cas d'une utilisation à mauvais escient. Est-ce que vous pensiez aux compagnies d'assurance qui utiliseraient les données ou y a-t-il d'autres choses auxquelles vous avez pensé?

[English]

Mr. Silver: The fact is that in the same way one could use an AI algorithm to determine those individuals most threatened by heart disease for the purposes of recommending that they consider taking time off, exercising and things like this, it could also be something that factors into a decision regarding promotion. Perhaps not so much in Canada but in other parts of the world, employers have a lot to do with health care, and those are legitimate concerns.

On a wider basis, one could think of the same thing happening in terms of the population of a jurisdiction. To some extent it does happen now. Physicians have to make a choice as to whether a person receives a new hip, depending on their age and health ability. Hopefully those decisions are made — and I'm sure they are — in the most ethical ways possible given the constraints on the system, but other factors could potentially make their way into the decision-making processes, I guess, if it was AI and we all come to accept it does a great job and that's its decision.

[Translation]

Senator Mégie: I had thought that insurance companies might use the data to refuse to insure people. That's actually what I had in mind.

My second question dealt with your concerns about a reduction in quality of health care when artificial intelligence is used for economic reasons. I don't know if I missed your answer but I am having difficulty understanding. We are told that Canada has the best health care system. However, you write that artificial intelligence could reduce its quality. Did I understand incorrectly?

[English]

Mr. Silver: No, you didn't. You understood perfectly. In fact, this comes from the physicians that I spoke with about AI over the last couple of weeks, the thought being that one could reduce the cost of health care by putting a paramedic or RN in place in situations, along with AI to assist them. That can be a very good thing. That is a way of reducing costs or, should I say, potentially extending productivity to a greater number of patients. But it does come with the potential threat that poor decisions are being made.

All that has to happen in that case is that the person has to be trained to be able to know that what this is pointing to is the need for a physician in the loop to help make the appropriate choice, diagnosis, treatment, that sort of thing. It's fine, but if we justify the use of technologies based on reducing cost, we may not be getting the same quality of care. That was my point.

[Traduction]

M. Silver : Le fait est que, de la même façon dont on pourrait se servir d'un algorithme d'IA pour cibler les personnes les plus susceptibles d'avoir une maladie cardiaque dans le but de leur recommander de prendre des vacances, de faire de l'exercice et d'autres choses du genre, on pourrait aussi s'en servir dans la prise de décisions concernant l'octroi d'une promotion. Ce n'est peut-être pas tellement le cas au Canada, mais, ailleurs dans le monde, il existe un lien important entre les employeurs et les soins de santé; il s'agit donc de préoccupations légitimes.

De façon plus large, on pourrait imaginer que la même chose pourrait se produire à l'échelle de la population d'un État. Cela se produit maintenant dans une certaine mesure. Les médecins doivent décider si une personne aura un remplacement de la hanche en fonction de son âge et de son état de santé. Nous espérons que ces décisions sont prises — et je suis certain que c'est le cas — de la façon la plus éthique possible compte tenu des contraintes pesant sur le système, mais d'autres facteurs pourraient s'immiscer dans les processus de prise de décisions, j'imagine, si l'on s'en remettait à l'IA et que nous en venions à accepter que son fonctionnement est excellent et que la décision rendue est bonne.

[Français]

La sénatrice Mégie : Moi, j'avais pensé que les compagnies d'assurance pourraient les utiliser pour refuser d'assurer des gens. C'est plutôt dans ce sens-là.

Pour ma deuxième question, vous avez mis dans vos inquiétudes une diminution de la qualité des soins de santé par l'intermédiaire de l'intelligence artificielle pour des raisons économiques. Je ne sais pas si j'ai manqué votre réponse, mais je comprends mal, parce qu'on dit que le Canada a le meilleur système de santé. Cependant, vous écrivez que l'intelligence artificielle pourrait en diminuer la qualité. Ai-je mal compris?

[Traduction]

M. Silver : Non. Vous avez très bien compris. En fait, cette inquiétude est partagée par des médecins avec qui j'ai discuté d'IA au cours des quelques dernières semaines. On pense qu'il serait possible de réduire les coûts des soins de santé en affectant un ambulancier ou une infirmière autorisée dans certaines situations, avec l'assistance de l'IA. Cela pourrait être une très bonne chose. C'est une façon de réduire les coûts ou, devrais-je dire, de possiblement accroître la productivité en augmentant le nombre de patients. Toutefois, cette façon de faire n'écarte pas la possibilité que de mauvaises décisions soient prises.

Dans ces situations, la personne doit être formée pour être en mesure de reconnaître dans quels cas il faut consulter un médecin pour qu'il aide à faire le choix approprié, à poser le bon diagnostic, à déterminer le traitement, ce genre de choses. C'est très bien, mais si nous justifions l'utilisation de la technologie par la réduction des coûts, il se pourrait que nous ne recevions pas la même qualité de soins. Voilà où je veux en venir.

[Translation]

Senator Mégie: So we can get on without artificial intelligence. That is why I asked the question.

[English]

Senator Meredith: Dr. Pineau, thank you again for being here. You are the co-director of the Reasoning and Learning Lab. The phrase “probabilistic system” has been floated around. Could you explain what that means in our deep learning here of this emerging technology?

Ms. Pineau: Reasoning and learning are two of the tasks necessary for intelligence. The distinction I make is in learning, you acquire information from data and distill that into predictions; in reasoning, you use multiple complex facts, different pieces of information, and manipulate them to make complex decisions. When you are talking about chess, you are doing more reasoning than learning, because we can write out all the rules in the book. When you are talking about recognizing faces, objects and diseases, it’s more on the learning side. We deal with AI systems that require both of these things together.

We look in particular at probabilistic systems because probability gives us the language to talk about uncertainty. I was mentioning earlier how important it is to characterize the uncertainty we have in our predictions and decisions, and probability is the mathematical language through which we can think about expressing uncertainty.

Senator Meredith: Can you interject regarding collaboration outside of Canada, what’s happening over there, in terms of not reinventing the wheel?

Ms. Pineau: Within machine learning, there are sub-fields. One area I mentioned is deep learning. This is the one everyone is excited about.

The next up and coming area is called reinforcement learning. At McGill University, as well as the University of Alberta in Edmonton, we have two of the leading centres on reinforcement learning. It is used, in particular, for making sequences of decisions, not just one shot — here is an image; who is this? — but how do I make a sequence of decisions?

The other leading groups in this area are all around the world. One of the biggest is a company called Google DeepMind in London. You may have heard about them. They have produced a Go player that beat the world champion last March, and people around the world noticed because the game of Go is very difficult.

[Français]

La sénatrice Mégie : On peut fonctionner quand même sans l’intelligence artificielle. C’est donc pour cette raison que je vous posais la question.

[Traduction]

Le sénateur Meredith : Madame Pineau, je vous remercie encore une fois d’être présente. Vous êtes la codirectrice du Laboratoire de recherche sur le raisonnement et l’apprentissage. Le terme « système probabiliste » a été évoqué. Pourriez-vous expliquer ce que cela signifie aux fins de notre étude approfondie de cette technologie de pointe?

Mme Pineau : Le raisonnement et l’apprentissage sont deux des tâches essentielles quand il s’agit d’intelligence. Selon moi, la différence tient au fait que, en ce qui concerne l’apprentissage, l’information est acquise à partir de données pour qu’on puisse ensuite en extraire des prévisions; pour ce qui est du raisonnement, nous utilisons de multiples faits complexes et différents renseignements, puis les manipulons pour prendre des décisions complexes. Dans le cas des échecs, il s’agit davantage de raisonnement que d’apprentissage, parce que nous pouvons écrire toutes les règles. Quand il s’agit de reconnaître des visages, des objets et des maladies, cela fait davantage appel à l’apprentissage. Nous travaillons avec des systèmes d’IA qui exigent les deux à la fois.

Nous examinons en particulier les systèmes probabilistes parce que le domaine des probabilités nous donne le vocabulaire pour parler d’incertitude. J’ai mentionné plus tôt l’importance de caractériser l’incertitude liée à nos prévisions et à nos décisions, et ce domaine nous fournit le langage mathématique à l’aide duquel nous pouvons réfléchir à l’expression de l’incertitude.

Le sénateur Meredith : Pouvez-vous nous parler de la collaboration à l’extérieur du Canada, de ce qui se passe de ce côté, afin d’éviter que nous ne réinventions la roue?

Mme Pineau : Il y a des sous-domaines en ce qui concerne l’apprentissage machine. J’ai mentionné le domaine de l’apprentissage profond. C’est celui qui suscite l’intérêt de façon générale.

Le prochain domaine de pointe est l’apprentissage par renforcement. Nous avons deux des principaux centres de recherche en apprentissage par renforcement à l’Université McGill et à l’Université de l’Alberta, située à Edmonton. Ce type d’apprentissage sert, en particulier, à prendre des séries de décisions, pas seulement une décision ponctuelle — voici une image, qui est-ce? —, à déterminer comment prendre une série de décisions.

Les autres principaux groupes dans ce domaine sont partout dans le monde. Un des plus importants est l’entreprise Google DeepMind, située à Londres. Vous en avez peut-être entendu parler. Elle a créé un joueur de Go virtuel qui a battu le champion du monde à ce jeu en mars dernier, et ce fait a été remarqué à l’échelle internationale parce que ce jeu est très difficile.

There is a lot of activity going on in this area, and we are collaborating with people in the U.S., the U.K. and throughout Europe on pursuing this agenda.

The Chair: I want to thank both of you for being here today. I think this has been a very interesting session. You have been able to combine the potential of it, not quite the theoretical aspect, but where it may go with practical examples to base your responses on.

Dr. Silver, I will pick up one of the comments you made with regard to the funding of research. That has been a real concern of mine for some time — recognition. We need to motivate young people to go on to graduate programs and postgraduate programs to professional programs. We know the small universities have been disproportionately successful in that historically, but today, knowledge development and access, research facilities and so on, are critical.

Here today we have in this meeting a representative of one of Canada's historic, largest and most powerful research institutions, recognized around the world at that level. We have a representative from one of the small universities, one the outstanding ones over a long period of time.

On the futuristic issue of artificial intelligence, robotics and 3-D printing, nothing could be a better example of the breadth of research and our need to recognize that than to ensure we can always motivate young people to eventually go on to advanced degrees at McGill and other great universities in this country. I'll add that pitch to our meeting today.

Once more, I want to thank my colleagues for their questions that continue to help us move forward in this study.

(The committee adjourned.)

Il y a beaucoup d'activités dans ce domaine, et nous collaborons avec des équipes aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Europe dans le but de progresser.

Le président : Je tiens à vous remercier tous les deux de votre présence aujourd'hui. Je suis d'avis que cette séance a été très intéressante. Vous avez été en mesure de parler du potentiel dans ce domaine, sans trop traiter de l'aspect théorique, et d'où cela peut nous mener, en étayant vos réponses à l'aide d'exemples pratiques.

Monsieur Silver, je vais ajouter à un de vos commentaires concernant le financement de la recherche. Il s'agit d'une de mes préoccupations depuis longtemps — la reconnaissance. Nous devons inciter les jeunes à s'inscrire à des programmes d'études de deuxième ou de troisième cycle et à passer à des programmes professionnels. Nous savons que les petites universités ont obtenu du succès de façon disproportionnée par le passé, mais, de nos jours, le développement du savoir et l'accès à celui-ci, les installations de recherche, et ainsi de suite, sont essentiels.

Aujourd'hui, nous avons avec nous une représentante d'un des établissements de recherche les plus anciens, importants et solides au Canada, reconnu à l'échelle internationale dans ce domaine, et un représentant d'une des petites universités, parmi celles qui se sont démarquées depuis longtemps.

Pour ce qui est de l'aspect futuriste de l'intelligence artificielle, de la robotique et de l'impression 3D, on ne pourrait avoir un meilleur exemple de l'étendue de la recherche et de la nécessité de reconnaître l'importance de ces secteurs de façon à nous assurer d'être toujours en mesure d'inciter les jeunes à poursuivre leurs études vers les cycles supérieurs à l'Université McGill et à d'autres formidables universités au pays. Il s'agit d'un des faits saillants de notre rencontre d'aujourd'hui.

Encore une fois, je souhaite remercier mes collègues de leurs questions qui continuent de nous aider à progresser dans le cadre de la présente étude.

(La séance est levée.)

WITNESSES

Wednesday, February 8, 2017

As individuals:

Dr. Garnette Sutherland, Professor of Neurosurgery, University of Calgary;

Goldie Nejat, Director of the Institute for Robotics and Mechatronics, Canada Research Chair in Robots for Society.

Thursday, February 9, 2017

As individuals:

Joelle Pineau, Associate Professor, Centre for Intelligent Machines, McGill University;

Daniel L. Silver, Professor, Director, Acadia Institute for Data Analytics, Acadia University.

TÉMOINS

Le mercredi 8 février 2017

À titre personnel :

Dr Garnette Sutherland, professeur de neurochirurgie, Université de Calgary;

Goldie Nejat, directrice de l'Institut de robotique et de mécatronique, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les robots dans la société.

Le jeudi 9 février 2017

À titre personnel :

Joelle Pineau, professeure agrégée, Centre des machines intelligentes, Université McGill;

Daniel L. Silver, professeur, directeur, Acadia Institute for Data Analytics, Université Acadia.