

SENATE



SÉNAT

CANADA

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

*Proceedings of the Standing
Senate Committee on*

SOCIAL AFFAIRS,
SCIENCE AND
TECHNOLOGY

Chair:

The Honourable KELVIN KENNETH OGILVIE

Wednesday, March 29, 2017
Thursday, March 30, 2017

Issue No. 19

Seventh and eighth 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 29 mars 2017
Le jeudi 30 mars 2017

Fascicule n° 19

Septième et huitième 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)	McPhedran Mégie
Cormier	Merchant
Day	Neufeld
Dean	Petitclerc
Frum	Raine
* Harder, P.C. (or Bellemare)	Seidman Stewart Olsen
Hartling	

*Ex officio members

(Quorum 4)

Changes in membership of the committee:

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

The Honourable Senator Dean replaced the Honourable Senator Griffin (*March 14, 2017*).

The Honourable Senator McPhedran was added to the membership (*March 10, 2017*).

The Honourable Senator Meredith was removed from the membership of the committee, substitution pending (*March 10, 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)	McPhedran Mégie
Cormier	Merchant
Day	Neufeld
Dean	Petitclerc
Frum	Raine
* Harder, C.P. (ou Bellemare)	Seidman Stewart Olsen
Hartling	

* Membres d'office

(Quorum 4)

Modifications de la composition du comité :

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

L'honorable sénateur Dean a remplacé l'honorable sénatrice Griffin (*le 14 mars 2017*).

L'honorable sénatrice McPhedran a été ajoutée à la liste des membres du comité (*le 10 mars 2017*).

L'honorable sénateur Meredith a été retiré de la liste des membres du comité, remplacement à venir (*le 10 mars 2017*).

MINUTES OF PROCEEDINGS

OTTAWA, Wednesday, March 29, 2017
(42)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 4:21 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, Hartling, McPhedran, Mégie, Neufeld, Ogilvie, Raine, Seidman and Stewart Olsen (10).

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

Also present: The official reporters of the Senate

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

WITNESSES:

Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR):

Alan Bernstein, President and CEO.

As an individual:

Dr. Christopher Schlachta, Medical Director, Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics (CSTAR).

The chair made a statement.

Mr. Bernstein and Dr. Schlachta each made a statement and answered questions.

At 6:07 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

ATTEST:

La greffière intérimaire du comité,

Mireille LaForge

Acting Clerk of the Committee

OTTAWA, Thursday, March 30, 2017
(43)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 10:33 a.m., in room 2, Victoria Building, the chair, the Honourable Kelvin Kenneth Ogilvie, presiding.

PROCÈS-VERBAUX

OTTAWA, le mercredi 29 mars 2017
(42)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 16 h 21, 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, Hartling, McPhedran, Mégie, Neufeld, Ogilvie, Raine, Seidman et Stewart Olsen (10).

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

Aussi présents : Les sténographes officiels du Sénat.

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

TÉMOINS :

Institut canadien de recherches avancées (ICRA) :

Alan Bernstein, président et chef de la direction.

À titre personnel :

Dr Christopher Schlachta, directeur médical, Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics.

Le président prend la parole.

M. Bernstein et le Dr Schlachta font chacun une déclaration, puis répondent aux questions

À 18 h 7, la séance est levée jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

ATTESTÉ :

OTTAWA, le jeudi 30 mars 2017
(43)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 10 h 33, dans la pièce 2 de l'édifice Victoria, sous la présidence de l'honorable Kelvin Kenneth Ogilvie (*président*).

Members of the committee present: The Honourable Senators Cormier, Dean, Frum, Hartling, Neufeld, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman and Stewart Olsen (10).

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:

SPARC (Partnership for Robotics in Europe):

Reinhard Lafrenz, Secretary General, euRobotics (by video conference).

Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI):

Subbarao Kambhampati, Professor, Arizona State University (by video conference).

The chair made a statement.

Mr. Kambhampati and Mr. Lafrenz each made a statement and answered questions.

At 11:54 a.m., the committee suspended.

At 11:55 a.m., the committee resumed and proceeded with the consideration of a draft budget.

The committee considered a draft special study budget application relating to its study on the role of robotics, 3D printing and artificial intelligence in the healthcare system for fiscal year ending March 31, 2018.

It was agreed that the following special study budget application relating to its study on the role of robotics, 3D printing and artificial intelligence in the healthcare system, for fiscal year ending March 31, 2018, be approved, for submission to the Standing Committee on Internal Economy, Budgets and Administration:

General Expenses	\$ 7,000
Activity 1: Visit to Ottawa University and Ottawa Hospital	<u>1,300</u>
TOTAL	\$ <u>8,300</u>

At 12:03 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

ATTEST:

Membres du comité présents : Les honorables sénateurs Cormier, Dean, Frum, Hartling, Neufeld, Ogilvie, Petitclerc, Raine, Seidman et Stewart Olsen (10).

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 :

SPARC (Partnership for Robotics in Europe) :

Reinhard Lafrenz, secrétaire général, euRobotics (par vidéoconférence).

Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) :

Subbarao Kambhampati, professeur, Arizona State University (par vidéoconférence).

Le président prend la parole.

MM. Kambhampati et Lafrenz font chacun une déclaration, puis répondent aux questions.

À 11 h 54, la séance est suspendue.

À 11 h 55, la séance reprend, et le comité procède à l'étude d'une ébauche de budget.

Le comité examine une ébauche de budget pour l'étude spéciale sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé, pour l'exercice se terminant le 31 mars 2018.

Il est convenu que le budget pour l'étude spéciale sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé, pour l'exercice se terminant le 31 mars 2018, soit approuvé et présenté au Comité permanent de la régie interne, des budgets et de l'administration :

Dépenses générales	7 000 \$
Activité 1 : Visite à l'Université d'Ottawa et à l'hôpital d'Ottawa	<u>1 300</u>
TOTAL	<u>8 300 \$</u>

À 12 h 3, la séance est levée jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

ATTESTÉ :

La greffière du comité,

Shaila Anwar

Clerk of the Committee

EVIDENCE

OTTAWA, Wednesday, March 29, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day, at 4:21 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.

[*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 am going to ask my colleagues to introduce themselves, starting on my left.

[*Translation*]

Senator Cormier: René Cormier, from New Brunswick.

[*English*]

Senator Dean: Tony Dean, Ontario.

Senator Hartling: Nancy Hartling, New Brunswick.

Senator Stewart Olsen: Carolyn Stewart Olsen, New Brunswick.

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

We are absolutely delighted with our two witnesses today, and I will welcome them in the order that I will call them. We didn't arm wrestle over who would go first, so unless you have an objection, I'll go with the order they're listed on my agenda.

Dr. Bernstein, I welcome you as president and CEO of the Canadian Institute for Advanced Research. We are delighted to have you here. We welcome your presentation.

Alan Bernstein, President and CEO, Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR): Thank you very much, senator. I am very pleased to be here. I think senators will be aware this is a timely topic, certainly in the last few weeks since the budget was brought down.

TÉMOIGNAGES

OTTAWA, le mercredi 29 mars 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 16 h 21, pour poursuivre son étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé.

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

[*Français*]

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

[*Traduction*]

Je m'appelle Kelvin Ogilvie, de la Nouvelle-Écosse, et je préside le comité. Je vais demander à mes collègues de se présenter, à partir de ma gauche.

[*Français*]

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

[*Traduction*]

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

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

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

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

Nous sommes absolument ravis d'accueillir nos deux témoins d'aujourd'hui, que je présenterai dans l'ordre. Il n'y a eu aucun bras de fer pour déterminer qui allait commencer, de sorte que je suivrai l'ordre dans lequel les témoins figurent sur l'ordre du jour, à moins qu'il n'y ait une objection.

Monsieur Bernstein, je vous souhaite la bienvenue en tant que président et chef de la direction de l'Institut canadien de recherches avancées, ou ICRA. Nous sommes ravis de vous accueillir. Nous vous invitons à présenter votre exposé.

Alan Bernstein, président et chef de la direction, Institut canadien de recherches avancées (ICRA) : Merci beaucoup, sénateur. Je suis très heureux d'être ici. Je pense que les sénateurs sont conscients qu'il s'agit d'un sujet d'actualité, plus particulièrement depuis les dernières semaines, au moment où le budget a été déposé.

I'm going to talk about artificial intelligence and the future of health care. Perhaps I should start with Artificial Intelligence 101, or I will try to. I've included a slide deck. As I looked at it, I'm not sure it really explains what I want to talk about, but I'll try a few words and then give some examples, and we'll go from there.

CIFAR actually started a program a number of years ago led by Geoff Hinton. In the last few days, you may have seen a picture and stories about Dr. Hinton. He is really the founder of deep learning or deep neural networks, which has transformed artificial intelligence. Geoff was really the guy who brought together a group of scientists in this country and around the world — which is what CIFAR does — to try to be inspired about how we think the brain learns and then apply that to computers.

How we think the brain learns is that the cells in your brain, the neurons, form connections that are called synapses. As you learn more and more as a child, for example — let's say two plus two is four — and keep learning, the strength of those connections get reinforced, get stronger, and that gets hard-wired. I'm sure you have all heard that expression. It gets hard-wired in your brain. What Dr. Hinton and his colleagues did was to try to model that mathematically in computers using algorithms or instructions for the computer.

Any one neuron may have three or four neurons connecting with it, so there are reinforcements, positive and negative, going on in our brains all the time as we learn. The layers of those neurons go up and up until you finally say, "Ah, two plus two is four." That's why this was called deep learning, because of the layers, the hierarchy, of the neurons.

One of the slides I've shown is this slide here, the deep learning basics. It's meant to be a graphic representation of the inputs from one neuron to the other. That may have confused you more than anything, but let me give you an example of something we all know, just to sort of think about it.

If you're driving along in a car and you see a ball come on the road, if the ball is coming from your right, you're probably going to look to the right for a child running after the ball, not because you have seen the child, but because you know from previous experience that balls don't roll onto the road by themselves. There's usually a child playing with a ball, so you'll apply your brakes just to be sure. Nine times out of ten there will be a child. That's why you look to your right.

The early computers, such as Deep Blue, that beat people at chess 20 years ago were not using learning. They were using the speed and the large memory banks of a computer to fish out

Je vais parler de l'intelligence artificielle et de l'avenir des soins de santé. Peut-être devrais-je commencer par une introduction sur l'intelligence artificielle, c'est du moins ce que j'essaierai de faire. J'ai distribué un ensemble de diapositives. Je les regarde, je ne suis pas certain qu'elles expliquent vraiment ce dont je veux parler, mais j'essaierai de vous dire quelques mots puis de vous donner des exemples, ce qui sera un bon début.

À vrai dire, l'ICRA a lancé un programme il y a plusieurs années sous la direction de Geoff Hinton. Ces derniers jours, vous avez peut-être vu la photo du Dr Hinton et entendu des histoires à son sujet. Il est le véritable fondateur de l'apprentissage en profondeur ou des réseaux neuronaux profonds, qui ont révolutionné l'intelligence artificielle. C'est Geoff qui a réuni un groupe de scientifiques d'ici et d'ailleurs — c'est le mandat de l'ICRA — pour essayer de s'inspirer de la façon dont le cerveau apprend, selon nous, pour ensuite appliquer la même logique aux ordinateurs.

Nous pensons que le cerveau apprend lorsque des cellules du cerveau, les neurones, forment des liaisons qu'on appelle des jonctions synaptiques. Lorsqu'un enfant apprend de plus en plus de choses, par exemple que deux et deux font quatre, puis qu'il continue d'apprendre, la force de ces jonctions se décuple, puis l'information devient programmée. Je suis persuadé que vous avez tous déjà entendu ce mot. L'information devient programmée dans votre cerveau. Le Dr Hinton et ses collègues ont donc essayé de modéliser mathématiquement ce processus dans des ordinateurs au moyen d'algorithmes ou d'instructions données à l'ordinateur.

Tout neurone peut être lié à trois ou quatre neurones, de sorte que notre cerveau reçoit constamment des renforcements positifs et négatifs pendant que nous apprenons. Les couches de neurones s'additionnent jusqu'à ce que vous compreniez enfin que deux et deux font quatre. Voilà pourquoi on parle d'un apprentissage en profondeur; c'est attribuable aux couches et à la hiérarchie des neurones.

L'une des diapositives que je veux vous montrer est celle-ci, qui porte sur les éléments fondamentaux de l'apprentissage en profondeur. Il s'agit d'une représentation imagée des intrants d'un neurone à l'autre. La diapositive vous a peut-être laissé plutôt perplexe, mais permettez-moi de vous donner un exemple d'une chose que nous savons tous, simplement pour y réfléchir.

Disons que vous conduisez votre voiture et que vous voyez un ballon qui roule sur la chaussée. Si le ballon arrive de votre droite, vous allez probablement regarder à droite pour vérifier si un enfant court après le ballon, non pas parce que vous avez vu l'enfant, mais bien parce que vous savez d'expérience que les ballons ne roulent pas eux-mêmes sur la chaussée. Il y a habituellement un enfant qui joue avec le ballon, de sorte que vous allez freiner par précaution. Il y a un enfant neuf fois sur dix. C'est pour cette raison que vous regardez vers la droite.

Les premiers ordinateurs comme Deep Blue, qui ont battu des humains aux échecs il y a 20 ans, n'utilisaient pas l'apprentissage. L'ordinateur n'apprenait jamais; il utilisait sa vitesse et sa grande

possible moves and to try them out, but the computer never learned. With deep learning now, what is actually going on is the computer is learning to play chess just as a human would, at some level.

That's my 101 of artificial intelligence. Let me give you an example applied to medicine. You'll see a slide starting with "Nature" in the slide deck.

This paper came out a few weeks ago. What the scientists and clinicians did in that paper was they presented to a computer about 130,000 digital images of skin lesions. Some lesions were rashes, insect bites, allergic reactions, acne and cancer. They fed the computer what a bona fide diagnosis was of each of those things based on what they knew from clinicians looking at it. So the computer was given what is called a learning set.

In a sense, that's how we learn. We learn by experience. If you're a medical student, you will see a lot of pictures, and your instructor will say, "That's a rash. That's a mosquito bite. That's a melanoma." The same thing happens with this computer, in a sense.

They then gave the computer new pictures where there had not yet been a definitive diagnosis, and they also gave the same pictures to dermatologists. They compared the ability of the computer to diagnose correctly what those lesions were with that of the dermatologists.

If you go ahead two slides, you will see the slide called "Deep learning outperforms the average dermatologist . . ." I think that headline says it all. A computer program with deep learning is at least as good, if not a little bit better, as a skilled dermatologist every time in correctly diagnosing whether it is skin cancer, a melanoma, a nevus or cancer. It looks for certain patterns of the abnormality.

This is a very powerful example — this came out a few weeks ago — of how deep learning will be applied to medicine. Basically, when you learn something, what you have really learned how to do is predict with a high degree of accuracy something in the future. So when you see a ball, you can predict there will be a child. If you see a certain lesion, you can predict, even before the pathologist gets his or her hands on it, whether it's cancer or not. Deep learning allows the computer to predict just as we predict. We could not go about our daily life if we couldn't predict what's happening around us to some level. It would just be chaos all the time. We have a fair degree of prediction that when you walk into this building you will have to go through the X-ray machine. At least we have to. A computer with deep learning can predict, and that's basically what it does.

mémoire pour évaluer les déplacements de pièces possibles. Ce qu'on observe maintenant, c'est que l'apprentissage en profondeur permet à l'ordinateur d'apprendre, dans une certaine mesure, à jouer aux échecs comme le ferait un être humain.

Voilà les principes de base de l'intelligence artificielle. Permettez-moi de vous donner un exemple d'application dans le domaine de la médecine. Dans la présentation, vous trouverez une diapositive commençant par « Nature ».

Cet article a été publié il y a quelques semaines. Pour cet article, les scientifiques et les cliniciens ont soumis quelque 130 000 images de lésions cutanées à un ordinateur, notamment des images de dermatites, de piqûres d'insectes, de réactions allergiques, d'acné et de lésions cancéreuses. Les chercheurs ont téléchargé dans l'ordinateur le véritable diagnostic associé à chacune de ces lésions d'après les informations fournies par les cliniciens qui les avaient examinées. On a donc fourni à l'ordinateur ce qu'on appelle une séquence d'apprentissage.

C'est ainsi que nous apprenons, en quelque sorte. Nous apprenons par expérience. Un étudiant en médecine regarde de nombreuses images, et le professeur indique qu'il s'agit d'une dermatite, d'une piqûre de moustique ou d'un mélanome. Il en va de même pour l'ordinateur, à certains égards.

On a ensuite fourni à l'ordinateur une série d'images de lésions pour lesquelles un diagnostic final n'avait pas encore été posé. Les mêmes images ont été présentées à des dermatologues. On a comparé la capacité de l'ordinateur et des dermatologues à poser un diagnostic exact sur ces lésions.

Avancez maintenant de deux diapositives. La diapositive a pour titre « L'apprentissage en profondeur donne de meilleurs résultats que le dermatologue moyen pour classer les cancers de la peau ». Je pense que c'est très évocateur. Dans tous les cas — qu'il s'agisse du cancer de la peau, d'un mélanome, d'un nævus ou d'un cancer —, un algorithme d'apprentissage en profondeur est parvenu à poser un diagnostic avec autant d'exactitude, sinon plus, que des dermatologues chevronnés. L'ordinateur recherche certaines caractéristiques des anomalies.

Cette étude, publiée il y a quelques semaines, est un exemple probant de l'application médicale de l'apprentissage profond. En somme, lorsque vous apprenez quelque chose, vous apprenez essentiellement à prévoir ultérieurement certaines choses avec une grande précision. Donc, si vous voyez une balle, vous en déduisez qu'il y a un enfant à proximité. Dans le cas d'une lésion, vous arriverez à déterminer si elle est cancéreuse ou non avant qu'elle ait été examinée par un pathologiste. L'apprentissage profond permet à un ordinateur de faire ce genre de prédictions, comme un être humain. Au quotidien, nous ne pourrions pas fonctionner sans cette capacité d'anticipation. Ce serait le chaos permanent. Par exemple, lorsqu'on arrive dans ce bâtiment, on sait qu'on aura à passer par l'appareil à rayons X. Il le faut, à tout le moins. Grâce à l'apprentissage profond, un ordinateur peut faire des prédictions, et c'est essentiellement ce qu'il fait.

If you can apply that kind of thinking, then — I've given you an example of skin cancer, and the next is breast cancer. The error rate, you'll see here, is 3.5 per cent for the pathologists. The A.I. error rate for a computer is 2.9 per cent, so the computer beats the pathologist. If you actually combine the two, the error rate drops to a half a per cent. The definitive measure of an error is the pathologist actually doing a biopsy and saying yes, it's breast cancer or not.

The next example is on diabetic eye disease, and it's the same kind of thing, and so on.

I think the take-home lesson from this, senators, is that artificial intelligence, and particularly deep learning, which is a made in Canada discovery or invention, whatever one wants to call it, is going to transform medicine.

Geoff Hinton, who is a sort of guru in this field, was quoted in *The New Yorker* this week. There's an article by Siddhartha Mukherjee, who wrote *The Emperor of all Maladies: A Biography of Cancer*, on AI applied to medicine. Dr. Hinton is quoted as saying, "They should stop training radiologists right now."

I think that's probably an overstatement. I think there probably will be a need for radiologists into the foreseeable future, but I think it's also fair to say that, increasingly, we will take this device, and if we think we have a lesion, we will take a picture of it, send it to the email address of the computer, and the computer will either send back to us and/or to our doctor the answer of what the lesion is within seconds, in this case sticking with skin cancer, and on it goes.

There was a young man, Brendan Frey, who is a CIFAR fellow in two of our programs — genetics and artificial intelligence — who started a company called Deep Genomics. This will be my last example. What Dr. Frey is doing is looking at the sequence of our DNA, of our genes, trying to identify the differences between two people that actually matter for health.

I look around this room, and all of us have about 3 billion bases of DNA. That's a lot of information. For sure, about 0.01 to 0.02 per cent of that DNA differs amongst us. Not all those differences matter. Some of us have black hair and some of us have brown hair, red hair and no hair. Some of us are males and some of us are females. But some of us have a gene that will predispose us to heart disease.

What you would like to know is what the differences are that matter for health and what are the differences that don't. That's a learning challenge. If you have enough information and enough background on the population and feed it to a computer with deep learning, that computer can sift through all the noise and identify the signals. So Brendan Frey has applied that in a test case for children with spinal muscular atrophy, cystic fibrosis and

Si on parvient à appliquer ce genre de raisonnement, alors... J'ai parlé du cancer de la peau. L'exemple suivant porte sur le cancer du sein. Comme vous le voyez sur la diapositive, le taux d'erreur des pathologistes est de 3,5 p. 100 contre 2,9 p. 100 pour l'intelligence artificielle. Donc, les résultats de l'ordinateur sont meilleurs que ceux des pathologistes. En combinant les deux, le taux d'erreur baisse d'un demi-point de pourcentage. Le taux d'erreur précis est déterminé après l'obtention des résultats des biopsies pratiquées par les pathologistes confirmant ou infirmant le diagnostic de cancer du sein.

L'exemple suivant est un cas de maladie oculaire diabétique; on obtient des résultats similaires.

Ce que vous devez retenir, à mon avis, c'est que l'intelligence artificielle et particulièrement l'apprentissage en profondeur — une découverte ou une invention canadienne, peu importe le terme qu'on puisse utiliser — révolutionneront la médecine.

Geoff Hinton, un éminent spécialiste du domaine, a été cité dans le *New Yorker* cette semaine, dans un article écrit par Siddhartha Mukherjee, l'auteur d'un livre sur l'application de l'intelligence artificielle dans le domaine de la médecine intitulé *L'empereur de toutes les maladies : une biographie du cancer*. Le Dr Hinton a dit ce qui suit : « On devrait immédiatement cesser de former des radiologues. »

Je pense que c'est probablement une exagération, car on aura sans doute encore besoin de radiologues dans un avenir prévisible. Toutefois, je pense qu'on peut affirmer sans se tromper qu'on aura de plus en plus recours à cette technologie. Une personne qui penserait avoir une lésion prendra une photo à l'aide d'un appareil comme celui-ci et l'enverra à l'ordinateur par courriel. Ensuite, en quelques secondes, l'ordinateur enverra au patient ou à son médecin une réponse sur la nature de la lésion, par exemple un cancer de la peau.

J'ai un dernier exemple. Un jeune homme du nom de Brendan Frey, un boursier de deux programmes de l'ICRA — la génétique et l'intelligence artificielle — a démarré une entreprise appelée Deep Genomics. La recherche du Dr Frey porte sur le séquençage de l'ADN, de nos gènes, pour cerner les différences génétiques qui ont une incidence sur la santé.

Au total, on compte environ trois milliards de bases d'ADN pour tous ceux qui sont dans cette salle. C'est beaucoup d'information, mais nos différences ne représentent que 0,01 à 0,02 p. 100 du total. En outre, ces différences ne sont pas toutes importantes. Certains ont les cheveux noirs, d'autres des cheveux bruns, ou roux, et d'autres sont atteints de calvitie. On compte des hommes et des femmes. Toutefois, certains d'entre nous ont un gène qui prédispose aux maladies cardiaques.

On cherche à savoir quelles différences ont une incidence sur la santé et lesquelles n'en ont pas, ce qui n'a rien de facile. Grâce à l'apprentissage en profondeur, l'ordinateur peut éliminer les interférences et déceler les signaux probants. Il suffit d'avoir assez de données et de contexte sur une population donnée et de verser ces informations dans l'ordinateur. Le Dr Brendan Frey a utilisé cette approche avec une grande précision pour un cas type

colon cancer in adults, with a high degree of accuracy. You will see a fusion or coming together in this case of two very powerful technologies: genomics and artificial intelligence.

Again, artificial intelligence depends on data. We have a lot of data stored in us as a result of our experiences going through life. A computer program with AI needs the same thing. It needs to be fed data to learn off of. That's the learning set. From that will come pretty accurate predictions as to what the situation is. We're going to see that applied to diagnostics, I think, initially. I think you'll hear a little bit from my colleague about it being applied to surgery, and perhaps prevention and other things in health care.

I'll stop there, senator, and yield the floor.

The Chair: Thank you. We will be having a witness on deep genomics. We're trying to cover the field as best we can. That was an excellent summary and introduction, and we thank you for it.

We will now turn to Dr. Christopher Schlachta, Medical Director of the Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics, but he is here today as an individual. Dr. Schlachta, please.

Dr. Christopher Schlachta, Medical Director, Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics (CSTAR), as an individual: Thank you very much. I appreciate the privilege of appearing before the committee today. I will preface my comments by saying I'm also a surgeon, so this is a context that I can follow. I have provided a written statement in advance and I will read through that, but I will try to embellish and highlight my comments a little bit more.

Just to begin, one of the most recent revolutions in surgery is the concept of minimally invasive surgery. For 150 years of modern surgery, we have never made apologies to our patients for the trauma and suffering that is caused by making an access incision to perform a procedure in a body cavity. That access incision is technically an unnecessary part of the operation. When you think about what we're doing in surgery inside your body, what is important is what we do inside the belly, not the incision that we make to get there, except that up until recently, we have never had another means of getting our eyes and our hands inside your body to do that surgery. That incision causes pain, delayed recovery and complications. It's always been needed simply because we needed to get our eyes and hands inside.

Into the late 1980s, a paradigm shift occurred, which was facilitated by the introduction of computer-assisted surgery, and that's the reason for this background. Diagnostic laparoscopy is something that had been around for decades but was restricted because it was quite awkward. A scope was a device that the surgeon had to hold in one hand and they could look in the end and see through a small hole into a joint, your pelvis or what have

pour des enfants atteints de la maladie d'Aran-Duchenne et pour des cas de fibrose kystique et de cancer du côlon chez les adultes. Il s'agit, dans ce cas, de la convergence de deux technologies très puissantes : la génomique et l'intelligence artificielle.

Je souligne encore une fois que l'intelligence artificielle repose sur l'intégration des données. Nous recueillons tous des données considérables au fil de nos expériences de vie. Il en va de même pour les programmes d'intelligence artificielle. Il faut lui fournir des données pour qu'il puisse apprendre. C'est ce cadre d'apprentissage qui permet d'obtenir des prévisions assez précises. Selon moi, cette technologie sera d'abord utilisée comme outil de diagnostic. Je crois savoir que mon collègue traitera des applications liées à la chirurgie, peut-être aussi à la prévention et à d'autres aspects des soins de santé.

Je vais arrêter ici, sénateur.

Le président : Merci. Nous accueillerons un spécialiste de la génomique fondamentale. Nous faisons de notre mieux pour traiter de tous les aspects du domaine. Vous nous avez présenté un excellent résumé et une excellente introduction. Merci beaucoup.

Nous passons maintenant au Dr Christopher Schlachta, qui est directeur médical du Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics, mais qui témoigne aujourd'hui à titre personnel. Docteur Schlachta, la parole est à vous.

Dr Christopher Schlachta, directeur médical, Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics (CSTAR), à titre personnel : Merci beaucoup. Je vous suis reconnaissant du privilège de comparaître au comité aujourd'hui. Avant de commencer, je tiens à préciser que je suis aussi un chirurgien. Je suis donc à l'aise dans le contexte de cette discussion. J'ai fourni une déclaration écrite au préalable. J'en ferai la lecture tout en essayant de l'agréments quelque peu.

Tout d'abord, l'une des plus récentes révolutions dans le monde de la chirurgie est le concept de chirurgie à effraction minimale. En 150 ans de chirurgie moderne, nous n'avons jamais présenté nos excuses aux patients pour les souffrances et les traumatismes causés par l'incision que nous devons pratiquer afin d'effectuer une procédure dans une cavité corporelle. Sur le plan technique, cette incision est la partie inutile d'une intervention chirurgicale. Lorsqu'on pense aux étapes d'une intervention chirurgicale, l'important est l'intervention dans la cavité abdominale, et non l'incision pour y avoir accès. Or, jusqu'à tout récemment, il n'existait aucun autre moyen pour le chirurgien de voir le problème et d'intervenir. Cette incision entraîne de la douleur, des retards dans le rétablissement et des complications. Elle a toujours été nécessaire simplement parce que nous devons avoir accès à l'intérieur du corps.

En guise de contexte, précisons qu'un changement de paradigme s'est produit à la fin des années 1980, avec l'arrivée de la chirurgie assistée par ordinateur. La laparoscopie diagnostique existait depuis des décennies, mais son utilisation était limitée parce que c'était une procédure fastidieuse. Le chirurgien utilisait un laparoscope qu'il devait tenir d'une main. Cela lui permettait d'examiner une articulation ou le pelvis, par

you. The restrictions were that you had to be careful how you held scope and not contaminate the sterile scope with your eye as you were looking in there. Only you could see what you were looking at and no one else in the room. If you were lucky, you had one hand free, for example, to do a laparoscopic tubal ligation, but that's all you could do; it was quite limited.

Once a modern digital camera was attached to the end of that scope, that really opened up the world for minimally invasive endoscopic surgery. It freed up the surgeon's second hand and it also allowed everybody in the room to see what the surgeon was seeing, including surgical assistants who could have their own instruments. So although laparoscopy had been around for a long time, it wasn't until the late 1980s that we saw this explosion of therapeutic keyhole surgery.

That started with gallbladder surgery which, in a period of seven years, if you were in hospital and needed your gallbladder out — many of you might know someone who has had their gallbladder out — that used to be a week to 10 days in hospital. Nowadays we do about 80 per cent of our gallbladder surgery as an outpatient procedure because we do it through small holes. In 2017, virtually any operation that is performed in a body cavity can now be performed in some kind of a minimally invasive endoscopic-guided fashion, all with the goal of eliminating that unnecessary incision and making smaller and smaller holes.

Now, a little bit about CSTAR. CSTAR was founded in 2003 as a research centre focusing on developing next-generation surgical robotics. We have a number of engineers affiliated with CSTAR who have particular expertise in haptics, which is adding the sense of touch to robots, and teleoperation.

As an example, at CSTAR, we have developed a laparoscopic instrument for the da Vinci robot, which performs intraoperative tissue palpation and ultrasound imaging. This work received the Best Innovation Prize at the 2015 Surgical Robot Challenge at the Hamlyn Symposium at Imperial College, and there were a large number of competitors. I mention that example because our own laboratory studies have demonstrated that that robotic finger, if you will, is more sensitive than the human finger, and that provides some context for our discussion.

CSTAR has benefited from peer-reviewed funding through federal programs such as CFI, NCE, NSERC and CIHR. Our engineers would argue that we're the best-equipped medical robotics research centre in the country. CSTAR engineers have a wide collaborative network, including the AGE-WELL Network,

exemple, en passant par une petite incision. Il fallait manipuler l'appareil avec soin afin d'éviter de contaminer le laparoscope, qui était stérile, avec son œil pendant l'examen. Seul le chirurgien pouvait voir à l'intérieur. Avec un peu de chance, le chirurgien avait une main libre pour pratiquer une ligature des trompes par laparoscopie, par exemple, mais ne pouvait guère faire plus. C'était un outil plutôt limité.

L'ajout d'une caméra numérique moderne à l'extrémité de l'appareil a permis de généraliser les interventions chirurgicales endoscopiques avec effraction minimale. Cela a permis de libérer la deuxième main du chirurgien. En outre, toutes les personnes présentes dans la salle d'opération peuvent voir la même chose que le chirurgien, notamment les assistants en chirurgie qui peuvent avoir leurs propres instruments. Donc, même si la laparoscopie existe depuis longtemps, ce n'est qu'à la fin des années 1980 que le nombre d'interventions par micromanipulation chirurgicale a explosé.

On a commencé par la chirurgie de la vésicule biliaire. La durée d'hospitalisation a été considérablement réduite en l'espace de sept ans. Si vous étiez hospitalisé pour l'ablation de la vésicule biliaire — beaucoup d'entre vous connaissent probablement quelqu'un qui a subi cette procédure —, le séjour à l'hôpital était auparavant de 7 à 10 jours. De nos jours, étant donné la petite taille des incisions, quelque 80 p. 100 des ablations de la vésicule biliaire sont faites en chirurgie ambulatoire. Maintenant, en 2017, pratiquement toutes les procédures impliquant des cavités corporelles peuvent être pratiquées avec effraction minimale à l'aide d'un appareil endoscopique quelconque. Le but est d'éliminer les incisions inutiles et de passer par des incisions de plus en plus petites.

Parlons maintenant du CSTAR. Le CSTAR, un centre de recherche chargé de mettre au point une nouvelle génération de robots chirurgicaux, a été fondé en 2003. Les ingénieurs du CSTAR possèdent une expertise particulière en haptique — l'ajout du sens du toucher sur les robots — et en télémanipulation.

Par exemple, un instrument de laparoscopie pour le système da Vinci, qui permet de procéder à la palpation peropératoire de tissus et d'effectuer des procédures peropératoires d'échographie, a été mis au point au CSTAR. Ces travaux ont reçu le prix de la meilleure innovation lors du Surgical Robot Challenge de 2015 tenu au symposium Hamlyn à l'Imperial College. Ils ont été choisis parmi les travaux soumis par un grand nombre de concurrents. Je mentionne cet exemple parce que nos propres recherches en laboratoire ont démontré que la sensibilité du doigt robotisé, pour ainsi dire, est supérieure à celle d'un doigt humain. Cette information pourrait servir de contexte pour notre discussion.

Les programmes de recherche du CSTAR ont reçu du financement octroyé à la suite d'un examen par les pairs, dans le cadre de programmes du gouvernement fédéral comme la FCO, le RCE, le CRSNG et les IRSC. Nos ingénieurs sont sans doute d'avis que le CSTAR est le centre de recherche en robots

which you have heard about previously. Our engineering graduates are in great demand by the robotics industry and by Canadian companies developing computer-assisted technologies.

In addition to developing technologies, let me talk about the word innovation for a minute because it's a highly overused word right now. I would argue that true innovation is not just invention but it's also invention and translation of promising therapies into front-line care.

We've taken on the responsibility of medical training as well. You've heard lots about medical error being a significant cause of morbidity and mortality. This is magnified in an environment where the pace of change and the introduction of new technology is not just rapid but accelerating. There was a time when, if you wanted to be a surgeon, you finished medical school and went into four or five years of training, and that would carry you through a 30- or 35-year career. But the technology now that is being more and more rapidly introduced to surgery and medicine in general is coming at such a pace that we have to consider retraining the entire workforce at regular intervals. We are not currently equipped to handle that now, and a lot of thought needs to be given to that.

Patients will be harmed and new, promising technologies will fail if they are not safely introduced into practice through responsible training programs. At CSTAR, we opened the Kelman Centre for Advanced Learning as a surgical skills laboratory, but we currently run a high-volume of simulation training programs to help professionals, not just surgeons alone.

One advantage of computer-assisted surgery is that the technology is digital so you don't need a patient for training if you can create a virtual simulation at the other end. Think about how we have traditionally trained our medical students and surgeons over the years. Our patients are the people on whom they train. It's a program of graduated responsibility — a highly supervised environment that has worked well until now. But it would be a relief to most patients if we said we were no longer going to practice on patients and train instead on virtual reality models and mannequins, and through simulation get them up to a certain standard of competence.

One of our largest research grants to date has been an Ontario research fund grant on developing computer-based simulation technologies. You have previously heard from Dr. DiRaddo from the NRC. We collaborated with him many years ago on their NeuroTouch program.

chirurgicaux le mieux équipé au pays. Les ingénieurs du CSTAR disposent d'un vaste réseau de collaboration, qui englobe notamment le réseau AGE-WELL dont on vous a déjà parlé. Nos diplômés en génie sont très convoités par l'industrie de la robotique et par les entreprises canadiennes qui conçoivent des technologies médicales assistées par ordinateur.

En plus de mettre des technologies au point... Permettez-moi de vous parler brièvement d'innovation, un terme surutilisé ces temps-ci. Je dirais que la véritable innovation ne se limite pas aux inventions; elle doit aussi comprendre la transformation de thérapies prometteuses en soins de première ligne.

Le CSTAR a commencé à offrir de la formation médicale. Comme vous l'avez souvent entendu, les erreurs médicales sont une cause importante de morbidité et de mortalité. Ce problème est exacerbé par un environnement où le rythme de changement et l'introduction de nouvelles technologies sont rapides et vont en s'accéléralant. À une certaine époque, les aspirants chirurgiens suivaient une formation de quatre ou cinq ans au terme de leurs études en médecine et pouvaient ensuite avoir une carrière de 30 à 35 ans. Aujourd'hui, étant donné le rythme effréné de l'intégration de nouvelles technologies dans le domaine de la chirurgie, et en médecine en général, nous devons examiner la possibilité d'offrir des cours de perfectionnement à l'ensemble de la main-d'œuvre, et ce, à intervalles réguliers. En ce moment, nous n'en avons pas la capacité, mais il convient d'y réfléchir sérieusement.

Des patients seront blessés et de nouvelles technologies échoueront si elles ne sont pas mises en pratique de manière sûre grâce à des programmes de formation responsables. Le CSTAR a ouvert le Kelman Centre for Advanced Learning, un laboratoire axé sur les compétences en chirurgie. Nous offrons actuellement un grand nombre de programmes de simulation destinés aux professionnels de la santé, et non seulement aux chirurgiens.

Un avantage de la chirurgie assistée par ordinateur est qu'il s'agit d'une technologie numérique. De fait, en créant une simulation virtuelle, il n'est plus nécessaire d'avoir un patient présent. Pensez aux méthodes que nous avons utilisées au fil du temps pour la formation des étudiants en médecine et des chirurgiens. Ils pratiquent leurs compétences sur les patients, en fait. C'est un programme de responsabilisation graduelle, un cadre hautement supervisé qui a donné de bons résultats jusqu'à maintenant. Toutefois, la plupart des patients seront sûrement soulagés d'apprendre qu'ils ne serviront plus de cobayes et qu'on aura plutôt recours à des modèles en réalité virtuelle, à des mannequins et à des simulations pour que les gens atteignent un certain niveau de compétence.

Une des plus importantes subventions de recherche que nous avons reçues jusqu'à maintenant provenait du Fonds pour la recherche en Ontario et visait à mettre au point des technologies de simulation sur ordinateur. Le Dr DiRaddo, du CNRC, a témoigné au comité. Nous avons collaboré avec lui dans le cadre du programme NeuroTouch.

Consistent with the training program, we've also developed an interest in telepresence. We collaborated with Intuitive Surgical, the makers and manufacturers of the da Vinci robot, currently the only commercially available — or the standard commercially available — multi-functional surgical robot. We collaborated with them on their first test of the telesurgery prototype. Remote telesurgery currently faces a number of feasibility challenges, and I'd be happy to discuss those later.

We've also developed the telementoring program, so if you can't operate from a distance, at least you can help a surgeon from a distance. I'm currently the chair of a telementoring task force for the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons.

Given our long-standing focus on robotics surgery, combined with our simulation and training programs, Intuitive Surgical, the company that makes the da Vinci, designated CSTAR to be their Canadian training centre for da Vinci surgery. We train surgeons through the da Vinci-specified criteria to bring them up to standard before they return to their hospitals. Several surgeons have trained with us.

We also deliver nursing coordinator training programs, because the nurses are really the ones who do all the work behind the robotic systems.

I'm at CSTAR now because I firmly believe that the future of surgery and medical care in general lies in the interposition of a computer between the patient and the health care providers. Just as artificial intelligence can augment diagnosis and decision-making, image-augmented surgery and mechatronics give the surgeon superhuman capabilities to advance minimally invasive therapies and offer many potential mechanisms to reduce harm due to error.

We face a number of challenges in realizing that vision, but with the experience and expertise we have acquired over the last few decades, I think that goal is achievable. Canadian health care providers, in particular, and the Canadian research centres are actively contributing to this research goal.

I'm happy to answer questions.

The Chair: Thank you. I will open up the floor to my colleagues.

Senator Stewart Olsen: That was a very informative presentation from you both, understanding that we're starting at ground zero with a lot of this.

Nous avons commencé à nous intéresser à la téléprésence, également dans le domaine de la formation. Nous avons collaboré avec l'entreprise Intuitive Surgical, qui a conçu et fabriqué le robot da Vinci, qui est actuellement le seul robot chirurgical multifonction offert sur le marché, voire la norme pour le marché. Nous avons collaboré avec l'entreprise lorsqu'elle a procédé au premier essai de son prototype de téléchirurgie. Toutefois, la téléchirurgie à distance pose d'importants problèmes de faisabilité. C'est avec plaisir que j'en discuterai avec vous plus tard.

Nous avons également mis au point notre propre programme de télémentorat. Il est impossible de pratiquer une intervention chirurgicale à distance, mais on peut certes aider un chirurgien à distance. Je préside actuellement le groupe de travail sur le télémentorat de la Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons.

Étant donné que nous nous intéressons depuis longtemps à la chirurgie robotisée et que nous avons élaboré des programmes de simulation et de formation, Intuitive Surgical, l'entreprise qui fabrique le système de chirurgie assistée par robot da Vinci, a choisi le CSTAR comme centre de formation canadien pour son système. Essentiellement, nous formons les chirurgiens selon les normes établies pour le système da Vinci pour qu'ils puissent l'utiliser en milieu de travail. Nous avons formé de nombreux chirurgiens.

Nous offrons aussi des programmes destinés aux coordonnateurs de services infirmiers, car ce sont vraiment les infirmières qui font tout le travail lié aux systèmes robotisés.

Je travaille au CSTAR parce que je crois fermement que l'avenir de la chirurgie et des soins médicaux en général repose sur l'interposition d'un ordinateur entre le patient et le fournisseur de soins de santé. Tout comme l'intelligence artificielle facilite l'établissement d'un diagnostic et la prise de décisions, la chirurgie guidée par l'image et la mécatronique donnent des capacités surhumaines au chirurgien et lui permettent de pratiquer des interventions avec effraction minimale. Elles comportent également de nombreux mécanismes pour réduire d'éventuels maux causés par des erreurs.

Nous devons relever un certain nombre de défis avant de concrétiser cette vision, mais avec l'expérience et l'expertise que nous avons acquises depuis quelques décennies, d'après moi, l'objectif est atteignable. Les fournisseurs de soins de santé canadiens, surtout, et les centres de recherche canadiens contribuent activement à l'atteinte de cet objectif de recherche.

Je serai ravi de répondre à vos questions.

Le président : Merci. Je donne maintenant la parole à mes collègues.

La sénatrice Stewart Olsen : Vos deux exposés étaient très instructifs. Nous comprenons que nous en sommes au point de départ à bien des égards.

Dr. Bernstein, I would like to take you back to the beginning. We'll use dermatology. Who picks the slides and the actual case studies and feeds that into the computer? Then who says what the confirmed diagnosis is? How do you teach that computer? How do you find the information?

Mr. Bernstein: In the study that I referred to — and I will generalize, as I think this will be true generally — there were slides at various places around the United States. This was a group associated with Google that did this work. They collected slides, and they knew the definitive diagnosis. If was cancer, they knew that from the pathology, and if it was a rash or other things, they knew that from the local clinician. They collected a lot of samples around the United States at various teaching hospitals that had collected bona fide skin lesions over the years. They “fed” that into the computer. So it was a lot of samples — 194,000 samples.

This is not your question, but it allows me to make another point. If you're a medical student, you don't look at 194,000 samples to learn to become a doctor. That tells us that deep learning in its current stage is probably at a very early stage in the science. We can expect to see much more powerful forms of deep learning, or whatever it's going to be called over the next five to ten years, as this research continues.

Senator Stewart Olsen: Dr. Schlachta, kind of the same thing. If you're programming a computer to do surgery, who actually feeds in the best way to do the surgery, or is that the same and you take a vast group? How do you individualize it?

Dr. Schlachta: Programming a computer to do surgery would be suggesting a level of autonomy in surgical robotics that doesn't exist right now. The main robotic systems we use are called master-slave systems. The robot does not do anything I don't tell it to do, specifically by moving my hands and fingers. It reproduces my hand's actions precisely.

There are some robotic systems that have the potential to operate semi-autonomously. There's a Mako robot for knee and hip arthroplasty. The first time I met with the makers of that system, they presented it as a semi-autonomous robot where they would do CT scanning preoperatively, be able to sit down and work with three-dimensional images to design the perfect knee implant, let's say, and then the surgeon would provide exposure of the knee joint to the robot. You could basically push a button and it would carry on doing the reaming of the joint and providing a perfect interface for the prosthesis. It is currently being marketed as a system where the surgeon holds the device and guides it himself, and the robot provides boundaries where the surgeon can feel pushback from the robot, such as you've

Monsieur Bernstein, j'aimerais revenir au début. Utilisons l'exemple de la dermatologie. Qui choisit les lames et les études de cas, et qui les entre dans l'ordinateur? Ensuite, qui déclare quel est le diagnostic confirmé? Comment faites-vous pour que l'ordinateur apprenne? Comment trouvez-vous l'information?

M. Bernstein : Dans l'étude dont j'ai parlé — et je vais généraliser, car je crois que ce sera vrai dans l'ensemble des cas —, les lames venaient de divers endroits aux États-Unis. C'est un groupe associé à Google qui a accompli ce travail. Les membres du groupe ont recueilli les lames et ils connaissaient le diagnostic formel. Si c'était le cancer, ils le savaient grâce à la pathologie, et si c'était une éruption ou autres, ils le savaient grâce au clinicien local. Ils ont recueilli un grand nombre d'échantillons partout aux États-Unis, dans divers hôpitaux d'enseignement qui avaient prélevé de véritables lésions cutanées au fil des années. Ils ont entré tout cela dans l'ordinateur. Il y avait donc de nombreux échantillons, soit 194 000.

Ce n'est pas ce que vous m'avez demandé, mais cette réponse me permet de soulever un autre point. Un étudiant en médecine n'examine pas 194 000 échantillons pour apprendre à devenir médecin. Cela montre qu'à l'heure actuelle, l'apprentissage en profondeur n'en est probablement qu'au stade embryonnaire de la science. Des formes beaucoup plus puissantes d'apprentissage en profondeur — ou peu importe ce qu'on l'appellera — verront probablement le jour dans les 5 à 10 prochaines années, à mesure que la recherche se poursuit.

La sénatrice Stewart Olsen : Docteur Schlachta, je vous poserais à peu près la même question. Lorsqu'on programme un ordinateur pour qu'il effectue une intervention chirurgicale, qui entre la meilleure façon de pratiquer l'intervention? Faites-vous la même chose; prenez-vous une vaste gamme d'exemples? Comment faites-vous la personnalisation?

Dr Schlachta : Les robots chirurgicaux d'aujourd'hui ne sont pas encore assez autonomes pour qu'on puisse programmer un ordinateur afin de lui faire pratiquer une intervention chirurgicale. Nous utilisons principalement des systèmes robotisés de type appelé « maître-esclave ». Le robot fait uniquement ce que je lui dis de faire, précisément en mouvant mes mains et mes doigts. Il reproduit exactement mes gestes.

Certains systèmes robotisés peuvent faire des opérations de façon partiellement autonome. Il existe un robot Mako qui fait de l'arthroplastie des genoux et des hanches. La première fois que j'ai rencontré les fabricants de cet appareil, ils l'ont présenté comme étant un robot partiellement autonome : ils font un examen de tomodensitométrie avant l'intervention chirurgicale, ils travaillent avec des images tridimensionnelles pour concevoir un genou artificiel parfait, par exemple, puis le chirurgien présente l'articulation du genou au robot. En gros, on peut appuyer sur un bouton et le robot alèse l'articulation et il fournit un point de contact parfait pour la prothèse. À l'heure actuelle, le système est vendu comme un système contrôlé et manœuvré par le chirurgien; le robot fournit des limites, et le chirurgien peut sentir une

gotten to the border of where you want to be reaming that bone. But it doesn't act autonomously right now. There is some pushback against that.

Senator Stewart Olsen: I can see as this technology develops how extremely important it's going to be to monitor how the data is input in both instances. Ethically speaking, is there anything set up that we would look for, or are you beginning to think about that as you move forward — the expertise needed to provide this? It will essentially take over in a lot of cases, especially in remote areas, which I think is wonderful. But at the front end, we're going to have to really be careful.

Mr. Bernstein: I'll take a stab at it. This is not a medical example, but if you go on the Amazon website and are looking for things you want to buy, Amazon has an artificial intelligence program that is already scanning your input, as well as millions of other people's input from around the world. Using that data, it decides how much of another product to order or what to drop from the website. It's doing that in real time, and you're inputting the data via your purchases decisions.

Dr. Schlachta: If I might, there was an article this month in a journal called *Science Robotics*. I believe it's an editorial with many authors. One of them is our director of engineering. It provides a classification system for surgical robots, from class 0 to class 5, and grades them according to their level of autonomy, with class 0 being the mechatronic master-slave system and class 5 being the fully autonomous thinking robot that does the surgery itself. Even in their article, they call class 5 science-fiction at this point, but certainly that's the goal we're all looking for.

Just like the invention of the calculator and the computer didn't put accountants out of work, I don't think autonomous robots will put surgeons out of work. There needs to be that guidance and advice. There is a lot about surgery that still involves judgment. Even with significant artificial intelligence, I think the public will have a lot of concerns about who's making the decisions. Where are you going to cut? Who will you blame if the robot makes a mistake? A surgeon can apologize and say, "I'm sorry, I made a mistake," but if the robot makes a mistake, how well will that sit with the patient who suffered that complication?

Senator Stewart Olsen: Thank you very much.

The Chair: Dr. Schlachta, I wonder if you can provide our clerk with the identity of the reference that you just referred to, the article.

Dr. Schlachta: I will do so.

The Chair: I wanted to get more clarification on what I think Senator Stewart Olsen was looking for. In the surgical examples that you gave, you gave one more normal surgery where the surgeon is in charge and carrying out the surgery; and then the

résistance lorsqu'il arrive à la limite où il peut aléser l'os. Toutefois, il n'est pas encore autonome. Ces systèmes rencontrent une certaine opposition.

La sénatrice Stewart Olsen : À mesure que la technologie évolue, je peux voir qu'il sera extrêmement important de surveiller comment les données sont entrées dans les deux cas. Sur le plan éthique, des critères ont-ils été adoptés, ou commencez-vous à songer à l'expertise nécessaire pour en établir à mesure que vous réalisez des progrès? La technologie prendra la relève dans bien des cas, surtout dans les régions éloignées, ce que je trouve formidable. Toutefois, en amont, il faudra faire très attention.

M. Bernstein : Je vais essayer de répondre. L'exemple que je vais donner ne relève pas du domaine de la santé, mais lorsque vous vous rendez sur le site web d'Amazon et que vous cherchez des choses à acheter, Amazon utilise un programme d'intelligence artificielle qui scrute les données que vous entrez et les données de millions d'autres utilisateurs partout dans le monde. À partir de ces données, il décide quelle quantité d'un produit il commandera et quels produits il cessera d'offrir. C'est fait en temps réel, et vos décisions d'achat forment vos données.

Dr Schlachta : Si vous me le permettez, j'aimerais ajouter qu'un article est paru ce mois-ci dans une revue intitulée *Science Robotics*. Je crois qu'il s'agit d'un éditorial rédigé par maints auteurs, dont notre directeur de l'ingénierie. On y fournit un système de classification des robots chirurgicaux allant de 0 à 5, et les robots sont classés selon leur niveau d'autonomie : la classe 0 comporte les systèmes mécatroniques dits « maître-esclave », tandis que la classe 5 compte les robots pensants entièrement autonomes qui font les interventions chirurgicales eux-mêmes. Même dans leur article, les auteurs considèrent encore aujourd'hui la classe 5 comme de la science-fiction, mais c'est certainement l'objectif que nous cherchons tous à atteindre.

Tout comme l'invention de la calculatrice et de l'ordinateur n'a pas mis les comptables au chômage, je ne pense pas que les robots autonomes remplaceront complètement les chirurgiens. Leurs conseils et leurs indications sont nécessaires. De nombreux aspects de la chirurgie requièrent du jugement. Même si l'intelligence artificielle est grande, je pense que les gens seront préoccupés de savoir qui prendra les décisions. Où fera-t-on l'incision? Sur qui rejettera-t-on la responsabilité si le robot commet une erreur? Un chirurgien peut s'excuser et admettre qu'il a fait une erreur, mais si le robot commet une erreur, comment le patient ayant subi les complications le prendra-t-il?

La sénatrice Stewart Olsen : Merci beaucoup.

Le président : Docteur Schlachta, pouvez-vous fournir la référence de l'article dont vous venez de parler à notre greffière, s'il vous plaît?

Dr Schlachta : Je le ferai.

Le président : J'aimerais obtenir des précisions sur ce que la sénatrice Stewart Olsen cherchait, je crois. Dans les exemples d'interventions chirurgicales que vous avez donnés, vous avez mentionné une intervention normale dirigée et faite par le

last one, which we're beginning to see more examples of, where the intelligence is guiding the limits to which the surgical tool can move and helping the surgeon in the real inner space of the surgical cavity, and you made that one very clear.

Going back to the one where the surgeon is guiding the technology in the surgical process, the question I think that is left is the degree to which the surgical device contributes to the ability of the surgeon to carry out an almost perfect surgery. One of the elements, of course, is stability. If you have, in general, a robotic tool, at least some articles indicate that the stability of the device is one of the aspects that help a surgeon.

Could you help us understand a little bit more about what the device does in terms of making the surgery much more accurate and effective under the control of the surgeon?

Dr. Schlachta: There are many ways in which that occurs, so I will try to be as succinct as possible.

The most simple and straightforward one is, as you've already mentioned, the stability of the system. You also factor in ergonomics and the ability to have image-augmented surgery. These things are all important from a surgeon's perspective because when you think about long, complex operations and the fatigue of the surgeon, the ability to actually use a system that causes less strain on them is going to make it better overall for the surgeon to maintain their focus and their concentration. I know that's not specifically what you were asking me about.

As we move forward into systems where the computer exerts some control over the operation, the idea would be, for example, what we know from robots that have been involved in arthroplasty surgeries is that even the best surgeons can achieve contact rates with their implants that will be in the 70 to 80 per cent range. Use a robot, and you're well over 90 per cent in terms of your contact rate. If you can plan these things preoperatively and do a perfectly precise operation, then you will get a better outcome, presumably. There are a bunch of caveats associated with that.

There are challenges right now, though. It's a system that could be semiautonomous. We still have surgeons preferring to actually guide the instrument themselves and have a computer warn them when they're reaching the edges and so on. There are many other ways that can be built into the system, though. You can program the system to have no-go zones. If there is a potentially catastrophic complication that could be suffered during the course of surgery, if a robot arm gets moved into the wrong part of the body, you can program the system to say "don't allow the arm to go over there" and it prevents the surgeon from being able to do that. Those are very basic things.

Image recognition; important critical structures the surgeon needs to be able to see or identify as they are performing the operation, we're on the verge of being able to have image recognition capability that will allow the system to be able to say

chirurgien; puis, dans le dernier exemple, qu'on voit de plus en plus, l'appareil délimite le mouvement de l'outil chirurgical et il appuie le chirurgien à l'intérieur de la cavité réelle créée par l'intervention chirurgicale. Cet exemple était très clair.

Si l'on revient au cas dans lequel le chirurgien manœuvre l'appareil durant l'opération, la question qui reste est de savoir à quel point l'appareil chirurgical aide le chirurgien à effectuer une intervention presque parfaite. Bien sûr, la stabilité est un des facteurs. Certains articles montrent qu'en général, la stabilité de l'outil robotisé est un des facteurs qui appuient le chirurgien.

Pouvez-vous nous aider à mieux comprendre ce que l'appareil fait pour augmenter considérablement la précision et l'efficacité de l'intervention chirurgicale lorsqu'il est manœuvré par le chirurgien?

Dr Schlachta : L'appareil contribue à cela de nombreuses façons; je vais donc tenter de répondre le plus succinctement possible.

Le facteur le plus simple est, comme vous l'avez dit, la stabilité de l'appareil. D'autres facteurs sont l'ergonomie et le recours à la chirurgie guidée par l'image. Ce sont tous des aspects importants pour les chirurgiens, car lorsqu'ils doivent faire de longues interventions complexes, la possibilité d'utiliser un système qui réduit la fatigue et les efforts requis les aide de façon générale à maintenir leur attention et leur concentration. Je sais que ce n'est pas exactement ce que vous vouliez savoir.

Nous nous tournons vers des systèmes où l'ordinateur mène une certaine partie de l'intervention dans un but précis. Par exemple, ce que l'utilisation de robots durant des interventions d'arthroplastie a montré, c'est que les taux de contact des prothèses posées par les meilleurs chirurgiens varient entre 70 à 80 p. 100. En utilisant un robot, on peut atteindre des taux bien au-delà de 90 p. 100. Si la planification peut être faite avant l'opération et si la précision de l'intervention peut être parfaite, les résultats seront vraisemblablement meilleurs. Or, il y a de nombreuses réserves liées à cela.

Il existe actuellement des défis. Le système pourrait être partiellement autonome. Certains chirurgiens préfèrent toujours manier les instruments eux-mêmes et se faire avertir par l'ordinateur lorsqu'ils s'approchent de la limite, par exemple. Or, on pourrait intégrer beaucoup d'autres fonctions dans le système. On pourrait y entrer des zones interdites. Si des complications catastrophiques pouvaient survenir durant l'intervention chirurgicale, par exemple si le bras robotisé était déplacé vers la mauvaise partie du corps, on pourrait programmer le système pour interdire au bras d'aller à un certain endroit, ce qui empêcherait le chirurgien d'accomplir ce geste. Ce sont là des fonctions élémentaires.

La reconnaissance d'images; durant les interventions chirurgicales, les chirurgiens doivent voir ou reconnaître des structures essentielles, et bientôt, la reconnaissance d'images permettra au système de dire au chirurgien : « Voici l'uretère. Au

to the surgeon, “Here’s the ureter. In case you haven’t noticed it already, here it is. You don’t have to go looking for it; I found it for you already.” That’s the very basic level stuff we’re getting now.

As we get into more autonomous things, the idea would be that presumably the surgeon would assist with the preoperative plan and then the robot would carry out that plan under some kind of surgical supervision.

The Chair: Thank you. That was very helpful.

Senator Seidman: Thank you both very much for your presentations.

Dr. Bernstein, if I could approach with you the basis of the deep learning that you tried to describe for us, because obviously it is the essence of artificial intelligence. Basically, one of your slides, Lukas Masuch, talks about deep learning and describes it as exceptionally effective at learning patterns, utilizing algorithms and lots of information. Basically, you try to simulate the brain’s pattern of iterations and data experience and then produce these algorithmic responses.

I’m thinking now about health care specifically. Using this as a basis for diagnosis and decision-making in health care medicine, for example, some would say that there is a certain art of diagnosis and decision-making in medicine that goes beyond the sort of basic iterations of data. Is that true? In developing artificial intelligence, I don’t know how you could build that in, but is there an attempt to build that in? The other component would be, of course, trying to build in sufficient moral and ethical safeguards into the algorithmic decision-making process of this.

Mr. Bernstein Two great questions or points. I’m not a medical doctor; I’m a Ph.D. My sister is a medical doctor. She’s a family doctor. When the paper in *Nature* came out that I described to this committee, I talked to her about it, and she said she would never trust a computer to diagnose her patients. So we had a very good discussion, I thought, about it. She didn’t budge, but I made the point that if a computer could make an accurate diagnosis, and any responsible physician would only trust the computer themselves after a while — it’s a machine, after all — but once the clinician got the confidence that the computer was making an accurate diagnosis, then the clinician could actually spend more time interacting with the patient.

I think we’ve all had this experience. For some reason, actually knowing what’s wrong with you, even if there is not a good treatment, makes you feel better. “What’s wrong with my skin, doctor? I don’t understand what’s going on. I have this horrible rash. Please tell me what it is.” The doctor will say, “You have. . .” some long name. You have no idea what that means, but he or she does, so it makes you feel better. And I think that has to come from a human. I think this has to do with human-human versus human-machine interaction, so it doesn’t speak to

cas où vous ne l’avez pas encore remarqué, il est là. Vous n’avez pas à le chercher; je l’ai déjà trouvé pour vous. » Ce sont les fonctions élémentaires qui existent aujourd’hui.

Comme nous en venons à des fonctions plus autonomes, l’idée serait probablement que le chirurgien aide à dresser le plan préopératoire, puis que le robot exécute ce plan sous la supervision d’un chirurgien.

Le président : Merci pour ces renseignements très utiles.

La sénatrice Seidman : Merci beaucoup à vous deux pour vos exposés.

Monsieur Bernstein, j’aimerais parler avec vous du fondement de l’apprentissage en profondeur, que vous avez tenté de nous décrire, car il s’agit manifestement de l’essence même de l’intelligence artificielle. Une de vos diapositives porte sur l’apprentissage en profondeur; selon Lukas Masuch, cette forme d’apprentissage est exceptionnellement efficace pour l’apprentissage de tendances, elle utilise des algorithmes et elle assimile beaucoup d’information. Essentiellement, on tente de simuler les itérations du cerveau et la façon dont il traite les données, puis de produire des réactions algorithmiques.

Je pense maintenant précisément aux soins de santé et au recours à l’intelligence artificielle pour établir des diagnostics et prendre des décisions d’ordre médical. Certains soutiendraient que l’art d’établir des diagnostics et de prendre des décisions d’ordre médical va au-delà d’une simple itération ou d’un simple traitement de données. Est-ce vrai? Je ne sais pas comment ce serait possible d’intégrer cela dans l’intelligence artificielle, mais tente-t-on de le faire? Bien sûr, il faudrait également tenter d’inclure suffisamment de normes morales et éthiques dans le processus décisionnel algorithmique.

M. Bernstein : Ce sont deux très bonnes questions ou observations. Je ne suis pas médecin; j’ai un doctorat en philosophie. Ma sœur est médecin de famille. Lorsque l’article dont j’ai parlé au comité est paru dans le magazine *Nature*, j’en ai parlé à ma sœur, et elle a dit qu’elle ne confierait jamais la tâche d’établir des diagnostics pour ses patients à un ordinateur. Nous avons eu une très bonne discussion à ce sujet. Elle n’a pas changé d’avis, mais j’ai souligné que si un ordinateur pouvait rendre des diagnostics exacts et si, après un certain temps, un médecin responsable finissait par se fier uniquement à l’ordinateur — c’est une machine, après tout —, un clinicien qui aurait confiance aux diagnostics de l’ordinateur pourrait en fait passer plus de temps avec ses patients.

Je pense que nous avons tous vécu cela. Pour une raison quelconque, nous nous sentons mieux une fois que nous savons de quoi nous souffrons, même s’il n’existe pas de traitement efficace. « J’ai quelque chose à la peau, docteur. Que se passe-t-il? J’ai des lésions horribles. Dites-moi ce que c’est, s’il vous plaît. » Le médecin répond : « Vous êtes atteint de... », suivi d’un long nom. Vous ne savez pas du tout de quoi il s’agit, mais votre médecin le sait, et cela vous rassure. D’après moi, cette information doit venir d’un être humain. Ce n’est pas la capacité de la machine qui

the capabilities of the machine; it deals with our own psychology, at least at this point, and our ability to relate to another human being versus to a machine.

But I do think it will allow physicians to spend more time with their patients and actually talk to them about the implications of that diagnosis, if it's a serious one, or if it's not a serious one, and what the options are for the patient, as opposed to, "You have melanoma. I'll see you next week. I have to go to the next patient." So I think it's a positive way of looking at it. It is a good way of looking at it.

The Chair: Dr. Schlachta would like to be included on this too, senator.

Senator Seidman: Absolutely, because you have the robotics with the artificial intelligence, so how will you handle this?

Dr. Schlachta: If I might just address the issue of the art of medicine, I teach medical students and residents, and a lot of this discussion about art comes up, and it's really a question of experience and intuition. When you have enough experience seeing something, you start to get a sense. What is intuition? It's not a supernatural thing. It's complex pattern recognition, and it's something that we haven't yet learned how to articulate.

I would argue that any computer system that's intelligent enough will be able to develop the same intuitive capacity that we have. We just can't explain how we figured it out. I have many medical students ask me, "How did you know that?" I'll say, "I don't know; I just got a feeling." But that feeling is a rational process that takes place; I just can't explain it yet. I'm sure a computer can do that just as well as we can, if it's smart enough.

Mr. Bernstein: If I can jump in there, that is really deep learning. I'm not advocating for machines here over humans, but the whole process of deep learning in a machine is feeding the computer data, and the computer then, using that data, makes a diagnosis and gets the immediate feedback whether that was right or wrong. In the example I gave you of 130,000 data sets, or slides in this case, it gets that feedback, and then the computer "learns" and gets that intuitive feeling like a medical student does, or not, but certainly outwardly it does, and then in this example beats the dermatologist almost every time.

That's because the computer has the speed and memory retrieval and the ability to do things we don't have. There is a learning aspect to it. What we call intuition is actually learning, in fact.

Senator Seidman: Experience, to a certain extent.

est en cause, c'est l'interaction humaine relativement à l'interaction entre un humain et une machine. C'est une question de psychologie, du moins à ce point-ci, et de notre capacité d'établir des rapports avec un être humain relativement à notre capacité d'établir des rapports avec une machine.

Toutefois, je crois que cela permettra aux médecins de passer plus de temps avec leurs patients. Au lieu de déclarer : « Vous avez un mélanome. Je vais vous voir la semaine prochaine. C'est au tour du prochain patient. », le médecin pourra parler au patient des implications du diagnostic, qu'il soit grave ou non, et de ses options. Je pense donc que c'est une bonne façon, une façon positive, de voir les choses.

Le président : Dr Schlachta aimerait aussi répondre, madame la sénatrice.

La sénatrice Seidman : Absolument, puisque la robotique a recours à l'intelligence artificielle. Comment gèrerez-vous cela?

Dr Schlachta : Pour répondre à la question concernant l'art de la médecine, j'enseigne à des étudiants en médecine et à des résidents, et la discussion sur l'art revient souvent. En réalité, c'est une question d'expérience et d'intuition. Quand on voit souvent quelque chose, on commence à avoir des pressentiments. L'intuition, qu'est-ce que c'est? Ce n'est rien de surnaturel. C'est la reconnaissance de tendances complexes, et c'est quelque chose que nous n'avons pas encore appris à expliquer clairement.

D'après moi, un système informatique assez intelligent pourra acquérir la même intuition que nous. Nous n'arrivons tout simplement pas à expliquer comment nous avons trouvé la réponse. Des étudiants en médecine me demandent parfois : « Comment le savais-tu? ». Je réponds : « Je ne sais pas; j'avais un pressentiment. » Or, ce pressentiment est le fruit d'un processus rationnel; je ne peux tout simplement pas encore l'expliquer. Je suis certain qu'un ordinateur assez intelligent pourra y arriver aussi bien que nous.

M. Bernstein : Si je peux intervenir, c'est justement l'apprentissage en profondeur. Je ne préconise pas de remplacer les humains par des machines, mais tout le processus de l'apprentissage en profondeur consiste à entrer des données dans l'ordinateur, puis l'ordinateur se sert des données pour établir un diagnostic et il obtient immédiatement de la rétroaction qui lui indique s'il a raison ou s'il a tort. Dans l'exemple que je vous ai donné, l'ordinateur a reçu les 130 000 ensembles de données, ou lames dans ce cas-là, puis il a obtenu la rétroaction. Ainsi, l'ordinateur « apprend » et il acquiert la même intuition qu'un étudiant en médecine, ou non, mais il semble l'acquérir, et dans l'exemple en question, l'ordinateur a obtenu de meilleurs résultats que les dermatologues dans la grande majorité des cas.

C'est parce que l'ordinateur a la vitesse et la remémoration qu'il faut et des capacités que nous n'avons pas. Il y a un aspect d'apprentissage. Ce que nous appelons l'intuition est en fait de l'apprentissage.

La sénatrice Seidman : L'expérience, jusqu'à un certain point.

Mr. Bernstein: Exactly. I can give one more example: This is in *The New Yorker* article, so I'm stealing it from there. If you show a computer a picture of a bicycle, it's easy for the computer to say that a bicycle has two wheels, handlebars and a seat. It is straightforward. It is the same for a child, but when you teach a child to ride a bicycle, there's a learning that goes on. When you ride a bike and you want to turn left, you know you don't lean to the left. The bike will fall over. You lean to the right. You've learned. That's an experiential thing that's actually hard to teach, but every child who learns how to ride a bike learns it, and you don't forget that. That becomes almost hard-wired. That's what we're talking about.

Senator Seidman: That's really helpful in terms of the deep learning piece, the intuition and the art of it. What about the question that always comes up that has to do with the ethics? How do you build that into a system of artificial intelligence and robotics, or do you have to? Do you leave that to outsiders to deal with in some way? Can you build in ethical safeguards so a machine or a robot isn't doing things in ways that —

Dr. Schlachta: It's a very complex issue. It's something that is being discussed quite a bit. A couple of weeks ago, I was participating at Western University in a Rotman panel on robotic ethics. I was the surgeon on the panel, but there were experts on lethal autonomous weapons and various things. It's a big issue.

Ultimately, you can build in basic rules. You can go back to Asimov's three laws and build in a hierarchy of rules. The great thing about those books was when those rules fail and you have to try and debug the software. That's what is so interesting about those stories.

The other thing that gets overlaid on that is compassion, which we've already addressed, but that is a really important consideration, and the greatest fear that everybody has on both sides is an unfeeling machine. Are we going to reach a point where we have spiritual machines like Kurzweil describes in his book? I suppose anything is possible with artificial intelligence.

The Chair: The ethical issue is another deep learning issue, because you've got so many levels of ethics. The simplest one would be, are you confident that the automated technology you're using is highly effective? What are the risk levels and have you properly informed the patient in the normal way, which you do on an ongoing basis with surgery in any event? Then there is the issue of whether the instrument eventually will have the capacity to take over the operating theatre and remove parts at whim. We're not going to get into the depth of the issue here. You gave a good initial answer.

I think I've got you off the hook, Dr. Schlachta. The article you referred to is in *Science Robotics*, and you mentioned it was an editorial; right?

Dr. Schlachta: Yes.

M. Bernstein : Exactement. Je peux vous donner un autre exemple. Il est tiré d'un article du *New Yorker*. Si l'on montre à l'ordinateur l'image d'une bicyclette, il sera facile pour lui de déterminer qu'une bicyclette a deux roues, un guidon et un siège. C'est simple. Un enfant fera la même chose, mais lorsqu'on montre à un enfant à faire de la bicyclette, il apprend. Quand on veut tourner à gauche à bicyclette, on sait qu'on ne doit pas se pencher vers la gauche. La bicyclette tombera. On se penche vers la droite. On l'a appris. C'est quelque chose qui relève de l'expérience et qui est difficile à enseigner, en fait, mais tout enfant qui apprend à faire de la bicyclette l'apprend et ne l'oublie pas. C'est presque ancré. Voilà de quoi il s'agit.

La sénatrice Seidman : Ce que vous dites sur l'apprentissage en profondeur, l'intuition et l'art est vraiment utile. Qu'en est-il de la question qui survient toujours au sujet de l'éthique? Comment intégrer cela dans un système d'intelligence artificielle et de robotique, ou doit-on le faire? Laisse-t-on des gens de l'extérieur s'en occuper? Pouvez-vous intégrer des mesures de protection de l'éthique de sorte qu'une machine ou un robot ne fassent pas des choses d'une manière...

Dr Schlachta : C'est une question très complexe. C'est un sujet qui fait l'objet de bien des discussions. Il y a deux ou trois semaines, je participais à une table ronde sur l'éthique en robotique à l'Institut de philosophie Rotman de l'Université Western. J'étais le chirurgien du groupe, mais il y avait des spécialistes des armes létales autonomes et de diverses choses. C'est une question importante.

En fin de compte, on peut intégrer des règles de base. On peut revenir aux trois lois d'Asimov et intégrer une hiérarchie de règles. Ce qui était formidable au sujet de ces livres, c'était lorsque les règles ne fonctionnaient pas et qu'il fallait essayer de déboguer le logiciel. C'est ce qui fait que ces histoires sont aussi intéressantes.

L'autre élément qui s'ajoute, c'est la compassion, dont j'ai déjà parlé, mais c'est un aspect important à prendre en considération et, des deux côtés, ce qui effraie le plus tout le monde, c'est une machine dénuée de sentiments. Viendra-t-il un moment où il y aura des machines spirituelles correspondant à la description de Kurzweil dans son livre? Je suppose qu'on peut s'attendre à tout avec l'intelligence artificielle.

Le président : La question éthique est une autre question liée à l'apprentissage en profondeur parce qu'il y a tellement de niveaux d'éthique. Le plus simple, ce serait de déterminer si l'on est convaincu que la technologie automatisée utilisée est hautement efficace. Quels sont les niveaux de risque et a-t-on informé le patient comme il se doit, ce que vous faites régulièrement pour la chirurgie de toute façon? Il y a ensuite la question de savoir si l'instrument pourra prendre le contrôle de la salle d'opération et enlever des parties à sa guise. Nous n'examinerons pas la question en profondeur. Vous avez donné une bonne première réponse.

Je crois vous avoir tiré d'affaire, docteur Schlachta. L'article dont vous avez parlé a été publié dans *Science Robotics*, et vous avez dit que c'était un éditorial, n'est-ce pas?

Dr Schlachta : Oui.

The Chair: And the first author is Dr. Yang?

Dr. Schlachta: That sounds correct. March 17 or 24, I think.

The Chair: That's correct. We will let you off the hook for getting us further information.

Dr. Bernstein, in your answer to a senator, you gave an interesting example of the attitude of acceptance of diagnosis, that is no, you want a real physician to give the diagnosis. We had earlier testimony that once the diagnosis has been made and the surgery is being carried out, the patients are pleased to know that a robotic system is helping to guide the surgery. This is a very interesting complementary aspect in terms of human nature, isn't it? We were informed that there is a very high level of confidence in the machines at that level, but clearly in terms of the diagnostics, your limited example would suggest there's a different approach that the human will take.

Mr. Bernstein: As a society, we are starting with the assumption that humans are more reliable in this space than machines. That's probably understandable. I would not be surprised if we evolve, with experience, to the other view.

I was interviewed on Saturday on TV about artificial intelligence, and the story just before I went on was about an Uber car being hit by a human-driven car, and the Uber car was pushed over. Uber withdrew all their smart cars from the road. The assumption in the story was that something went wrong with the machine-driven car. But if you think about it, the human-driven car hit the Uber car and pushed it over. It's a reasonable assumption, if not more reasonable, that it was human error, not machine error. We know from high insurance rates that humans make a lot of mistakes when they drive cars.

The Chair: I don't want to keep this going, but the further analysis on that is showing that the argument that humans are making is that a human might have seen something that the Uber car didn't, and even though the fault was in the colliding vehicle, the human instinct is that perhaps a human driving the Uber car might well have taken evasive action. Again, we could keep this going for some time. Your points are extremely well made, but those are the issues that will come out as we go through this.

Senator Neufeld: Thank you, gentlemen. It's very interesting information we're hearing about.

You talked about having a rash on your hand or something and you take a picture with your iPhone and a computer will tell you immediately. What happens if it's something inside of you instead of something on your skin, arm or hand? How do you do that? Is that through DNA that you put it into your iPhone or computer?

Le président : Et le premier auteur est Dr Yang, n'est-ce pas?

Dr Schlachta : Cela me semble exact. L'article a été publié le 17 ou le 24 mars, je crois.

Le président : C'est cela. Vous n'aurez donc pas à nous fournir d'autres renseignements à ce sujet.

Monsieur Bernstein, en répondant à une question, vous avez donné un exemple intéressant concernant l'acceptation d'un diagnostic, c'est-à-dire que vous voulez qu'un vrai médecin pose le diagnostic. Dans un témoignage précédent, on nous a dit qu'une fois que le diagnostic a été posé et lorsque la chirurgie est pratiquée, les patients sont ravis de savoir qu'un système robotique aide à guider le chirurgien. C'est un aspect complémentaire de la nature humaine très intéressant, non? On nous a dit que le degré de confiance chez les gens quant aux machines était très élevé à cet égard, mais de toute évidence, pour ce qui est des diagnostics, votre exemple limité propose que l'humain adopte une approche différente.

M. Bernstein : Notre société part du principe que les humains sont plus fiables que les machines sur ce plan. C'est probablement compréhensible. Je ne serais pas surpris si avec l'expérience, nous changions de point de vue.

Samedi, j'ai accordé une entrevue à la télévision au sujet de l'intelligence artificielle, et auparavant, on rapportait qu'une voiture Uber avait été frappée par une voiture conduite par un humain, et que la voiture avait été renversée. L'entreprise Uber a retiré toutes ses voitures intelligentes de la route. On émettait l'hypothèse que quelque chose avait fait défaut dans la voiture sans conducteur. Or, quand on y pense, la voiture conduite par un humain a frappé la voiture Uber et l'a renversée. Il est raisonnable, voire plus raisonnable, de supposer qu'une erreur humaine et non une erreur de la machine est à l'origine de l'accident. Les primes élevées d'assurance nous indiquent que les humains commettent beaucoup d'erreurs en conduisant.

Le président : Je ne veux pas que nous nous éternisions sur le sujet, mais les analyses effectuées à cet égard montrent que l'argument que les gens font valoir, c'est qu'un humain pourrait avoir vu quelque chose que la voiture Uber n'a pas vu, et même si la faute revient au véhicule qui est entré en collision avec l'autre, l'instinct humain ferait peut-être en sorte qu'un humain qui conduit la voiture Uber aurait bien pu faire une manœuvre d'évitement. Encore une fois, nous pourrions continuer à en parler longtemps. Vos observations sont excellentes, mais ce sont les questions qui seront soulevées à mesure que nous avancerons dans le processus.

Le sénateur Neufeld : Je vous remercie, messieurs. Vous nous fournissez de l'information très intéressante.

Vous avez donné l'exemple d'une personne qui a une éruption sur la main et où l'on prend une photo à l'aide d'un iPhone, et un ordinateur dira immédiatement de quoi il s'agit. Que se passe-t-il s'il s'agit d'un problème interne plutôt que d'une lésion sur la peau, le bras ou la main? Comment procède-t-on? Se sert-on de de l'ADN, qu'on intègre dans le iPhone ou l'ordinateur?

Mr. Bernstein: The example I gave happened to be on skin lesions, but there are now starting to be examples of biopsies looking at breast cancer, where that's inside of a woman, or looking at electrocardiograms for heart disease. There are lots of ways of looking inside, including X-rays.

CIFAR held a workshop in Europe with Siemens, the electronics company, a diagnostics company, to look at how AI will play out when applied to medical diagnostics and X-ray machines. Companies like Siemens and General Electric and start-up companies are very interested in applying artificial intelligence to look at these.

I will repeat myself a little bit. When you feed the computer a training set of thousands of X-rays with the right answer, for example, this is a problem in your stomach, or your pancreas, or in some internal organ based on X-rays, with the current science, after about 100,000 of those pictures and being told the right answer, the computer will learn for the next one what is the right answer. Any medical diagnostic one can think of, whether looking at a skin lesion with an iPhone or an X-ray or an NMR or MRI machine or a biopsy, one could in theory — and I think we're seeing that now increasingly in practice — feed that information into a computer with a deep learning program.

Senator Neufeld: I don't think I'm so afraid of computers making those decisions, because computers make lots of decisions for us now in the medical field, such as blood tests and all those things. That's not done by a doctor picking through it with something to look at. It's done by a machine, and it's been done for a long time. That kind of thing is not an issue that scares me. I suppose it depends how far along you're going to get.

I come from a time — I'm old enough — where we didn't even have cash cards. You had to go to the bank to cash a cheque. You got the money and you actually saw the \$20 bills in your hands and everything was fine. When the cards came out, at first I thought I'm not getting one of those because I don't trust a computer, but I love the machine. It didn't take me long to find that out. You pop it in and it's all done automatically and it's correct. You usually don't check your account. It's all there. Those kinds of things are wonderful in how we're going to move forward in dealing with health care.

The other part is that robotics are used in operations. I've had doctors in my heart, and they didn't do that through cutting it open and having their hands there. They did it through some form of robotics. When that was being done, I just wanted it fixed. I wasn't worried about it being crazy or thinking how can I trust that kind of thing? Cameras are going in there. How can I trust that? I still trusted the physician who was actually doing it.

M. Bernstein : Il se trouve que l'exemple que j'ai donné concerne des lésions cutanées, mais on commence à voir des exemples concernant les biopsies pour le cancer du sein ou les électrocardiogrammes pour les maladies du cœur. Il existe de nombreux moyens de voir ce qui se passe à l'intérieur du corps humain, dont les radiographies.

L'ICRA a tenu un atelier en Europe avec Siemens, l'entreprise d'électronique, une entreprise de diagnostic, pour déterminer comment les choses se dérouleront lorsque l'IA sera appliquée à des diagnostics médicaux et à des appareils de radiographie. Des entreprises comme Siemens et General Electric et de jeunes entreprises souhaitent vivement appliquer l'intelligence artificielle sur ce plan.

Je vais me répéter un peu. Lorsqu'on alimente l'ordinateur d'un ensemble d'apprentissages de milliers de radiographies indiquant la bonne réponse, par exemple, pour un problème dans l'estomac, le pancréas ou un organe interne, avec les données scientifiques actuelles, après environ 100 000 images et la bonne réponse, l'ordinateur apprendra quelle est la bonne réponse pour le cas suivant. Pour tout diagnostic médical imaginable, qu'il s'agisse de l'examen d'une lésion cutanée à l'aide d'un iPhone, d'une radiographie, d'un appareil de RMN ou d'IRM ou d'une biopsie, on pourrait théoriquement — et je pense que nous le voyons de plus en plus dans la pratique — introduire l'information dans un ordinateur avec un programme d'apprentissage en profondeur.

Le sénateur Neufeld : Je ne pense pas craindre que les ordinateurs prennent ces décisions, car ils prennent déjà beaucoup de décisions pour nous dans le domaine médical maintenant, pour les analyses de sang, par exemple. Ce n'est pas un médecin qui fait le travail, mais une machine, et il en est ainsi depuis longtemps. Ce n'est pas le genre de choses qui me font peur. Je présume qu'il s'agit de savoir jusqu'où on ira.

Je viens d'une époque — je suis assez âgé — dans laquelle nous n'avions même pas de cartes de paiement. Il fallait aller à la banque pour encaisser un chèque. Nous obtenions l'argent, nous avions les billets de 20 \$ dans nos mains et tout allait bien. Lorsque les cartes de paiement sont apparues, au départ, je me suis dit que je n'allais pas m'en procurer une parce que je ne pensais pas qu'un ordinateur était fiable, mais j'aime la machine. Il ne m'a pas fallu beaucoup de temps pour le savoir. On insère la carte et tout est fait automatiquement, et c'est correct. On ne vérifie habituellement pas le compte. Tout est là. Ce type de choses est formidable pour ce qui est de la façon dont nous progresserons en ce qui a trait aux soins de santé.

L'autre élément, c'est la robotique dans les opérations. Des médecins m'ont opéré au cœur et ne se sont pas servis de leurs mains, mais d'une forme de technologie robotique. Je voulais seulement que cela se règle. Je ne me disais pas que c'était fou et je ne me demandais pas comment je pouvais avoir confiance en ce type de choses. On insère des caméras, comment puis-je avoir confiance en ce genre de choses? Je faisais toujours confiance au médecin qui s'en occupait.

I think there is going to be a bigger acceptance of what is coming in the health care field than what we maybe expect about how AI and robotics are actually better for us. I'm probably old enough that I should be afraid of some of that, but I'm not, actually.

Dr. Schlachta: I'm happy to respond to that comment. I think that's a perfectly insightful comment.

Patients want to make sure that they get safe care. The informed consent discussion that takes place when you propose a therapy and an operation — and you go through the discussion about potential risks and recognized complications — is the scary part of the discussion. No one wants to hear about 1 per cent of this and 5 per cent of that. They want to know they're going to be in the “almost always goes well” group.

I would contest the comment that you might have heard from a previous witness about how patients would rather have a machine do part of the operation. I have encountered many patients who have been resistant to the notion of having a robot involved in their surgery. Their main fear is the compassion side that we've talked about already and how do they know the robot isn't going to make a mistake? Hollywood hasn't helped in that regard, but how do they know there isn't going to be a glitch of some kind where the program will go off the rails, whereas they know the human will keep things under control and do it properly. I would say as long as the system is being monitored by a surgeon, whether it's autonomous or not.

We already use devices in the operating room now that are computer-assisted semiautonomous devices. There was a time when if you wanted to ligate a blood vessel during an operation, you tied it off with a suture. We still do that mostly. But there are a whole wide range of devices that are commonly used every day in the operating room now that use energy forms like electro surgery and ultrasonic energy for sealing blood vessels. They have a computer chip in them that measures the tissue impedance and sends an audible signal back to the surgeon that says you've sealed that blood vessel. It goes beep and you cut the vessel and carry on with the operation. We trust the computer device to tell us that we have adequately sealed that vessel, whereas if it wasn't properly sealed, there would be an impressive amount of bleeding. We've already incorporated these technologies into the operating room. I think the patient trusts that we're using them properly.

The Chair: I think, Dr. Schlachta, you clarified and made it consistent with the earlier witness testimony. We were dealing with robotics under the control of the surgeon. The patients felt extremely confident about the robotic surgery going ahead under the supervision of the surgeon. It wasn't a case of a totally autonomous robotic surgery. I failed to put that qualification in, and you clarified it. The witness expressing that there was a very

Je pense que les gens accepteraient davantage ce qui se présentera dans le domaine des soins de santé que ce à quoi nous nous attendons peut-être quant à la mesure dans laquelle l'IA et la robotique sont en fait mieux pour nous. Je suis probablement assez âgé pour être effrayé par ce genre de choses, mais je ne le suis pas, en fait.

Dr Schlachta : Je suis ravi de répondre à cette observation. Je pense qu'elle est tout à fait éclairante.

Les patients veulent s'assurer qu'ils recevront des soins sûrs. La discussion sur le consentement éclairé qui a lieu lorsqu'on propose une thérapie et une opération — et on discute des risques potentiels et des complications reconnues —, c'est la partie terrifiante de la discussion. Personne ne veut entendre parler de 1 p. 100 de ceci et de 5 p. 100 de cela. Les gens veulent savoir qu'ils feront partie du groupe de personnes pour lesquelles les choses « vont presque toujours bien ».

Je n'approuverais pas l'observation qu'un témoin précédent vous a peut-être faite, soit la mesure dans laquelle des patients préféreraient qu'une partie de l'opération soit effectuée par une machine. J'ai rencontré de nombreux patients qui sont réfractaires à l'idée qu'un robot participe à leur chirurgie. Leur crainte principale concerne la question de la compassion, dont nous avons déjà parlé, et ils se demandent comment on peut savoir que le robot ne commettra pas d'erreur. Hollywood n'a rien fait pour aider à cet égard, mais comment sait-on qu'il n'y aura pas de pépin, et que le programme ne déraillera pas, tandis qu'on sait que l'humain gardera le contrôle de la situation et fera les choses correctement? Je répondrais tant que le système est surveillé par un chirurgien, qu'il soit autonome ou non.

Nous utilisons déjà des appareils dans la salle d'opération qui sont des appareils semi-autonomes. À une certaine époque, si l'on voulait faire une ligature pour un vaisseau sanguin durant une opération, on faisait une suture. Nous le faisons encore la majeure partie du temps. Or, il y a toute une gamme d'appareils qui sont utilisés couramment chaque jour dans la salle d'opération qui utilisent des formes d'énergie comme l'électrochirurgie et l'énergie ultrasonique pour sceller des vaisseaux sanguins. Ils comprennent une puce d'ordinateur qui évalue l'impédance du tissu et renvoie un signal sonore au chirurgien qui indique que le vaisseau sanguin a été scellé. Un « bip » est émis et on coupe, et l'opération se poursuit. Nous avons confiance en l'appareil : il nous dira si nous avons bien scellé le vaisseau; si ce n'est pas le cas, il y aura beaucoup de saignements. Nous avons déjà intégré ces technologies dans la salle d'opération. Je crois que le patient ne doute pas que nous les utilisons bien.

Le président : Docteur Schlachta, vous avez apporté des précisions et ce que vous avez dit est compatible avec les propos du témoin précédent. Nous parlions de la robotique contrôlée par le chirurgien. Les patients se sentaient extrêmement confiants en ce qui concerne la chirurgie robotique sous la supervision du chirurgien. Il ne s'agissait pas d'une chirurgie robotique complètement autonome. Je ne l'ai pas dit et vous l'avez

high degree of confidence in having surgeons use robotic technology would have been a better way for me to have put it.

Senator Raine: Thank you both very much. This is really interesting.

I think Dr. Schlachta said at one point, “Don’t train to be a radiologist,” but you didn’t say what you should train to be. We’re really saying that if I go into the diagnostic field, you’re diagnosing what is wrong. We use a lot of different technologies right now — X-ray, MRI, CAT scan, PET scan, biopsies and all these things. Is that not the realm of the radiologist? They send the information to the pathologist who sends it to whoever makes the decision in the end. How does it work? With this new field, where does the interpretation of artificial intelligence fit into that diagnostic field?

Dr. Schlachta: I might start by saying that it was Dr. Bernstein that disavowed the field of radiology in his comments.

Mr. Bernstein: Well, not quite like that.

Dr. Schlachta: There is a flow to the diagnosis and work-up of any disease process that involves medical imaging, biopsy and so on. As the tools get better and better, I don’t think necessarily eliminates the need for a specialist in that area. I don’t see a catastrophe of loss of jobs in the human health resources sector. I think the tools will just enable the caregivers to be better at their job.

Senator Raine: Right now, there are very few PET scans in Canada. Yet I understand that’s one of the better diagnostic tools. Is what’s coming down the line going to make some of that more readily available or not needed?

Dr. Schlachta: As these diagnostic tools come forward, one the biggest challenges — and this is a whole separate area of discussion which we might get into — is the cost of these things, because the costs are just going up and up. The question is: How much better care are you getting and at what cost are you getting that better care and what is society’s willingness to pay for that incremental improvement in care that you’re getting?

There is a lot of concern about things like PET scans and MRIs. As the number of these devices goes up, we’re not necessarily seeing that correlated with better health outcomes in the population. As long as they’re being used in the right way, they can be very useful, but they can be also overused and you have a problem with false positives.

Mr. Bernstein: To go back to your first question, my answer will be a bit different than that of my colleague here. I’m not going to disagree with him, but I think it will be a bit different.

précisé. J’aurais mieux décrit les choses en disant que le témoin avait dit que le degré de confiance était très élevé pour ce qui est de l’utilisation de la technologie robotique par un chirurgien.

La sénatrice Raine : Je vous remercie beaucoup, tous les deux. C’est très intéressant.

Je pense qu’à un moment donné, docteur Schlachta, vous avez dit qu’il ne fallait pas obtenir une formation de radiologue, mais vous n’avez pas dit quelle formation on devrait suivre. Nous disons vraiment que pour ce qui est du domaine du diagnostic, on pose un diagnostic sur ce qui ne va pas. Nous utilisons un grand nombre de différentes technologies présentement — radiographie, IRM, tomodensitométrie, TEP, biopsies, et cetera. Cela ne correspond-il pas au domaine du radiologue? Il envoie l’information au pathologiste, qui l’envoie à la personne qui prend la décision au bout du compte. Comment cela fonctionne-t-il? Avec ce nouveau secteur, où se situe l’interprétation de l’intelligence artificielle dans le secteur du diagnostic?

Dr Schlachta : Je pourrais dire tout d’abord que c’est M. Bernstein qui a dit qu’il n’y avait pas d’avenir dans la radiologie.

M. Bernstein : Eh bien, ce n’est pas tout à fait cela.

Dr Schlachta : Pour le diagnostic et concernant le processus, il y a l’imagerie médicale, la biopsie, et cetera. Puisque les outils ne cessent de s’améliorer, je ne crois pas que cela élimine nécessairement le besoin qu’il y ait un spécialiste dans ce domaine. Je ne crois pas qu’il y aura des pertes d’emplois catastrophiques dans le secteur des ressources humaines en santé. Les outils permettront simplement aux fournisseurs de santé de faire un meilleur travail.

La sénatrice Raine : Très peu de TEP sont réalisées au Canada à l’heure actuelle. Pourtant, je crois comprendre que c’est l’un des meilleurs outils de diagnostic. Est-ce que ce qui s’en vient fera en sorte que ce sera plus facilement accessible ou nécessaire?

Dr Schlachta : À mesure que ces outils de diagnostic seront disponibles, l’un des plus grands problèmes — et c’est un sujet de discussion entièrement distinct —, ce sont les coûts qui y sont liés, car ils ne font qu’augmenter. La question qui se pose est la suivante : à quel point les soins reçus seront-ils meilleurs, à quel prix obtiendra-t-on ces meilleurs soins, et la société est-elle prête à payer pour cette amélioration progressive des soins?

La TEP et l’IRM suscitent beaucoup d’inquiétudes. Nous ne remarquons pas une amélioration des résultats sur le plan de la santé dans la population à mesure que ces appareils augmentent en nombre. Dans la mesure où ils sont utilisés de la bonne façon, ils peuvent être très utiles, mais on peut également en faire un usage excessif, et il y aurait alors des résultats faussement positifs.

M. Bernstein : Pour en revenir à votre première question, ma réponse sera un peu différente de celle de mon collègue. Je ne suis pas en désaccord avec lui, mais je pense que mon point de vue est un peu différent.

With the application of artificial intelligence to medicine, AI is a transformative technology. This is not an incremental improvement in a diagnostic. This is a transformative technology or a disruptive technology — these phrases are used. When disruptive technologies come along, it's quite hard for us to predict the long-range impact of that technology, in this case on medicine. I don't think we quite know yet what the implications are for medicine in the longer term because we're early days. These papers are just coming out in journals right now. I think we're at the beginning of a journey and we have to see where this ends up. This is not just a better X-ray machine. This is a whole different way of analyzing data that we've never had before. So I think it will be interesting.

I think in metaphors, so please excuse me for a moment. Think about when the tractor was introduced in farming as a machine. It replaced humans to a large extent and made farming able to feed the planet, basically. It increased productivity. But when the tractor was first introduced at the beginning of the 20th century, if you read a little bit of that literature, which I have, the predictions of the impact of the tractor on farming were completely wrong.

I think we have to monitor this and see what happens as we go along in terms of what the implications will be for the workforce in medicine in this case.

Senator Dean: I'm a recent beneficiary of laparoscopic surgery so I can attest to the benefits of that. I likely wouldn't be here today if I had the other form.

Those were great presentations. I must recognize Dr. Bernstein's role in the work he does at CIFAR but also in brokering across the country discussions among a number of high-profile organizations in bringing coherence to the government's recent announcement.

The question is about government and its role. Earlier in these hearings, we were asking, where is government in all of this? Does it have a strategy? To some extent we have somewhat of an answer to that, a very solid answer in terms of funding, and obviously partnerships with some heavy-hitting, leading organizations. What more can the government do in terms of enabling and maximizing the benefits from this by regulation, other incentives or getting out of the way? As you talk to one another about what other supports might be possible from levels of government, are there things besides funding and asking for your support in developing a strategy?

Mr. Bernstein: That is an excellent question, senator, and I appreciate your remarks as well.

Concernant l'application de l'intelligence artificielle à la médecine, l'IA est une technologie transformatrice. Il n'y aura pas d'amélioration graduelle dans le diagnostic. Il s'agit d'une technologie transformatrice ou perturbatrice — on utilise ces expressions. Lorsque des technologies perturbatrices apparaissent, il est très difficile pour nous de prévoir les répercussions à long terme sur la médecine, dans ce cas-ci. Je ne pense pas que nous connaissions encore les répercussions à long terme sur la médecine, car nous en sommes au début. Les revues spécialisées commencent à peine à publier des articles sur le sujet. Je crois que nous en sommes au début d'une aventure et que nous devons voir où elle mènera. Il ne s'agit pas seulement d'avoir un meilleur appareil de radiographie. C'est une tout autre façon d'analyser les données que nous n'avons jamais eue auparavant. À mon avis, ce sera intéressant.

J'ai tendance à utiliser des métaphores, alors je vous demande un instant d'indulgence. Songez à l'époque où le tracteur a fait son apparition dans le secteur agricole. Cette machine a largement remplacé les humains et, en somme, elle a permis aux agriculteurs de nourrir la planète, en plus de faire accroître la productivité. Toutefois, lorsque les tracteurs ont été mis sur le marché pour la première fois au début du XX^e siècle — si vous lisez un peu les publications de l'époque, comme je l'ai fait —, force est de constater que les prévisions de leur impact sur l'agriculture étaient complètement erronées.

Je crois donc que nous devons surveiller la situation et voir comment les choses évolueront afin de déterminer, en l'occurrence, les répercussions sur la main-d'œuvre médicale.

Le sénateur Dean : J'ai récemment subi une chirurgie par laparoscopie, alors je peux attester des avantages de cette technologie. Je ne serais probablement pas ici aujourd'hui si j'avais subi l'autre forme d'intervention chirurgicale.

Vous nous avez fait d'excellents exposés. Je dois reconnaître les efforts du Dr Bernstein non seulement dans le travail qu'il effectue à l'ICRA, mais aussi dans l'organisation de discussions partout au pays entre plusieurs organismes prestigieux pour assurer la cohérence de la récente annonce du gouvernement.

Ma question porte sur le rôle du gouvernement. Au début de ces audiences, nous nous demandions où est la place du gouvernement dans tout cela? Dispose-t-il d'une stratégie? Nous avons, en quelque sorte, une réponse très solide en ce qui concerne le financement et, bien entendu, les partenariats avec certains organismes de premier plan. Que peut faire de plus le gouvernement pour favoriser et maximiser les avantages de cette technologie, qu'il s'agisse d'édicter des règlements, d'offrir d'autres mesures incitatives ou de s'enlever du chemin? Dans le cadre de vos entretiens sur les autres formes de soutien qui pourraient être possibles auprès des différents ordres de gouvernement, y a-t-il d'autres mesures que nous devrions prendre, mis à part le fait de vous accorder du financement et de vous demander de contribuer à l'élaboration d'une stratégie?

M. Bernstein : C'est une excellente question, sénateur, et je vous remercie également de vos observations.

Going back to my earlier comment, this is a disruptive new technology. Certainly our government, if I look at the strategy that they've agreed to fund through CIFAR, has several major components.

One component is to build a foundation for innovation to strengthen the Canadian economy. That's clear. We also asked for funding, and they have agreed to it, to address some of the social, ethical, legal and philosophical issues of artificial intelligence. Government also has a key role to play — it will be obvious to this group — in terms of the implications of artificial intelligence for society writ large, not especially medicine but including in medicine. It's hard to anticipate exactly how that's going to play out.

One of the philosophical issues that will come about is, for example, a story I like to tell at dinner parties. There's lots of data showing that when someone is living alone or is ill, having a pet, not a human but a pet, has a beneficial effect on their sense of well-being and their recovery. Does that extend to a smart machine? We don't know.

We hear lots of horror stories about how badly seniors in care homes are neglected. Are we going to see smart robots not doing surgery but talking to them? SIRI can talk to us on our iPhone now and answer questions. Speech recognition is a form of artificial intelligence.

Will we see robots becoming caregivers in the healthcare system in a meaningful way? What is the role of government in purchasing this technology? I imagine it will be expensive. How do we regulate it and deal with some of the ethical issues as they arise? These are big questions.

Dr. Schlachta: Maybe I can follow up on that. There are many levels that can be addressed.

There is a paper I am aware of that outlines a study of seniors at risk for dementia. They randomized them into two groups. One group was given a child-like robot that behaved at the level of two years of age. They compared them over time and found that that group had less progression of their dementia. That data is currently available.

There is big picture and there's little picture stuff. I'm happy to talk about the big picture stuff because I completely believe that someday we can have a completely fully autonomous doctor and surgeon many years in the future.

The pace of development of robotic surgery has not progressed as fast as we all thought it would. I moved to London for CSTAR 12 years ago. If you asked me then what surgery would look like in 12 years, I would have said we're going to be doing everything with robots, but yet the penetration is very low still. There are a lot of barriers to that. A lot of that has to do with cost. It's not just a question of saying the system needs more money, but that is

Pour revenir à ce que j'ai dit tout à l'heure, il s'agit d'une nouvelle technologie déstabilisante. Certes, si j'examine la stratégie que le gouvernement a convenu de financer par l'entremise de l'ICRA, il y a plusieurs grands volets.

Un des volets consiste à bâtir une fondation pour l'innovation afin de renforcer l'économie canadienne. C'est clair. Nous avons également demandé des fonds, et le gouvernement a donné son accord, pour régler certaines des questions sociales, éthiques, juridiques et philosophiques qui sont associées à l'intelligence artificielle. Le gouvernement a aussi un rôle important à jouer en ce qui concerne — et cela ne vous surprendra pas — les répercussions de l'intelligence artificielle sur la société en général, y compris la médecine, sans toutefois s'y limiter. Il est difficile de prévoir avec précision comment tout cela va se dérouler.

Voici une des questions philosophiques qui se poseront, et c'est une anecdote que j'aime raconter lors de soupers intimes. De nombreuses données révèlent que, dans le cas d'une personne qui vit seule ou qui est malade, le fait d'avoir un animal de compagnie a un effet salutaire sur son sentiment de bien-être et son rétablissement. Ce constat peut-il s'appliquer à une machine intelligente? Nous ne le savons pas.

Nous entendons beaucoup d'histoires d'horreur sur le sort des aînés qui sont négligés dans les foyers. Aujourd'hui, SIRI peut nous parler sur notre iPhone et répondre aux questions. La reconnaissance vocale est une forme d'intelligence artificielle.

Verrons-nous des robots jouer valablement le rôle de pourvoyeurs de soins dans le système de santé? Quel est le rôle du gouvernement dans l'acquisition de cette technologie? Je suppose que ce sera dispendieux. Comment devons-nous réglementer ce domaine et régler certaines des questions éthiques qui surgissent? Ce sont là de gros points d'interrogation.

Dr Schlachta : Je peux peut-être enchaîner là-dessus. Il y a lieu d'aborder la question sous plusieurs angles.

J'ai pris connaissance d'un article qui décrit une étude menée auprès d'aînés présentant un risque de démence. On les a répartis aléatoirement en deux groupes. Un des groupes s'est vu attribuer un robot aux allures et aux comportements d'un enfant de deux ans. En comparant les résultats au fil du temps, on a constaté que la progression de la démence était moins marquée auprès de ce groupe. Ces données sont déjà disponibles.

Il y a, d'une part, une vision globale et, d'autre part, une vision ciblée. Je suis heureux de parler de la vision globale parce que je suis tout à fait convaincu qu'un jour, il y aura des médecins et des chirurgiens entièrement autonomes, mais ce ne sera pas de sitôt.

La chirurgie robotique n'a pas évolué à un rythme aussi rapide que nous l'avions tous prévu. J'ai déménagé à London, il y a 12 ans, pour travailler au sein du CSTAR. Si vous m'aviez demandé alors à quoi ressemblerait la chirurgie dans 12 ans, je vous aurais dit que nous ferions tout avec l'aide de robots. Pourtant, aujourd'hui, le taux de pénétration demeure très faible. Il existe beaucoup d'obstacles. C'est, en grande partie, une

a part of the challenge we face right now. There are other countries with different payer models for how they manage their health care. As a result of that, they pass those costs on in other ways than we do here.

The big challenge that we have, for example, with the expansion of robotic surgery in Canada has been every hospital that has a robot right now has acquired that robot through philanthropy in some form. After a donor has bought that robot for them, the hospital is now faced with the challenge of dealing with the service contract and the operating costs, which significantly inflates their operating budget. That's not new. We all know there's health care challenges, and we want to be as cost-effective as we can, but new technologies are always much more expensive when they start out. If robotics fails now because we can't afford the first steps into robotic surgery, then we'll lose out on the promise of that future where more robotic systems are coming to market. There are many more competitors already for the da Vinci system coming to market. We all expect to see costs tumbling down, but we don't want to fall behind at this point in terms of not being able to afford to pursue that technology.

One side of it is finding ways to incentivize responsible use of surgical technologies or medical technologies. The other side that you've addressed is the regulatory side. I'm sure it would be almost insulting for me to say government does have a responsibility as far as protecting citizens, but you don't want that regulation to impede innovation.

Senator Hartling: Thank you very much. Your presentation was very impressive with good information.

It sounds like Canada is excelling in innovations. You talked about marketing and the commercialization of some of these products and services. How are you doing in your organizations? What do you see needs to happen?

Mr. Bernstein: In artificial intelligence, if I can jump in there first, when Minister Morneau presented the budget speech, he announced \$125 million for funding developing CIFAR's pan-Canadian AI strategy. That strategy is meant to really attract and retain talent at the senior level and to expand the pipeline of graduate students going into this area, as well as some of the social and ethical issues that we've just been talking about. I think we're going to hear more announcements tomorrow on the innovation side, so coupling the talent that's needed to do the science and the young people who are being trained with the business side.

question de coûts. Il ne suffit pas de dire que le système a besoin de plus d'argent, mais c'est l'un des enjeux auxquels nous faisons face en ce moment. Certains pays ont adopté d'autres modèles de financement pour gérer leur système de santé. Par conséquent, ils s'y prennent autrement que nous pour refiler ces coûts.

Le grand défi que nous devons relever est le suivant : avec l'expansion de la chirurgie robotique au Canada, chaque hôpital qui dispose actuellement d'un robot en a fait l'acquisition grâce à la philanthropie. Lorsqu'un hôpital reçoit un robot en guise de don, il doit alors s'occuper du contrat de service et des coûts de fonctionnement, ce qui fait gonfler son budget de fonctionnement. Ce n'est pas nouveau. Nous savons tous que le système de santé éprouve des difficultés, et nous voulons être aussi rentables que possible, mais les nouvelles technologies coûtent toujours plus cher à leurs débuts. Si la robotique est vouée à l'échec dès maintenant parce que nous n'avons pas les moyens de financer les premières étapes de la chirurgie robotique, alors nous perdrons la possibilité de profiter de l'avenir prometteur qui nous attend à mesure qu'un plus grand nombre de systèmes robotiques seront mis sur le marché. Il y a déjà de nombreux concurrents qui convoitent le système da Vinci. Nous nous attendons tous à ce que les coûts s'effondrent, mais nous ne voulons pas prendre du retard à ce stade-ci, faute de ressources financières pour adopter cette technologie.

D'une part, il faut trouver des moyens d'encourager l'utilisation responsable des technologies chirurgicales ou médicales. D'autre part, il faut s'occuper de la réglementation, comme vous l'avez évoqué. Je suis sûr qu'il serait presque insultant pour moi de dire que le gouvernement doit assumer une responsabilité pour ce qui est de protéger les citoyens, mais encore faut-il que cette réglementation n'entrave pas l'innovation.

La sénatrice Hartling : Merci beaucoup. Votre exposé était très impressionnant et très instructif.

On dirait bien que le Canada excelle en matière d'innovation. Vous avez parlé de marketing et de commercialisation de certains de ces produits et services. Comment vos organisations se débrouillent-elles? D'après vous, que faut-il faire?

M. Bernstein : En ce qui a trait à l'intelligence artificielle, si je puis me permettre d'intervenir en premier, dans le discours du budget, le ministre Morneau a annoncé 125 millions de dollars pour financer l'élaboration d'une stratégie pancanadienne sur l'intelligence artificielle par l'entremise de l'ICRA. Cette stratégie vise à attirer et à conserver les talents aux plus hauts échelons et à accroître le nombre d'étudiants diplômés qui se lancent dans ce domaine, ainsi qu'à régler certains des problèmes sociaux et éthiques dont nous venons de parler. Je crois que nous entendrons bientôt d'autres annonces concernant des innovations. Il faut donc un jumelage entre les entreprises et les talents nécessaires pour faire les recherches scientifiques, y compris les jeunes qui suivent une formation.

In the budget, Minister Bains announced \$900 million for super clusters. Which ones will get funded, I don't know, but it's hard to imagine an area of innovation these days that doesn't depend on artificial intelligence. I think we'll start to see that happening.

Young people these days, graduate students and undergraduates, are very entrepreneurial. I'm very aware, right across the country, of a lot of young people who are starting up small companies in all kinds of areas based on artificial intelligence. *The Globe and Mail* had an article about this Creative Destruction Lab at the Rotman School of Management at the University of Toronto in the ROB a couple of weeks ago, a very big article. The Creative Destruction Lab is actually taking some of these young people who have ideas for starting up companies and mentoring them, initially in a "Dragons' Den" kind of format, and then providing the financial resources to start their companies.

I think we are starting to see some more entrepreneurial activity in this space that we did not see before. I am very optimistic, actually.

Dr. Schlachta: I think he summarized it very nicely.

[Translation]

Senator Mégie: I want to come back to the question my colleague put to you about the device used to diagnose a skin lesion. I am trying to see what the benefits of that device would be. Currently, a photograph is taken and sent to the physician. Then the physician schedules an appointment for a biopsy, as many skin lesions look alike. If a photograph is taken, the physician cannot know whether or not the lesion is cancerous. All lesions look alike. A biopsy is absolutely necessary. Does doing a biopsy change anything for us in terms of what we are doing right now? A photograph is currently taken and sent to the physician, who schedules an appointment. Is there an additional benefit to that?

[English]

Mr. Bernstein: My translation was not working, but I think I understood your question. I think I did. You'll please correct me, or perhaps the chair can, if I don't get it right.

I still think we're going to need, for the time being, the combination of a machine and the clinician working together to give a good diagnosis and also to give that sense of well-being that comes with human-human contact. I think that will, for the foreseeable future, continue. Whether it will continue beyond the foreseeable future, I don't know. I don't know if I've answered your question, senator.

Dans le budget, le ministre Bains a annoncé 900 millions de dollars pour la création de super grappes. J'ignore lesquelles finiront par être financées, mais de nos jours, il est difficile d'imaginer un secteur de l'innovation qui ne dépend pas de l'intelligence artificielle. Je pense que nous verrons bientôt ce genre de situation.

Aujourd'hui, l'esprit d'entreprise est très présent chez les jeunes, les étudiants diplômés et les étudiants de premier cycle. Je sais pertinemment que, partout au pays, de nombreux jeunes lancent de petites entreprises dans toutes sortes de domaines axés sur l'intelligence artificielle. Il y a quelques semaines, le *Globe and Mail* publiait, dans la section affaires, un article très important sur le Creative Destruction Lab à la Rotman School of Management de l'Université de Toronto. Le Creative Destruction Lab encadre justement certains de ces jeunes qui ont des idées d'entreprise, un peu comme dans l'émission *Dragons' Den*, puis on leur fournit les ressources financières nécessaires pour démarrer leur entreprise.

Je crois que nous commençons à voir une activité entrepreneuriale un peu plus dynamique qu'avant dans ce domaine. Je suis en fait très optimiste.

Dr Schlachta : Je pense que mon collègue a très bien résumé la situation.

[Français]

La sénatrice Mégie : Je reviens à la question que mon collègue vous a posée par rapport à l'appareil qui permet d'obtenir un diagnostic pour une lésion de la peau. J'essaie de voir quels en seraient les avantages. Maintenant, on prend la photo, puis on l'envoie au médecin. Par la suite, le médecin fixe un rendez-vous pour effectuer une biopsie, parce que de nombreuses lésions de la peau se ressemblent. Si on prend une photo, on ne peut pas savoir s'il s'agit d'un cancer ou non. Les lésions se ressemblent toutes. Il faut absolument faire la biopsie. Le fait de le faire, est-ce que cela change quelque chose pour nous comparativement à ce qu'on fait en ce moment? Maintenant, on prend la photo et on l'envoie au médecin, qui donne un rendez-vous. Y a-t-il un avantage de plus à cela?

[Traduction]

M. Bernstein : Je n'ai pas pu entendre l'interprète, mais je pense avoir compris votre question. Du moins, je le crois. Vous me corrigerez, vous ou peut-être le président, si jamais je me trompe.

À mon avis, nous aurons quand même besoin, pour le moment, d'une intervention combinée de la machine et du médecin afin d'assurer un bon diagnostic et d'inspirer un sentiment de confiance propre au contact entre humains. Je pense qu'il en sera ainsi pour des années à venir. Pour ce qui est de savoir si cela se poursuivra dans un avenir lointain, je l'ignore. Je ne sais pas si j'ai répondu à votre question, sénatrice.

Dr. Schlachta: If you don't mind, I think I also understood your question. When you look at skin lesions, the judgment that a dermatologist or specialist in skin lesions — whatever their specialty is — for the vast majority of them, it's a question of looking at the lesion and providing the judgment as to whether further investigation is required. There would be nothing wrong with the artificial intelligence recommending a biopsy at some point, not necessarily in every case. That could even be an automated biopsy with automated pathological diagnosis and computer-generated result as well.

[Translation]

Senator Mégie: We will see. Thank you.

Senator Cormier: I want to thank you for the educational quality of your presentations. We have been following this work for a while, and I must admit that it has been very difficult for me to get interested in it, since I am not involved in that sector, but your presentations are very passionate and enlightening.

We know about all the benefits of this process. That said, what are the main reservations of health care professionals about all those changes and what challenges are involved in training physicians with the arrival of these new technologies? I am asking this question in the context of educational institutions and regions. We can see access to training being available in major centres, but what is your take on those challenges in smaller regions?

[English]

Dr. Schlachta: Thank you very much for that question, also a very insightful question, of course. It depends on what level we're speaking here. If we're talking about future fully autonomous robotic systems, I'm not really sure how to address that right now. That is so far off into the realm of science fiction, although I believe we will probably get there some day.

Practically speaking, as far as robotic systems are concerned, or any new technology, that is a real challenge right now. The question is: Are these systems really making our surgery any better? There has been ongoing debate about minimally invasive surgery for 30 years, since its introduction, with some surgeons still steadfastly rejecting any evidence that it's necessarily better than an open operation with an open incision.

These are all about paradigm shifts, and it takes time. A generation of surgeons needs to retire, and the new generation comes up that is thinking in the mind frame, whether it's necessarily supported by the evidence or not. But there is always

Dr Schlachta : Si vous me le permettez, je pense avoir compris, moi aussi, votre question. Lorsqu'un dermatologue ou un spécialiste des lésions cutanées — peu importe son champ de spécialité — examine une lésion cutanée, dans la vaste majorité des cas, il s'agit de faire une analyse visuelle de la lésion avant d'exercer son jugement et de déterminer si un examen plus approfondi s'avère nécessaire. Il n'y aurait rien de mal à ce qu'un système d'intelligence artificielle recommande une biopsie à un moment donné, mais pas nécessairement dans chaque cas. Il pourrait même s'agir d'une biopsie automatisée, accompagnée d'un diagnostic pathologique automatisé et d'un résultat généré par ordinateur.

[Français]

La sénatrice Mégie : On va voir. Merci.

Le sénateur Cormier : Je tiens à vous remercier pour la qualité pédagogique de vos présentations. Nous suivons ces travaux depuis un certain temps, et je dois vous avouer que j'ai eu beaucoup de difficulté à m'y intéresser, étant donné que je ne suis pas de ce secteur-là, mais vos présentations sont fort passionnantes et éclairantes.

Nous sommes conscients de tous les avantages que cela représente. Cela dit, quelles sont les réticences principales du corps médical par rapport à tous ces changements et quels sont les enjeux pour la formation des médecins et du corps médical avec l'arrivée de ces nouvelles technologies? Je pose cette question dans le contexte des établissements d'enseignement et des régions. On peut imaginer l'accès à de la formation dans les grands centres, mais dans les plus petites régions, comment voyez-vous ces enjeux?

[Traduction]

Dr Schlachta : Merci beaucoup de cette question, qui est d'ailleurs très pertinente. Cela dépend de ce qui est en cause. Si nous parlons de futurs systèmes robotiques entièrement autonomes, je ne sais pas trop comment aborder le sujet à l'heure actuelle. C'est tellement lointain que cela relève de la science-fiction, même si je crois que nous en serons là probablement un jour.

Sur le plan pratique, en ce qui concerne les systèmes robotiques ou toute nouvelle technologie, c'est un véritable enjeu en ce moment. La question est la suivante : ces systèmes améliorent-ils réellement nos pratiques chirurgicales? La chirurgie à effraction minimale fait l'objet d'un débat permanent depuis 30 ans, c'est-à-dire depuis sa création. Certains chirurgiens continuent de rejeter catégoriquement toute preuve selon laquelle cette technique est forcément meilleure qu'une chirurgie ouverte nécessitant une incision.

Tout cela est une question de changements de paradigme, et il faut du temps. Une génération de chirurgiens doit prendre leur retraite pour faire place à une nouvelle génération qui adhère à ce mode de pensée, qu'il soit fondé ou non sur des données

that default, I think healthy scientific skepticism about: Prove this is better for my patients.

From a training perspective, that's a real issue. As far as training residents is concerned, this is a lesson that we learned explicitly with the introduction of minimally invasive gall bladder surgery, if I can use that as an example. It's not an artificial intelligence system.

The most feared complication of a keyhole gall bladder operation is an injury to your bile duct. The bile duct is not a necessary part of that operation, but it's close by. You can't live without your bile duct. If the surgeon gets lost and accidentally cuts it, then you need a major operation to reconstruct it and probably a lifetime of misery as a result of that.

The risk of that complication tripled with the introduction of keyhole gall bladder surgery. We all believe the main reason was because of the way it was introduced. The technology was very industry-driven. Surgeons got together in groups, travelled around the country and taught weekend courses on an animal model, and then on Monday morning the surgeon would assault his first patient and try to do a keyhole gall bladder surgery. We all recognize in retrospect that's probably not the right way to introduce new technologies into practice, but this is an ongoing issue about how do we retrain the workforce.

Residents in training, when they graduate with their brand new surgical specialty, have trained in these new technologies in a controlled environment. We don't let them write their exams or go into practice until we're happy that they're safe. The problem is that when a new technology gets introduced and you have thousands of surgeons already in practice, how do you teach them that new technology? We haven't solved that yet.

The current approach we're taking is trying to development mentoring and telementoring programs where we will go to the surgeons' operating room and work with them, or virtually go to their operating room and work with them. This is a very hot area of research and development right now in terms of providing that hands-on training. It doesn't address the issue of artificial intelligence or autonomy, but it is an ongoing challenge, this notion about having to provide opportunities for retraining. I don't know if that answers the question.

Mr. Bernstein: If I could jump in here, I absolutely agree with what Dr. Schlachta just said and will just add one other comment.

You asked about smaller centres as well, senator. With these new sophisticated technologies, whatever they are — whether they're laparoscopies, robotic surgery, AI or genomics — the

probantes. Mais il y a toujours, à mon avis, une bonne dose de scepticisme scientifique par défaut qui consiste à dire : « Si c'est mieux pour mes patients, prouvez-le moi. »

Du point de vue de la formation, il s'agit d'un vrai problème. En ce qui concerne les résidents en formation, nous avons tiré une leçon bien claire dans le contexte de la chirurgie de la vésicule biliaire avec effraction minimale, si je peux utiliser cet exemple. Ce n'est pas un système d'intelligence artificielle.

La complication la plus redoutée d'une opération à la vésicule biliaire par laparoscopie, c'est une blessure au conduit biliaire. Le conduit biliaire n'est pas nécessairement visé par cette intervention chirurgicale, mais c'est tout près. On ne peut pas vivre sans conduit biliaire. Si le chirurgien se déconcentre et coupe le conduit par accident, le patient devra alors subir une chirurgie reconstructive majeure, après quoi il sera condamné à une vie de misère.

Le risque de cette complication a triplé avec l'avènement de la chirurgie de la vésicule biliaire par laparoscopie. Nous sommes tous d'avis que c'est principalement attribuable à la façon dont la laparoscopie a été diffusée. En effet, la technologie était très axée sur l'industrie. Les chirurgiens se réunissaient, parcouraient le pays et donnaient des cours en fin de semaine en utilisant un modèle animal, puis le lundi matin, ils agressaient leur premier patient en essayant de faire une chirurgie de la vésicule biliaire par laparoscopie. Nous reconnaissons tous, avec le recul, que ce n'est probablement pas la bonne façon de mettre en pratique de nouvelles technologies, mais il s'agit d'une question qui revient sans cesse et qui porte sur la façon dont nous recyclons l'effectif.

Avant de recevoir leur diplôme dans une toute nouvelle spécialité chirurgicale, les résidents suivent une formation sur ces nouvelles technologies dans un environnement contrôlé. Nous ne leur permettons pas de procéder aux examens ou à la pratique tant que nous ne sommes pas convaincus qu'ils ne présentent aucun danger. Or, voici le problème : lorsqu'une nouvelle technologie fait son apparition et qu'il y a déjà des milliers de chirurgiens, comment faut-il s'y prendre pour leur enseigner cette nouvelle technologie? Nous n'avons pas encore résolu ce problème.

Notre approche actuelle consiste à essayer d'élaborer des programmes de mentorat et de télémentorat, dans le cadre desquels nous nous rendons, physiquement ou virtuellement, dans la salle d'opération des chirurgiens pour travailler avec eux. Ce genre de formation pratique constitue actuellement un domaine de recherche et de développement très convoité. Cela ne règle pas la question de l'intelligence artificielle ou de l'autonomie, mais la nécessité d'offrir des possibilités de recyclage présente un défi constant. J'ignore si cela répond à la question.

M. Bernstein : Si vous me le permettez, je suis tout à fait d'accord avec le Dr Schlachta et je me contenterai d'ajouter une observation.

Sénateur, votre question portait également sur les petits centres. Dans la foulée de ces nouvelles technologies de pointe, peu importe lesquelles — laparoscopie, chirurgie robotique,

dissemination of those sophisticated new technologies to smaller centres becomes a crucial issue of Canadians going to have equal access to quality health care. That dissemination takes place, but it doesn't go to smaller centres first; that's for sure. It starts at downtown teaching hospitals, so-called tertiary or quaternary health care centres, and disseminates out from there. I think that is an issue, and I don't know what the solution is.

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

First of all, Dr. Schlachta, with regard to your comment about how long it's taking to get into robotic surgery, I remember that, 25 years ago or more, those of us who were using computer technology expected we'd all be running around with an electronic health record within a few years, and in Canada we still don't have it and we've spent billions of dollars. So there are lessons to be learned as we go forward.

Dr. Bernstein, I thought your use of the tractor as an illustration of the fact that things don't go the way we expect was good. The automobile may even be a more dramatic example because they arrived before roads for automobiles existed, and the predictions ranged all the way from the end of the world is upon us with this motorized monster to the sky was the limit. As you correctly said, the near use of the technology was quite different than people anticipated at the outset. Those are a couple of comments. I want to ask two questions.

So far, most of the examples that we've been given, as today, deal with a specific health care act, a surgery, a diagnosis, or some specific element of health care. Now, the issue in health care that Canada is confronting is not just the highly effective surgery itself; it's getting to the diagnosis. It is the silo system that we have in health care delivery, the need to go to the general practitioner and wait a year or more to get to the specialist for the first appointment, and from the first appointment with the specialist to the actual surgery it can often be another year, and so on.

That's what health care delivery is. It's the overall total process here. Can you address, in any way, how our knowledge, our deep learning use of artificial intelligence, will actually help us change the delivery to make it such that health care is a more immediate process from diagnosis to actual delivery of the solution to your problem?

Mr. Bernstein: Excellent question, senator, and an ambitious one. I will go back to your first comment about automobiles. When cars were first introduced, no one worried about traffic accidents or pollution destroying our cities. No one thought

intelligence artificielle ou génomique —, il devient crucial de transférer ces technologies vers les petits centres pour que les Canadiens aient un accès égal à des soins de qualité. Cette dissémination a déjà lieu, mais elle ne vise pas d'abord les petits centres; cela ne fait aucun doute. On commence par les hôpitaux d'enseignement en plein centre-ville, les soi-disant centres de soins tertiaires ou quaternaires, et la diffusion se fait à partir de là. Je crois que c'est un problème, mais je ne sais pas quelle est la solution.

Le président : Avant de passer au second tour, j'aimerais vous poser quelques questions.

Tout d'abord, docteur Schlachta, en ce qui a trait à votre observation sur les longs délais liés à l'adoption de la chirurgie robotique, je me souviens qu'il y a 25 ans ou plus, ceux d'entre nous qui utilisaient des ordinateurs s'attendaient à ce que nous ayons tous un dossier de santé électronique dans quelques années. Pourtant, ce n'est toujours pas le cas au Canada, même si nous avons dépensé des milliards de dollars. Il y a donc des leçons à tirer pour la suite des choses.

Monsieur Bernstein, j'ai trouvé que votre analogie du tracteur était bonne; cela montre que les choses ne se déroulent pas comme prévu. L'automobile pourrait même être un exemple plus frappant, car on a commencé à l'utiliser avant que les routes n'existent, et les prévisions variaient d'un extrême à l'autre : pour certains, ce monstre motorisé annonçait la fin du monde et pour d'autres, c'était signe que tout était possible. Comme vous l'avez dit à juste titre, l'utilisation imminente de la technologie était assez différente de ce que les gens avaient prévu au début. Voilà pour mes observations. J'aimerais vous poser deux questions.

À ce jour, la plupart des exemples qu'on nous a donnés portent sur un soin de santé précis, comme une chirurgie ou un diagnostic, ou encore sur un élément précis des soins de santé. Le problème auquel le Canada fait maintenant face au chapitre des soins de santé ne concerne pas seulement la grande efficacité de la chirurgie en tant que telle, mais bien l'obtention du diagnostic. Notre système cloisonné de prestation de soins de santé est problématique, car il nous oblige à consulter un généraliste, à attendre un an ou plus pour avoir un premier rendez-vous avec un spécialiste et à patienter souvent une autre année pour pouvoir être opéré, et ainsi de suite.

Voilà en quoi consiste la prestation des soins de santé — il s'agit du processus global au Canada. Pouvez-vous vous pencher, de quelque façon que ce soit, sur la manière dont notre connaissance, notre apprentissage approfondi de l'utilisation de l'intelligence artificielle, nous aidera à modifier la prestation pour faire en sorte de réduire la durée du processus entre le diagnostic et la solution au problème du patient?

M. Bernstein : Une excellente question, sénateur Ogilvie, et très ambitieuse, qui plus est. J'aimerais revenir à votre premier commentaire concernant les automobiles. Lorsque les voitures sont entrées sur le marché, personne ne se souciait des accidents

about those things. One of the lessons from that example is that we are really bad at understanding or projecting the side effects, positive or negative, of a new technology.

I could give lots of other examples. It's an amateur study of mine. I'll give one more. When the TV was first introduced, my mother wanted me to move back from the TV because of the X-rays. She had no worries about the programming on the TV. I think we're bad at anticipating the negative implications of a new technology.

To go back to your question, it is interesting to think about having a holistic or systemic approach to health care that's assisted by new technologies, like artificial intelligence. AI is a way of sifting through data, basically, when you strip it away from everything, and it's a smart way of sifting through a lot of data. There are 35 million of us in this country, and I appreciate that health care is a provincial responsibility, but that's a lot of data. If we were smart, we would try to capture as much of that data as we can about lifestyle, genetics and genomics, about age, demographics and ethnic groups, and try to use that data to develop not personalized medicine but personalized prevention. We all talk about personalized medicine and how do we customize treatment to your particular disease, but how do we personalize prevention for you? You're different than me. We come from different gene pools, et cetera. I'm not quite answering your question yet. I'm circling it and I'm aware of it. That is an aspect of a holistic approach to health as opposed to health care. How do we take a whole snapshot of that individual and customize a prevention strategy for that individual?

Of course, that's not going to eliminate disease completely. I understand that.

The Chair: Maybe I will bring you back a little bit. There is an example in Canada where, for one particular health issue, a certain hospital experiences a number of people coming in with particular symptoms. They have taken the approach that instead of having the typical scenario in the emergency ward when people come in and are being triaged in the current kind of situation, they have decided to bring in actual physicians with expertise in the disease symptom, as opposed to the upfront group. They have brought together a small team, two or three people. They get a lot of this particular issue in this city hospital, and they have found that by bringing in that particular level of expertise and triaging the patients with that level of expertise, they have been able to have a much more effective determination of which patient needs to be treated immediately versus the ones that can take a little more time to get to the treatment. The results after six months were roughly a halving of the time involved and a much higher level of satisfaction with the patients and the health care workers involved with the individuals.

de la route ou de la pollution qui détruirait nos villes. Personne ne songeait à ces choses. Une des leçons que nous pouvons tirer de cet exemple est que nous comprenons et prévoyons mal les effets secondaires, positifs ou négatifs, d'une nouvelle technologie.

Je pourrais donner bien d'autres exemples; je mène cette étude dans mes temps libres. Je vais vous en donner un de plus. Lorsque la télé a fait son apparition, ma mère voulait que je m'éloigne de l'appareil à cause des rayons X. Elle ne se préoccupait nullement de la programmation. Je pense que nous avons du mal à prévoir les effets négatifs d'une nouvelle technologie.

Pour en revenir à votre question, il est intéressant de songer à privilégier une approche globale ou systémique à l'égard des soins de santé qui soit appuyée par de nouvelles technologies, comme l'intelligence artificielle. L'intelligence artificielle permet de passer en revue les données, en gros, qui ont été isolées et se révèle être une façon judicieuse d'en examiner une grande quantité. Nous sommes 35 millions d'habitants au pays, et je comprends que la santé est de compétence provinciale, mais nous générons beaucoup de données. Si nous étions astucieux, nous essayerions de saisir autant de données que possible concernant le style de vie, la génétique et la génomique, l'âge, la démographie et les groupes ethniques, et nous tenterions de les utiliser, non pas pour personnaliser la médecine, mais bien la prévention. Nous parlons tous de médecine personnalisée et de la façon dont nous personnalisons le traitement de votre maladie à vous, mais comment peut-on en faire autant avec la prévention? Vous et moi sommes différents. Notre bagage génétique n'est pas le même, par exemple. Je n'ai pas encore tout à fait répondu à votre question. Je la contourne et j'en suis conscient. C'est un aspect d'une approche globale à l'égard de la santé par opposition aux soins de santé. Comment peut-on dresser le portrait complet de cette personne et adapter une stratégie de prévention qui lui soit propre?

Bien entendu, cela n'éliminera pas entièrement la maladie. J'en suis conscient.

Le président : J'aimerais vous ramener un peu en arrière. Il y a un exemple de cas au Canada dans lequel un hôpital donné a reçu un certain nombre de personnes souffrant de symptômes particuliers, tous liés au même souci de santé. Au lieu de soumettre les patients au triage habituel à l'urgence, on a choisi de faire venir les médecins spécialisés dans les symptômes de la maladie. Ils ont formé une petite équipe de deux ou trois personnes. Comme ce cas est fréquent dans cet hôpital urbain, on a constaté que, en faisant appel à ces spécialistes pour faire le triage, il était possible de déterminer bien plus efficacement quels patients avaient besoin d'être traités immédiatement par rapport à ceux qui pouvaient attendre un peu. Après six mois, on avait, en gros, diminué de moitié le temps nécessaire pour intervenir et enregistré un bien plus haut taux de satisfaction auprès des patients et des travailleurs de la santé concernés.

So that was in the back of my mind in asking you the question, because if you have a situation where you have been able to build the deep learning aspect with a tremendous amount of information available on the system, the actual processes we use to make the diagnosis to determine who should be dealt with quickly, how they should be dealt with quickly.

The second thing I will add is in a number of our studies on various aspects of health care, what we have seen — and I used the term silo earlier — is that if a diabetic comes in, they are dealing with more than one morbidity. The issues that occur in treating a patient occur over many months as opposed to getting a kind of holistic treatment up front. You used the term holistic as well, Dr. Bernstein.

I'm wondering if you look down the road, can you see a holistic approach to diagnosis in a setting that will lead to a much more rapid and effective movement of patients to more rapid treatment?

Mr. Bernstein: I think it's a great question, so I will give as short an answer as I can. I think what we need in Canada is a much more innovative approach to health care, and we can have 10 experiments going on to test exactly what you just walked us through, so are there ways. In one of my previous lives, I was president of CIHR, and we funded research on health system delivery. We need to not be afraid of innovations in the health system as long as they are tested and measured: Are the things you were talking about better or worse in terms of cost efficiency, time, et cetera.

Part of that innovation can be the nature of a team that sees a patient in the emergency ward, as you walked through in that example. Part of it is how we can use data from all the previous experiences of a patient walking into the ER and saying they have a severe stomach ache. What happens next? That's where artificial intelligence can play a role in helping the ER physician or nurse make a quick decision as to what to do here, who should see him next first. So I think that combination of technology with a willingness to innovate, in terms of health system delivery, is a great combination. We need to see a lot more of that in the country.

The Chair: I want to go Dr. Schlachta, but I just want to mention that we released a report. This committee was authorized by the Parliament of Canada to study the 2004 health care accord, and the report we wrote was entitled "Time for Transformative Change" with regard to innovation in health care.

Mr. Bernstein: Well done.

C'est ce que j'avais en tête lorsque je vous ai posé la question, car si vous êtes dans une situation où vous avez eu la possibilité d'approfondir le volet connaissances grâce à la quantité extraordinaire de renseignements dont on dispose sur le système, vous êtes en mesure de suivre les processus pour faire le diagnostic afin de déterminer qui devraient être traités rapidement et comment ils devraient l'être.

Le second point que j'ajouterai est que, dans un certain nombre de nos études sur les divers aspects des soins de santé, nous avons observé — et j'ai parlé de cloisonnement tout à l'heure — que si un diabétique se présente chez le médecin, il compose avec plus d'une maladie. Les problèmes qui surviennent au cours du traitement d'un patient émergent sur de nombreux mois plutôt que dans le cadre d'un traitement global dès le départ. Vous avez aussi parlé de traitement global, monsieur Bernstein.

Je me demande si vous pouvez envisager, à un moment donné, une approche globale à l'égard du diagnostic dans un contexte qui permettra d'orienter plus rapidement et efficacement les patients afin qu'ils soient traités plus vite qu'avant.

M. Bernstein : Je pense que c'est une excellente question, alors j'y donnerai une réponse aussi brève que possible. Je crois que ce dont nous avons besoin au Canada est de privilégier une approche beaucoup plus novatrice à l'égard des soins de santé, et nous pouvons mener 10 expériences pour mettre à l'essai ce que vous venez de nous expliquer, alors il y a des façons de faire. Dans une de mes vies antérieures, j'étais le président des IRSC, et nous avons financé la recherche sur la prestation des soins de santé. Nous devons ne pas avoir peur des innovations dans le système de santé du moment qu'elles sont testées et mesurées : les choses dont vous parliez sont-elles meilleures ou pires au chapitre de la rentabilité, du temps, et cetera?

Cette innovation peut se traduire, notamment, par la nature d'une équipe qui traite un patient à l'urgence, comme dans l'exemple que vous nous avez donné. Il peut s'agir de la façon dont nous pouvons utiliser les données tirées de toutes les expériences passées d'un patient qui se présente à l'urgence et qui dit éprouver une douleur aiguë à l'estomac. Qu'est-ce qui se passe ensuite? C'est là où l'intelligence artificielle peut jouer un rôle afin d'aider le médecin ou l'infirmière urgentiste à décider rapidement de la marche à suivre et du médecin à qui référer le patient en priorité. Alors je pense que, au chapitre de la prestation des soins de santé, l'amalgame technologie et volonté d'innover est une combinaison gagnante. Nous avons besoin d'en voir beaucoup plus au pays.

Le président : J'aimerais m'adresser au Dr Schlachta, mais d'abord mentionner que nous avons publié un rapport. Le Parlement du Canada a autorisé le comité à étudier l'accord de 2004 sur les soins de santé, et nous avons ensuite produit un rapport sur l'innovation dans les soins de santé, qui a pour titre « Un changement transformateur s'impose ».

M. Bernstein : Bravo.

Dr. Schlachta: I don't want to make my answer too simplistic but I'm a bit worried that it might be. However, in the time that it takes for a patient to get from first concern or presentation of symptoms to seeing a specialist and definitive treatment, there are many bottlenecks in the system there. The one thing everyone wants is to see their specialist quickly and spend a lot of time with that person, and the usual answer is you can either see them quickly or spend a lot of time with them, but there are only so many hours in the day that they have. I say that on behalf of all specialists, not that I'm particularly unique.

The way that we have traditionally dealt with time with the specialist has been to try to recruit other allied health care workers to spill off some of the workload. That means I need to spend less time with my patient because my stoma nurse or wound care nurse or somebody is taking care of that particular problem. So it's a very easy jump to see how any kind of artificial intelligence or automated machine for data collecting can save me time. If the history is done by interview with the computer, then when I come in I can review the details that have already been collected and save time.

The same thing goes with patients presenting to an emergency department, either doing a face-to-face interview with a machine system or filling out a survey. I would expect, given Watson and everything else we have now, that you probably have the capability right now to triage patients by history alone as they walk into the emergency department before they see their first human. The obvious danger is that loss of human contact and compassion and so on, but clearly there's going to be the ability to streamline that process.

The other issue is how to go from primary care to specialist and is there the ability to do something online? We live in the misinformation age right now, in my impression. If somebody is at home and they have a problem can they go online right now and look up their symptoms? There are multiple resources online, most of which give false information. If there was a credible source to go to, which we have the capability of providing right now, a system that can actually be highly accurate in providing a diagnosis, then that system might be empowered to refer them directly to a specialist and save waiting time.

The Chair: We would agree that is a major issue. In fact, in another of our reports we have identified that we believe that PHAC should take on a much bigger role in providing direct windows to the best practices and issues directly. In fact, my experience with the network searches is that it's getting far worse now than it has been because now you've got the advertising laid on top of your search. For the average individual to determine which site is going to actually be useful is getting harder, not easier.

Dr Schlachta : Je ne veux pas que ma réponse soit trop simpliste, mais je crains un peu qu'elle ne le soit. Cependant, entre le moment où un patient passe du stade de la première inquiétude ou de la présentation des symptômes à la consultation d'un spécialiste et au traitement final, il y a bien des engorgements dans le système. Tout le monde veut voir son spécialiste rapidement et passer bien du temps avec cette personne, et la réponse habituelle est que vous pouvez soit le voir rapidement, soit passer beaucoup de temps avec lui ou elle, mais sa journée est bien remplie. Je parle au nom de tous les spécialistes; mon cas n'est pas particulièrement unique.

Nous avons habituellement géré les temps de consultation avec les spécialistes en essayant de recruter d'autres professionnels de la santé du même domaine pour absorber une partie de leur charge de travail. C'est donc dire que j'ai besoin de passer moins de temps avec mon patient parce que mon infirmière responsable des stomies ou des plaies ou quelqu'un d'autre se charge de ce problème en particulier. Il est donc très facile d'en conclure que tout type d'intelligence artificielle ou de mécanisme automatisé de collecte des données peut me sauver du temps. Si les antécédents du patient sont saisis dans l'ordinateur, quand j'arrive, je peux étudier les détails qui ont déjà été recueillis et gagner du temps.

Il en va de même pour les patients qui se présentent à l'urgence et qui font un entretien en personne avec une machine ou remplissent un questionnaire. Compte tenu du système Watson et de toutes les autres choses que nous avons maintenant, je croirais que vous êtes probablement déjà en mesure de faire le triage des patients en vous servant seulement de leurs antécédents lorsqu'ils se présentent à l'urgence, avant même de voir un être humain. Le danger évident réside dans la perte, notamment, de contact humain et de compassion, mais cela nous permettra clairement de simplifier ce processus.

L'autre question est celle de déterminer comment passer des soins primaires aux soins spécialisés et s'il est possible de faire quelque chose en ligne. À l'heure actuelle, nous vivons, selon moi, à l'ère de la désinformation. Si une personne se trouve chez elle et qu'elle a un problème, peut-elle aller en ligne immédiatement et vérifier ses symptômes? Il existe de multiples ressources en ligne, dont la plupart donnent des informations erronées. S'il y avait une source crédible à consulter — que nous sommes capables d'offrir en ce moment —, un système qui puisse vraiment fournir un diagnostic exact, il pourrait peut-être les renvoyer directement à un spécialiste et leur épargner les délais d'attente.

Le président : C'est une question cruciale, nous en convenons. En fait, dans un autre de nos rapports, nous avons dit que nous croyions que l'Agence de la santé publique du Canada devrait jouer un rôle beaucoup plus important pour offrir un accès direct aux pratiques exemplaires et aux questions. En fait, j'ai constaté dans mes recherches sur le réseau que c'est bien pire aujourd'hui que par le passé, car maintenant, vos recherches s'accompagnent de publicités. Il est de plus en plus difficile pour une personne moyenne de déterminer quel site lui sera utile, et non plus simple.

We're going to have to move into using the artificial intelligence in some way that give us much more clearly identified sources to go to quickly and through them. I'm not going to pursue that any further.

I do want to ask a specific question around surgery because we're trying not only to know what we can do now but to look a bit down the road. I put a question to an earlier witness because of another situation I was aware of. Prostate cancer issues are easy because in looking at that, it deals with a lot of similar small organ surgeries or whole organ issues. The example was the use of the artificial intelligence, coupled to the radiology analysis of the prostate situation, to give a three-dimensional look at the prostate. We know that many of the major side problems in prostate surgery arise from even the taking of an initial biopsy sample through to further surgical activity, the proximity of the organ to a number of other systems that, if struck or dealt with, cause additional circumstances. The example that was being described was the use of the various radiological techniques to give a whole organ view of the actual prostate and then using a physician-guided surgical implement to be able to have a much more focused surgical activity.

I want to use that as an example to ask you this: Do you see this kind of combination? You were talking earlier about getting inside the body and dealing with this. Can you see this combo giving surgeons a much more accurate capability in otherwise risky and difficult surgeries around organs that can be looked at from a holistic point of view?

Dr. Schlachta: The short answer to that very good question is yes. I'm trying to get my head around the scope of the question that you're trying to ask me there. For sure, we already have systems that allow for computer-assisted, image-guided surgery and biopsies and so on. Those technologies are evolving right now. The ability to develop 3-D images from CAT scans and MRIs or image segmentation can be done now. They are a little bit like cartoons, but as we see computers develop and processor speeds get faster, the resolution gets better and better, but for sure we can do that now.

There are systems available now for prostate biopsy and for intervention liver disease that allow the surgeon to actually see where the bile ducts and the blood vessels are in a 3-D construction of the liver and guide a probe to be able to form a biopsy or tissue ablation as it is right now. I definitely foresee that as becoming a regular part of care.

I don't know if that's really addressing the question you're asking me, though.

Nous devons finir par avoir recours à l'intelligence artificielle d'une façon qui nous renvoie à des sources beaucoup plus clairement identifiées que nous pourrions consulter rapidement. Je ne vais pas en dire plus à ce sujet.

J'aimerais poser une question précise concernant la chirurgie, car nous essayons de savoir non seulement ce que nous pouvons faire maintenant, mais ce que nous pourrions faire plus tard. J'ai posé une question à un témoin précédent en raison d'une autre situation dont j'étais au courant. Les questions liées au cancer de la prostate sont faciles, car quand on les aborde, on constate qu'elles se rapportent à de nombreuses chirurgies semblables touchant des petits organes ou à des problèmes relatifs à des organes complets. On a cité comme exemple le recours à l'intelligence artificielle, conjuguée avec l'analyse radiologique de l'état de la prostate, pour donner une vue tridimensionnelle de cet organe. Nous savons que nombre de problèmes latéraux importants dans les chirurgies de la prostate peuvent survenir dès le prélèvement d'un échantillon pour la biopsie initiale et découler d'autres activités chirurgicales, ainsi que de la proximité de l'organe à un certain nombre d'autres systèmes qui, s'ils sont touchés, peuvent occasionner des problèmes supplémentaires. L'exemple qu'on a décrit a été celui de l'utilisation de diverses techniques radiologiques pour donner une image de l'organe complet et ensuite d'un outil chirurgical guidé par un médecin pour mener une activité chirurgicale beaucoup plus ciblée.

Je veux m'en servir comme exemple pour vous poser la question suivante : voyez-vous ce type de combinaison? Vous parlez plus tôt d'aller à l'intérieur du corps pour régler le problème. Estimez-vous que cette combinaison puisse donner aux chirurgiens beaucoup plus d'exactitude dans des chirurgies qui seraient autrement risquées et difficiles autour d'organes qui peuvent être examinés dans une optique globale?

Dr Schlachta : La réponse brève à cette très bonne question est oui. Je tente de comprendre la portée de la question que vous essayez de me poser. Bien sûr, nous avons déjà des systèmes qui permettent de procéder à des chirurgies et des biopsies guidées par l'image, et autres. Ces technologies évoluent. Il est maintenant possible de développer des images en 3D à partir de tomographies, d'imagerie par résonance magnétique et de segmentation des images. Elles ressemblent un peu à des dessins animés, mais la résolution s'améliore au fur et à mesure que les ordinateurs se perfectionnent et que la vitesse des processeurs augmente, mais nous pouvons assurément le faire maintenant.

Il existe actuellement des systèmes pour procéder à des biopsies de la prostate et à des interventions en cas de maladie du foie qui permettent au chirurgien de voir où se trouvent vraiment les voies biliaires et les vaisseaux sanguins dans une construction en 3D du foie et qui lui permettent aussi de guider une sonde pour pouvoir procéder à une biopsie ou à l'ablation d'un tissu dans l'état dans lequel l'organe se trouve. Je prévois vraiment que cela deviendra une partie normale des soins de santé.

Je ne sais pas si cela répond vraiment à la question que vous me posez, par contre.

The Chair: I think I'll leave it at that. You've covered a number of the aspects.

My final comment would be about the gall bladder example you gave a little early. By coincidence, on the weekend I happened to be talking to two siblings, one of whom had an operation some 20 years ago and the other who just had one this past week in rural Nova Scotia. The first one involved the week to 10 days that the individual indicated they had been in the hospital before being released. The other walked out after a matter of hours. It was a dramatically different kind of experience. If we see that in what we can call the traditional evolution of surgical techniques, the potentials for benefit to humanity with the use of the deep learning capability we have only bodes well if we use it appropriately.

Senator Raine: I've been involved the last few years in terms of physical activity and the rising rates of obesity leading to ill health among Canadians, but I'm very concerned about young Canadians and I'm thinking of how we have introduced technology to kids at a younger and younger age. These kind of things are now ubiquitous everywhere.

I had somebody tell me recently that children today are not learning to write and the fine motor skills of writing. Printing is one thing, but writing is the cursive script. Then I start thinking that if we lose that in a generation, is that a skill that the surgeons need that we might be well advised to protect in our young people?

Dr. Schlachta: I'm presuming you're asking if we transition from traditional open surgery, hands-on surgery to a more computer-assisted surgery, are we losing the art of the surgeon putting their hands on the patient.

That's a very insightful question because that is a very common discussion that happens almost every day in the operating room. When we transitioned from doing open gall bladder surgery to doing minimally invasive gall bladder surgery, we do almost all of our gall bladder surgery now through little holes.

I was an intern when the first laparoscopic gallbladder operations were taking place. One of the reasons I chose that as a specialty is that I was blown away when I went into the operating room for the first time and saw a patient having their gallbladder out. The lights were out and there were 20 people in the room. There were these video monitors and it was so cool, how do you not want to do this for a living? Nowadays, the gallbladder surgery through little holes is so routine, but if you're planning an open gallbladder operation where you have to cut the patient open, now all the chief residents are climbing into the operating room because they want to see an open gallbladder operation. "I've heard of this open surgery and I want to see this operation."

Le président : Je pense que je vais en rester là. Vous avez couvert un certain nombre de facettes de la question.

Mon dernier commentaire porte sur l'exemple que vous avez donné plus tôt concernant la vésicule biliaire. Par coïncidence, pendant le week-end, j'ai parlé à deux personnes de la même famille, dont une avait subi une opération il y a une vingtaine d'années et l'autre venait d'en subir une la semaine dernière, dans une région rurale de la Nouvelle-Écosse. Dans le premier cas, le patient a séjourné entre une semaine et 10 jours à l'hôpital tandis que dans l'autre, il est sorti au bout de quelques heures. Le deuxième a vécu une expérience diamétralement opposée à celle du premier. Si nous prenons cela dans le contexte de ce que nous pouvons qualifier d'évolution traditionnelle des techniques chirurgicales, les avantages potentiels qu'offre à l'humanité l'utilisation des capacités d'apprentissage en profondeur dont nous disposons ne peuvent être que de bon augure si nous les utilisons de façon appropriée.

La sénatrice Raine : Je m'intéresse depuis quelques années à l'activité physique et aux taux croissants d'obésité qui entraînent des problèmes de santé chez les Canadiens, mais je me préoccupe vivement des jeunes et je songe à la façon dont nous initions les enfants à la technologie à un âge de plus en plus tendre. Ces types de choses sont maintenant omniprésents.

Quelqu'un m'a dit récemment que les enfants d'aujourd'hui n'apprennent pas à écrire et à développer la motricité fine pour écrire. C'est une chose d'écrire en majuscules, mais une autre d'écrire en cursive. Si nous perdons cela en l'espace d'une génération, je commence à me demander s'il s'agit d'une habileté dont les chirurgiens ont besoin et que nous aurions tout intérêt à protéger chez nos jeunes.

Dr Schlachta : Je présume que vous demandez si nous passons de la chirurgie ouverte traditionnelle — la chirurgie manuelle — à la chirurgie plus assistée par ordinateur, nous perdrons l'art pour un chirurgien d'opérer manuellement.

C'est une question très perspicace, car c'est une discussion très commune que l'on tient presque tous les jours dans la salle d'opération. Lorsque nous sommes passés des chirurgies ouvertes de la vésicule biliaire aux chirurgies à effraction minimale, nous en sommes arrivés à faire presque toutes nos chirurgies de la vésicule biliaire par des petits trous.

J'étais interne lorsqu'on a commencé à faire des chirurgies de la vésicule biliaire par laparoscopie. Une des raisons pour laquelle j'ai choisi cette spécialité est que j'ai été sidéré la première fois que je suis allé en salle d'opération et que j'ai vu un patient se faire enlever la vésicule biliaire. Les lumières se sont éteintes et il y avait 20 personnes dans la pièce. C'était si cool avec les moniteurs vidéo, comment voulez-vous ne pas choisir de gagner votre vie ainsi? De nos jours, la chirurgie de la vésicule biliaire à travers des petits trous est tellement banale que si vous prévoyez de faire une chirurgie de la vésicule biliaire traditionnelle, tous les résidents en chef monteront dans la salle d'opération pour voir cette procédure. « J'ai entendu dire qu'il y aurait une opération ouverte et je veux la voir. »

A question that is regularly raised is, if we're teaching everybody how to do it laparoscopically, or by whatever new technology comes down the pipe, are we going to lose the old skill? My argument is always, in order to do these operations that are less and less hands-on and more and more technology-dependent, I think it makes you a better surgeon. We know that the very best surgeons are the ones who cause the least amount of tissue trauma, if you will, respect tissue planes, understand the anatomy clearly, and don't guess about what they're doing, cause less bleeding and so on.

When you're doing an open operation with your hands on the tissue, you can cheat and can cause a lot of trauma. When you're doing an operation laparoscopically or robotically or by whatever other means, the first thing is that you have to know your anatomy and you have to respect the tissue planes because if you get into bleeding you can't operate anymore and you lose your ability to use that technology. I think that makes you a much better surgeon. If you end up doing an open operation, everybody says, "Wow, I've never seen it that way before," because you've got a much more refined approach.

Of course, the other question is the actual operations we're doing will probably change over time as well because the ability to get instruments inside the body and do tissue ablation, biopsies or repairs may not even need the old-fashioned approaches that we needed.

I do respect the concern about the loss of that old-fashioned approach, but I don't think anybody is suffering from an inability to ride horses anymore either. As long as we're confident that those technologies are going to be readily available when we need them, I think we're going to be fine.

Senator Raine: I wasn't thinking so much about the transition of the skill of hands-on to with assistance. I was thinking more about the fine motor skills that are developed as a child. Is there a risk that we could lose those? Are those fine motor skills still required with robotics in terms of surgery?

Dr. Schlachta: I apologize. I perhaps completely misunderstood your question. Let me be clear about what I'm answering. You're saying that the loss of writing skills and so on in our children will perhaps compromise their ability to do surgery later in life.

I'm sure you've heard this already, but here is one of the more interesting things. I don't know the answer to that question, but we do know that when it came to introducing image-guided surgery, minimally invasive, operating off the screen where you're not looking at the patient but you're looking up here and moving instruments, there are plenty of studies that document if you're a video gamer, you're much better at doing that kind of surgery

Une question qui est régulièrement soulevée est la suivante : si nous enseignons à tout le monde comment faire cette chirurgie par laparoscopie, ou au moyen d'une quelconque nouvelle technologie émergente, allons-nous perdre les anciennes habilités? Je fais valoir que, selon moi, le fait de procéder à ces opérations de moins en moins manuelles qui dépendent de plus en plus de la technologie fait de vous un meilleur chirurgien. Nous savons que les meilleurs chirurgiens sont ceux qui causent le moins de traumatisme tissulaire, respectent les plans tissulaires, comprennent clairement l'anatomie, ne travaillent pas à tâtons et occasionnent moins de saignements, et cetera.

Lorsque vous faites une chirurgie effractive et que vous touchez directement les tissus, vous pouvez tricher et causez beaucoup de traumatismes. À l'opposé, lorsque vous faites une chirurgie par laparoscopie, robot chirurgical ou tout autre moyen, le chirurgien doit d'abord et avant tout connaître l'anatomie et tenir compte des plans tissulaires, parce que vous ne pouvez plus faire la chirurgie et que vous perdez la possibilité d'utiliser cette technologie s'il y a un saignement. Je crois que cela fait de vous un meilleur chirurgien. Si vous faites une chirurgie effractive, tout le monde se dit : « Wow, je n'ai jamais vu cela être fait ainsi auparavant », parce que vous avez une méthode beaucoup plus précise.

Il ne faut évidemment pas perdre de vue que les chirurgies que nous faisons actuellement évolueront probablement au fil du temps, étant donné que les vieilles approches dont nous avons besoin ne seront peut-être plus nécessaires pour faire entrer des instruments à l'intérieur du corps et procéder à l'ablation de tissus, à des biopsies ou à des réparations.

Je comprends l'inquiétude concernant la perte de cette vieille approche, mais je n'ai pas l'impression que les gens se portent mal d'avoir perdu la capacité de monter à cheval. Tant que nous sommes certains de pouvoir facilement avoir accès à ces technologies lorsque nous en avons besoin, je crois que tout ira pour le mieux.

La sénatrice Raine : Ma question ne portait pas vraiment sur la transition des compétences entre la chirurgie manuelle et la chirurgie assistée. Je pensais davantage à la motricité fine qui se développe durant l'enfance. Risque-t-il d'y avoir une perte en la matière? La motricité fine est-elle encore nécessaire pour réaliser une chirurgie robotisée?

Dr Schlachta : Je m'excuse. J'ai peut-être totalement mal compris votre question. Permettez-moi de préciser ma réponse. Vous vous demandez si la perte des aptitudes à écrire, par exemple, chez nos enfants pourrait nuire à leur capacité de réaliser une chirurgie plus tard dans leur vie.

Je suis certain que vous l'avez déjà entendu, mais voici l'un des aspects les plus intéressants. Je ne connais pas la réponse à cette question, mais une panoplie d'études ont montré qu'en ce qui concerne l'arrivée de la chirurgie à effraction minimale guidée par l'image qui est réalisée en regardant un écran pour déplacer les instruments, et ce, sans regarder le patient, si vous êtes un amateur de jeux vidéo, vous êtes meilleur à réaliser de telles

than if you weren't a video gamer. It is possible, as you say, if we lose those fine motor skills, but by the same token we're trading writing with pencils to moving joysticks and pushing buttons. Those might be the tools that you use to do your surgery in the future instead of worrying about the fingertips.

Senator Raine: I've had arthroscopic surgeries twice. The first time I was out for it. The second time I got to watch it on TV as the surgeon was poking around inside my knee. It was very interesting. Absolutely, that's the way of the future. If you look at knee surgery, where it's come from, it's amazing. Certainly, I'm with my partner here, not afraid at all of all of this kind of robotic and guided surgery. It's the way of the future. Thank you.

The Chair: Thank you very much.

In our study, we're trying to look at the impact this is going to have on the health care system in general. Obviously, that includes specific examples of surgical and other health care issues, but it also deals with the delivery down the road. We can look at that, and we'll have many more examples of delivery of health care in rural circumstances, the use of added distance kind of access, and all of those are important to changing health care delivery and giving more access.

You have, Dr. Schlachta, particular experience in the complex of a hospital organization's overall operation. When you go away, if a thought strikes you about how one might be able to use the concept of deep learning, providing the information on a hospital organizational system into a deep learning situation with good questions asked by the programmers of how to use that, which is obviously key, and also key is the human setting up of the layers of knowledge in deep learning to be able to probe it for answers, would you get in touch with us through the clerk? We would really like anything that occurs to you after you leave with regard to either an example that didn't occur to you now or some aspect that you can see that occurs to you as a thought about the future of this that you think, based on our questions, we might be interested in. We would welcome that. In other words, we want you to keep working for us after, since neither of you have very much to do on a daily basis.

Seriously, on behalf of the committee, I want to thank you both for taking the time to come here. You bring enormously important and valuable information to us. You're both involved in this and the future, not only on a world basis but enormously important to us here in Canada.

chirurgies que si vous ne l'étiez pas. Il est possible que nous perdions une certaine motricité fine, comme vous l'avancez, mais nous pouvons aussi dire que nous remplaçons l'écriture avec des crayons par l'utilisation de manches à balai et de boutons. Ce seront peut-être les outils que les chirurgiens utiliseront dans l'avenir au lieu de s'inquiéter de leur doigté.

La sénatrice Raine : J'ai eu deux chirurgies par arthroscopie. La première fois, j'étais sous anesthésie. La deuxième fois, j'ai pu regarder en direct sur un écran le travail du chirurgien à l'intérieur de mon genou. C'était très intéressant. Cela ne fait aucun doute que c'est la voie de l'avenir. Si nous prenons l'exemple de la chirurgie du genou et des progrès que nous avons réalisés à cet égard, c'est incroyable. Je suis certainement du même avis que mon collègue; je ne suis pas du tout effrayé par les chirurgies robotisées ou guidées. C'est la voie de l'avenir. Merci.

Le président : Merci beaucoup.

Dans le cadre de notre étude, nous essayons d'examiner les effets que cela aura sur le système de santé en général. Cela inclut évidemment des exemples précis de questions liées aux interventions chirurgicales et aux soins de santé, mais cela concerne aussi la prestation des soins à long terme. Nous pouvons nous pencher sur cet aspect, et nous aurons de nombreux autres exemples concernant la prestation de soins de santé en milieux ruraux et l'utilisation accrue de l'accès à distance. Tous ces éléments sont importants en vue de modifier la prestation des soins de santé et d'en améliorer l'accès.

Nous avons l'expérience du Dr Schlachta relativement au fonctionnement global et complexe de l'organisation d'un hôpital. Si vous pensez après coup à une manière dont nous pourrions utiliser le concept de l'apprentissage en profondeur et fournir des renseignements sur le système organisationnel d'un hôpital dans un tel contexte pour que les programmeurs posent de bonnes questions sur la façon de les utiliser, ce qui est évidemment l'élément important, de même que l'ajout de nouvelles connaissances dans un contexte d'apprentissage en profondeur pour être en mesure de le consulter pour obtenir des réponses, pouvez-vous nous en faire part par l'entremise de la greffière? Nous aimerions vraiment entendre toute réflexion que vous pourriez avoir après la réunion au sujet d'un exemple auquel vous n'avez pas pensé aujourd'hui ou un aspect qui pourrait être une réalité un jour dans le domaine et que vous pensez qui pourrait nous intéresser d'après nos questions. Nous vous en serions reconnaissants. Autrement dit, nous vous demandons de continuer de travailler pour nous après la réunion, comme vous n'avez vraisemblablement rien de mieux à faire de vos journées.

Sur une note un peu plus sérieuse, au nom du comité, je tiens à vous remercier tous les deux d'avoir pris le temps de venir témoigner devant le comité. Vous nous avez fait part de renseignements on ne peut plus importants et précieux. Vous êtes tous les deux actifs dans ce domaine et l'avenir; c'est important sur le plan mondial, et c'est extrêmement important pour nous ici au Canada.

Dr. Bernstein, we'll be looking for the very wise distribution of those funds that you've added to your system in the country of helping to develop the kinds of centres we need to help Canadian society in the future and to make our economy competitive with other nations' economies so that we can actually afford to use these technologies ourselves down the road.

I really do want to thank you. The way you've answered the questions has been enormously helpful to us as a committee. Again, we would welcome any thoughts you have after you leave.

(The committee adjourned.)

OTTAWA, Thursday, March 30, 2017

The Standing Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology met this day at 10:33 a.m. to study on the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in the health care system

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

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

[*Translation*]

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

[*English*]

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

[*Translation*]

Senator Seidman: Judith Seidman from Montreal, Quebec.

[*English*]

Senator Stewart Olsen: Carolyn Stewart Olsen from New Brunswick.

Senator Raine: Nancy Greene Raine from B.C.

[*Translation*]

Senator Petitclerc: Chantal Petitclerc from Quebec.

[*English*]

Senator Hartling: Nancy Hartling, New Brunswick.

Senator Frum: Linda Frum, Ontario.

Senator Dean: Tony Dean, Ontario.

Docteur Bernstein, nous avons hâte de voir la distribution fort judicieuse des fonds que vous avez injectés dans votre système au pays en vue de contribuer à mettre sur pied les types de centres dont nous avons besoin pour aider la société canadienne dans l'avenir et rendre notre économie concurrentielle par rapport à celles des autres pays, ce qui nous donnera en fait les moyens d'utiliser aussi ces technologies dans l'avenir.

Je tiens vraiment à vous remercier. Vos réponses à nos questions nous seront très utiles. Je répète encore une fois que nous serions ravis d'entendre toute réflexion que vous pourriez avoir après coup.

(La séance est levée.)

OTTAWA, le jeudi 30 mars 2017

Le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie se réunit aujourd'hui, à 10 h 33, pour étudier le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé.

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

Le président : Chers collègues, nous avons le quorum, et je déclare la séance ouverte.

[*Français*]

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. J'invite mes collègues à se présenter, en commençant avec la sénatrice à ma droite.

[*Français*]

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

[*Traduction*]

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

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

[*Français*]

La sénatrice Petitclerc : Chantal Petitclerc, du Québec.

[*Traduction*]

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

La sénatrice Frum : Linda Frum, de l'Ontario.

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

[Translation]

Senator Cormier: René Cormier from New Brunswick.

[English]

The Chair: Thank you, colleagues. Just before I go to our distinguished witnesses for today, I want to get your agreement that we will stop 10 or 15 minutes early. We have a budgetary item for the committee that we need to get committee approval for.

Is that agreed, colleagues?

Hon. Senators: Agreed.

The Chair: I remind you that we are continuing our study on the role of robotics, 3-D printing and artificial intelligence in the health care system. I'm going to identify both our witnesses by video conference, and then I will invite one to present initially.

We have appearing via video conference from Belgium, Dr. Reinhard Lafrenz, Secretary General of euRobotics, SPARC, Partnership for Robotics in Europe.

Appearing via video conference from Arizona — and we appreciate his efforts to get to a site that we could connect to for today — from the Association for the Advancement of Artificial Intelligence, Dr. Subbarao Kambhampati, who is professor at the Arizona State University.

We welcome both of you to our meeting. I'm going to invite Dr. Lafrenz to present first.

Reinhard Lafrenz, Secretary General, euRobotics, SPARC, Partnership for Robotics in Europe: Thank you very much for the invitation. It's an honour for me to speak in front of this committee.

Let me introduce briefly how we are structured. We are euRobotics, an association, and we have a public private partnership called SPARC. The public private partnership is between our association where I am the Secretary General and the lead head from KUKA, one of the large robotics manufacturers, is the president. The other part of the public private partnership is the European Union represented by the European Commission.

In this partnership we want to foster innovation change from the very low basic TRL research level. I don't know if you are familiar with the TRL concept, technological readiness levels. It starts basically on a white sheet of paper with the first ideas and ends up with products on the market for the successful mission or goal of that value chain. We try to integrate all of the stakeholders into one big community.

[Français]

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

[Traduction]

Le président : Merci, chers collègues. Avant de céder la parole à nos distingués témoins d'aujourd'hui, je veux obtenir votre consentement pour que nous terminions la séance 10 ou 15 minutes plus tôt. Nous avons un crédit budgétaire pour lequel nous avons besoin de l'approbation du comité.

Êtes-vous d'accord, chers collègues?

Des voix : D'accord.

Le président : Je tiens à vous rappeler que nous poursuivons notre étude sur le rôle de la robotique, de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le système de santé. Je vais présenter nos deux témoins qui sont avec nous par vidéoconférence, puis je vais inviter l'un d'eux à faire sa déclaration liminaire en premier.

Nous recevons, par vidéoconférence, de la Belgique, M. Reinhard Lafrenz, secrétaire général, euRobotics, chez SPARC, Partnership for Robotics in Europe.

Par vidéoconférence, nous recevons, de l'Arizona — et nous lui sommes reconnaissants d'avoir déployé des efforts pour se rendre à un endroit où nous pouvions communiquer avec lui aujourd'hui —, de l'Association for the Advancement of Artificial Intelligence, M. Subbarao Kambhampati, professeur à l'Arizona State University.

Nous vous souhaitons la bienvenue à tous les deux à notre réunion. J'invite M. Lafrenz à faire son exposé en premier.

Reinhard Lafrenz, secrétaire général, euRobotics, SPARC, Partnership for Robotics in Europe : Merci beaucoup de l'invitation. C'est un honneur pour moi de témoigner devant le comité aujourd'hui.

Permettez-moi brièvement de vous décrire notre structure. Nous sommes euRobotics, une association, et nous avons un partenariat public-privé du nom de SPARC. Notre association fait partie de ce partenariat, où je suis le secrétaire général et le dirigeant de KUKA, l'un des grands fabricants de technologies robotiques. L'autre partie au partenariat public-privé est l'Union européenne représentée par la Commission européenne.

Dans le cadre de ce partenariat, nous voulons favoriser des changements en matière d'innovation dans les recherches fondamentales à très faible NMT. Je ne sais pas si vous connaissez le concept du niveau de maturité technologique, ou NMT. Le tout commence essentiellement par des idées mises sur une feuille de papier et se termine par la commercialisation de produits pour atteindre la mission ou l'objectif de cette chaîne de valeur. Nous essayons de regrouper tous les intervenants dans une seule grande communauté.

The idea is to create individual topic groups which are driven by our association. They are focusing on various dimensions. The dimensions can be technical ones such as perception, 3-D vision manipulation and application area focusing domains such as underwater health care and rehabilitation.

These topic groups are structured in a way that they provide input to us. This is normally extracted in a moderated process. We create input for the next work program and for the funding course to the European Commission that finally decides which needs to be funded but takes our input significantly into consideration. This is the basic setting.

For the value chain we try to integrate the start-ups and the spin-outs from universities as a valuable source for future products that might be on the market in 5 to 15 years, depending on the complexity of new systems and the amount of hardware involved. If it's a pure software product. It's much faster than in any case where we have to deal with mechatronics or even materials. We have a timeframe between 5, 10 and 15 years until the first idea is on the market. This technology transfer can be supported at various levels.

The European Union through the European Commission issues calls. Some are on more basic research in the lower readiness levels, technologically speaking, and others are closer to domain applicable prototypes in the relevant scenario. In the relevant end user environment they can be applied and tested together with a potential end user of the technology.

Relating to health care, this could have some logistical robotic systems for transportation that are already on the market but there is still room for improvement. There can also be rehabilitation equipment, either established in an institution where people come or borrowed through an insurance or on a private basis to customers at home who use the actual technology used by surgeons, which is a very specific and narrow but very important market.

Regarding the statistics, I would not give too much statistical data because the basic data are available through the International Federation of Robotics. The International Federation of Robotics issues an annual yearbook about robotic statistics. They are now in two volumes, one for industrial and the other one for so-called service robots which is more important in this context. Service robots can be distinguished between home or domestic ones and professional service robots. Most of the robotics technology related to health care would fall in the professional service robotics category.

We have specific topic groups working on the social, economic or legal aspects. As you may know, there are currently initiatives to regulate robotics in general, driven by the European Parliament. We are involved in the discussion. We have close

L'idée est de créer des groupes thématiques qui sont menés par notre association. Ils se penchent sur diverses dimensions. Les dimensions peuvent être techniques telles que la perception, la manipulation de la vision en 3D et l'application qui mettent l'accent sur les soins de santé et la réadaptation.

Ces groupes thématiques nous donnent leur avis. Nous sollicitons normalement leurs points de vue dans le cadre d'un processus de discussion dirigée. Nous fournissons nos recommandations pour le programme de travail et le processus de financement pour la Commission européenne, qui décide de la répartition du financement en tenant grandement compte de notre opinion. C'est la structure de base.

Pour la chaîne de valeur, nous essayons d'intégrer les entreprises en démarrage et les entreprises dérivées des universités comme étant une source précieuse de produits futurs qui pourraient être sur le marché d'ici 5 à 15 ans, selon la complexité des nouveaux systèmes et la quantité de matériel utilisé. S'il s'agit d'un logiciel, c'est beaucoup plus rapide que lorsqu'il s'agit de technologie mécatronique ou même du matériel. Nous avons un délai de 5, 10 ou 15 ans avant de commercialiser la première idée sur le marché. Ce transfert de technologies peut être effectué à divers niveaux.

L'Union européenne par l'entremise de la Commission européenne lance des appels. Certains portent sur des recherches fondamentales de niveaux de préparation inférieurs, sur le plan technologique, et d'autres se rapprochent davantage des prototypes applicables dans le scénario pertinent. Dans l'environnement pertinent de l'utilisateur final, les prototypes peuvent être appliqués et mis à l'essai conjointement avec l'utilisateur final éventuel de la technologie.

En ce qui concerne les soins de santé, il pourrait y avoir des systèmes de robotique logistique pour le transport qui sont déjà sur le marché, mais il y a encore place à l'amélioration. Il peut y avoir également des appareils de réadaptation, qui sont établis dans une institution où les gens se rendent ou qui sont empruntés par l'entremise d'une assurance ou en privé par des clients chez eux qui font usage de la technologie utilisée par des chirurgiens, ce qui est un marché très ciblé et étroit, mais très important.

En ce qui concerne les statistiques, je ne fournirais pas un trop grand nombre de données statistiques, car les données de base sont disponibles par l'entremise de l'International Federation of Robotics. L'International Federation of Robotics rend public un bulletin annuel sur les statistiques en robotique. Il y a maintenant deux volumes, l'un pour les robots industriels et l'autre pour les soi-disant robots de service, ce qui est plus important dans ce contexte-ci. On peut distinguer les robots de service des robots personnels et domestiques et des robots de service professionnels. La majorité des technologies robotiques liées aux soins de santé font partie de la catégorie des robots de service professionnels.

Nous avons des groupes thématiques précis qui se penchent sur les aspects sociaux, économiques ou juridiques. Comme vous le savez sans doute, il y a des initiatives à l'heure actuelle pour réglementer le secteur de la robotique en général, qui sont menées

links to several of the parliamentarians. We invite them to specific meetings and try to provide the input. However, this is not easy because our stakeholders from basic research to large industries have a broad bandwidth of opinions.

The relation to AI and the other more data-driven technologies will be more and more important in the near future. The close links to apply AI on physical systems will shape our future in the next five to 20 years. I cannot be more precise because no one knows how fast these technologies will develop.

Regarding the strategy from our side as the association, we want to form brokerage services that finally provide leverage. Normally, our public-private partnership foresees funding from the European Commission. Depending on the funding mechanisms it's either 100 per cent or 70 per cent. It's 70 per cent when it's closer to the market and a more mature prototype, and 100 per cent when it's more related to basic research.

However, the industrial or private side also wants to triple this amount to 700 million coming from the EU so that we end up with 2.1 billion euro at the end. This amount of money is not directly related to individual projects granted by the European Commission. This money includes everything related to our activities, including research in labs where there is no complete public access to it.

This will contribute to the growth and development of the market and hopefully create new jobs or change to new job profiles. One of our concerns is that further automation will have to create jobs or maybe change job profiles. Regardless, we need to be sustainable for the overall economic situation in Europe.

That is basically my introductory statement. Thank you.

The Chair: Thank you, Dr. Lafrenz. I will now turn to Dr. Subbarao Kambhampati and invite him to make his presentation.

Then I will open the floor to questions from my colleagues. They will identify in the first instance which of you they are addressing. Following that answer, the other witness an opportunity to respond as well.

Dr. Kambhampati, please go ahead.

Subbarao Kambhampati, Professor, Arizona State University, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI): Thank you all for the invitation. It is quite an honour to get a chance to speak with you today.

par le Parlement européen. Nous participons à la discussion. Nous entretenons des liens étroits avec plusieurs parlementaires. Nous les invitons à des réunions précises et essayons de fournir des opinions. Ce n'est toutefois pas facile parce que nos intervenants, allant des acteurs dans les recherches fondamentales aux grandes industries, ont un vaste éventail d'opinions.

La relation à l'intelligence artificielle et à d'autres technologies plus axées sur les données sera de plus en plus importante dans un avenir rapproché. Les liens étroits que nous avons pour appliquer l'intelligence artificielle aux systèmes physiques façonneront notre avenir pour les 5 à 20 prochaines années. Je ne peux pas vous fournir plus de précisions, car personne ne sait à quelle vitesse ces technologies seront mises au point.

En ce qui concerne la stratégie de notre côté de l'association, nous voulons mettre sur pied des services de courtage qui offriront enfin des leviers. Normalement, notre partenariat public-privé prévoit obtenir du financement de la Commission européenne. Selon les mécanismes de financement, c'est soit 100 p. 100 ou 70 p. 100. C'est 70 p. 100 lorsque le prototype est plus mature et plus prêt à être commercialisé, et c'est 100 p. 100 lorsque le prototype fait encore l'objet de recherches fondamentales.

Toutefois, l'industrie et le secteur privé veulent également tripler ce montant de 700 millions de dollars provenant de l'Union européenne pour que nous obtenions 2,1 milliards de dollars d'euros au final. Cette somme n'est pas directement liée à des projets individuels accordés par la Commission européenne. Ces fonds visent notamment à financer nos activités, y compris des recherches en laboratoire auxquelles le public n'a pas accès.

Cela contribuera à la croissance et au développement du marché et, nous l'espérons, créera des emplois ou changera les profils d'emploi. L'une de nos préoccupations est qu'une automatisation plus poussée devra créer des emplois ou changera peut-être les profils d'emploi. Quoi qu'il en soit, notre secteur doit être viable pour la situation économique globale en Europe.

Voilà qui met fin à mes remarques liminaires. Merci.

Le président : Merci, monsieur Lafrenz. Je vais maintenant céder la parole à M. Subbarao Kambhampati et l'inviter à faire son exposé.

Je vais ensuite permettre à mes collègues de poser des questions. Ils vous diront à qui ils adressent leurs questions en premier avant de les poser. Puis l'autre témoin aura l'occasion d'y répondre également.

Monsieur Kambhampati, on vous écoute.

Subbarao Kambhampati, professeur, Arizona State University, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) : Merci à tous de l'invitation. C'est tout un honneur d'avoir l'occasion de m'adresser à vous aujourd'hui.

I am a professor of Computer Science at Arizona State University. I am also the current President of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence, AAAI for short, the premier scientific organization devoted to the study of artificial intelligence. AAAI has a very significant membership and partnership from Canada. Professor Alan Mackworth of University of British Columbia was a former president of our organization. We have actually come to Canada multiple times for our annual conferences.

I'd also like to mention that I am an inaugural trustee of the Partnership on Artificial Intelligence, a consortium that was formed last year to focus on the responsible development of AI technologies. The partnership includes industries mainly Google, Apple, Amazon, IBM, Facebook and Microsoft, as well as non-profit organizations, including AAAI and the American Civil Liberties Union. It's expanding.

I thought this may be of interest to you, if you have any questions on the initiatives in the U.S. and worldwide regarding the social impacts of artificial intelligence.

I have been involved in AI research for over 30 years now. My current interests are on planning and decision making in human-in-the-loop and human-aware AI systems. I will say a little more about that later.

While I have a good understanding of the current state of AI and its applications, as I mentioned to your staff I am not an expert on the applications of AI on health care specifically. I did take the time to read the transcripts of your committee's meetings since February and thus have some understanding of what you have already discussed.

As you have already heard, artificial intelligence as a discipline aims to get computers to show behaviour that we would consider intelligent. Intelligence is multifaceted. In my discussions about progress and impact of AI with people outside our field, I often find it useful to contrast the progress of AI to the way human babies acquire their intelligence.

Informally, babies start by showing signs of perceptual intelligence: how to see, hear and touch the world around them. Then they get the physical and manipulative intelligence: how to walk, roll, manipulate objects, et cetera. They then acquire some forms of emotional and social intelligence: how to model other agents and their mental state. Only then do they get into the realms of cognitive intelligence: doing well in standardized tests,

Je suis un professeur de sciences politiques à l'Arizona State University. Je suis également le président actuel de l'Association for the Advancement of Artificial Intelligence, ou l'AAAI, la première organisation scientifique dévouée à l'étude de l'intelligence artificielle. L'AAAI compte de nombreux membres du Canada et a un excellent partenariat avec le Canada. Le professeur Alan Mackworth de l'Université de la Colombie-Britannique a déjà été le président de notre organisation. Nous sommes venus au Canada à plusieurs reprises pour nos conférences annuelles.

J'aimerais également mentionner que je suis un fondateur du Partnership on Artificial Intelligence, un consortium qui a été formé l'an dernier pour se concentrer sur la conception responsable de technologies d'intelligence artificielle. Le partenariat comprend divers intervenants, dont principalement Google, Apple, Amazon, IBM, Facebook et Microsoft, de même que divers organismes à but non lucratif, dont l'AAAI et l'American Civil Liberties Union. Le partenariat prend de l'expansion.

J'ai pensé que cela pourrait vous intéresser, si vous avez des questions sur les initiatives menées aux États-Unis et dans le monde concernant les répercussions sociales de l'intelligence artificielle.

Je participe à des activités de recherche sur l'intelligence artificielle depuis maintenant plus de 30 ans. Je m'intéresse actuellement à la planification et à la prise de décisions relativement aux systèmes d'intelligence artificielle avec intervention humaine. Je vais vous en dire un peu plus à ce sujet plus tard.

Même si je comprends bien la situation actuelle de l'intelligence artificielle et de ses applications, comme je l'ai mentionné à votre personnel, je ne suis pas un expert des applications en matière d'intelligence artificielle sur les soins de santé plus précisément. J'ai pris le temps de lire les délibérations des réunions de votre comité depuis février, et je suis donc au courant de ce dont vous avez déjà discuté.

Comme on vous l'a déjà dit, l'intelligence artificielle en tant que discipline vise à ce que les ordinateurs aient des comportements intelligents. L'intelligence comporte de multiples facettes. Dans le cadre de mes discussions sur les progrès et sur l'incidence de l'intelligence artificielle avec des intervenants qui oeuvrent en dehors de notre domaine, je trouve souvent utile de comparer les progrès dans les technologies d'intelligence artificielle à la façon dont les bébés acquièrent leur intelligence.

Les bébés commencent d'abord à montrer des signes d'intelligence perceptuelle : comment voir, entendre et toucher le monde les entourant. Ils acquièrent ensuite une intelligence physique et de manipulation : comment marcher, se rouler sur le côté, manipuler des objets, et cetera. Ils acquièrent ensuite une certaine forme d'intelligence affective et sociale : comment copier d'autres agents et montrer leur état mental. C'est seulement à ce

playing games like chess, et cetera.

It is interesting to note that the progress in artificial intelligence happened almost in the reverse direction. We had systems showing high levels of cognitive intelligence quite early on. There was the boom of medical expert systems in early 1980s. In the 1990s we had Deep Blue defeating Kasparov. However, it was only recently that AI systems have reached adequate and maybe impressive levels of perceptual intelligence: how to see and hear the world around them.

Surprising as it might seem at first glance, this reverse direction of progress is quite understandable. To a first approximation, AI researchers started first by teaching computers things they consciously know how to do. Perception and manipulation are things that we do quite unconsciously, so the only way to get computers to do them well was to make them learn. For this, we had to wait for the availability of large-scale data. The so-called deep-learning systems that you have heard about existed since 1980s but blossomed only after the Internet made data, be they images, speech signals or text, easily accessible.

This perspective also helps us put in context the recent flurry of interest and commercial applications of artificial intelligence. Advances in perceptual intelligence made it possible for AI to reach a much wider audience. It becomes much easier to experience the fruits of AI technology when your cellphone recognizes your voice and the images around you.

The next wave of developments for AI is expected to come from harnessing the strides already made in cognitive intelligence and connect them to perception, reasoning, planning and action.

Turning to the health care applications of AI, by the late 1980s AI systems were already being used for clinical assistance. They were the big drivers of the expert systems boom. However, they had to be hand-fed inputs. Just as Deep Blue, the chess system, couldn't quite recognize a chess piece but could beat Kasparov, medical expert systems could not see the patient they were diagnosing.

There is a funny anecdote about Mycin, the first expert system, happily diagnosing the hand-fed symptoms of a faulty car engine for internal medical problems.

moment-là qu'ils peuvent développer leur intelligence cognitive : obtenir de bons résultats à des tests standardisés, jouer aux échecs, et cetera.

Il est intéressant de noter que les progrès en matière d'intelligence artificielle vont presque en sens inverse. Nous avons des systèmes qui affichaient des niveaux élevés d'intelligence cognitive très tôt. Il y a eu l'expansion des systèmes médicaux spécialisés au début des années 1980. Dans les années 1990, Deep Blue l'a emporté sur Kasparov. Cependant, ce n'est que récemment que les systèmes d'intelligence artificielle ont atteint des niveaux appropriés, voire impressionnants, d'intelligence perceptuelle : comment voir et entendre le monde les entourant.

De prime abord, il peut sembler étonnant que cette progression en sens inverse soit tout à fait compréhensible. Au début, les chercheurs en intelligence artificielle commencent à enseigner aux ordinateurs des choses qu'ils ne savent pas faire consciemment. La perception et la manipulation sont des choses que nous faisons inconsciemment, alors la seule façon d'enseigner aux ordinateurs de les faire était de leur apprendre. Nous avons dû attendre que des données à grande échelle soient disponibles. Les soi-disant systèmes d'apprentissage en profondeur dont vous avez entendu parler existaient depuis les années 1980, mais ils n'ont pris de l'expansion qu'après l'accès facile aux données sur Internet, que ce soit des images, des signaux sonores ou des messages.

Cette perspective nous aide également à mettre en contexte le vif intérêt que l'on porte récemment à ces technologies et aux applications commerciales de l'intelligence artificielle. Les avancées dans le domaine de l'intelligence perceptuelle ont permis à l'intelligence artificielle d'atteindre un auditoire plus vaste. Il devient beaucoup plus facile de tirer parti des avantages qu'offrent les technologies d'intelligence artificielle lorsque votre téléphone cellulaire reconnaît votre voix et les images autour de vous.

On prévoit que la prochaine vague de développements en matière d'intelligence artificielle s'inspirera des percées qui ont déjà été faites dans le domaine de l'intelligence cognitive pour les lier à la perception, au raisonnement, à la planification et à l'action.

En ce qui concerne les applications en matière de soins de santé de l'intelligence artificielle, avant la fin des années 1980, les systèmes d'intelligence artificielle étaient déjà utilisés pour offrir une assistance clinique. Ils ont grandement contribué à l'expansion des systèmes spécialisés. Cependant, ils devaient être assistés par l'humain. Tout comme Deep Blue, le système de jeu d'échecs, qui ne pouvait pas reconnaître un pion mais pouvait battre Kasparov, les systèmes médicaux spécialisés ne pouvaient pas voir le patient qu'ils diagnostiquaient.

Il y a une anecdote amusante à propos de Mycin, le premier système spécialisé, qui pouvait diagnostiquer les systèmes d'un moteur défectueux pour détecter des problèmes médicaux internes.

The new wave of AI applications are able to combine perception with reasoning and diagnosis, for example, reading X-rays, cardiograms and photographs. These new technologies can help us tackle some of the most intractable problems related to health care including human errors in hospitals that according to some studies is the third leading cause of deaths in the United States where I live.

One long-standing tension in our field of artificial intelligence has been with artificial intelligence versus intelligence augmentation, AI versus IA, for short. Most AI research outside health care applications focused more on getting systems to operate autonomously and on their own rather than with humans in the loop. When you have humans in the loop, as would be the case with especially applications in health care, the AI systems need aspects of emotional and social intelligence. In particular, they need to be able to model the mental states and intentions of their human teammates, behave in explicable ways, show appropriate emotional responses and provide adequate explanations of their recommendations. This is the only way they can earn the trust of the humans in the loop.

Human-aware AI systems are crucial for applications of AI in health care, especially when you start looking at systems that interact directly with patients, whether to encourage healthy behaviours or to provide direct home care for the elderly or injured.

The advances in AI research and the widening use of AI technologies have also brought to the fore concerns about responsible and ethical use of these technologies. While voluminous amounts of health-related data are increasingly available and can be leveraged to provide better health care, it is critical to put in place best practices that preserve the privacy and confidentiality of the patients. This requires both technical developments, such as the use of blockchain technology, and policy decisions.

Another issue is data bias. In an inclusive multiracial and multicultural democracy such as yours, it is crucial that the predictive models guiding health care decisions are learned from data that is truly representative of the entire population.

Initiatives and organizations including my own organization, AAAI, and Partnership on AI which I mentioned earlier, are looking into some of these challenges but much remains to be done.

I want to end, if I may, with a personal recommendation to the committee. The so-called deep-learning revolution owes a considerable debt to the farsightedness of the Canadian funding

La nouvelle vague d'applications d'intelligence artificielle a pu combiner la perception avec le raisonnement et le diagnostic, par exemple, la lecture de radiographies, d'échocardiogrammes et de photographies. Ces nouvelles technologies peuvent nous aider à régler quelques-uns des problèmes les plus insolubles en matière de soins de santé, y compris les erreurs humaines commises dans les hôpitaux qui, d'après certaines études, sont la troisième principale cause de décès aux États-Unis, où je vis.

Il existe une tension depuis longtemps dans notre domaine entre l'intelligence artificielle et l'amélioration de l'intelligence, soit l'IA par rapport à l'AI. La majorité des recherches en matière d'intelligence artificielle en dehors des applications de soins de santé visaient surtout à rendre les systèmes autonomes, sans qu'une intervention humaine soit nécessaire. Lorsque les humains interviennent, comme ce serait le cas surtout avec des applications en soins de santé, les systèmes d'intelligence artificielle doivent être assortis d'aspects liés à l'intelligence affective et sociale. Plus particulièrement, ils doivent pouvoir reproduire les états mentaux et les intentions de leurs coéquipiers humains, présenter des comportements explicables, avoir des réponses affectives appropriées et fournir des explications adéquates de leurs recommandations. C'est la seule façon qu'ils peuvent gagner la confiance des humains.

Les systèmes d'intelligence artificielle qui sont conscients de la présence humaine sont essentiels pour les applications d'intelligence artificielle dans les soins de santé, surtout lorsqu'on commence à examiner les systèmes qui interagissent directement avec les patients, que ce soit pour encourager des comportements sains ou pour offrir des services à domicile à des personnes âgées ou blessées.

Les avancées dans la recherche sur l'intelligence artificielle et l'utilisation accrue des technologies d'intelligence artificielle ont également fait ressortir des préoccupations sur l'utilisation responsable et éthique de ces technologies. Même si d'importantes quantités de données liées à la santé sont de plus en plus disponibles et peuvent être utilisées pour fournir de meilleurs soins de santé, il est essentiel de mettre en place des pratiques exemplaires qui préservent la vie privée et la confidentialité des patients. Il faut à la fois des développements techniques, notamment l'utilisation de technologies de chaîne de blocs, et des décisions stratégiques.

Il y a aussi l'altération des données. Dans une démocratie multiraciale et multiculturelle inclusive comme la vôtre, il est essentiel que les modèles de prévision qui orientent la prise de décisions en matière de soins de santé s'appuient sur des données qui sont vraiment représentatives de la population entière.

Des initiatives et des organismes, dont mon organisation, AAAI, et Partnership on Artificial Intelligence, que j'ai mentionné plus tôt, se penchent sur certains de ces défis, mais il y a encore beaucoup de travail à faire.

Je veux terminer mes remarques, si vous le permettez, en faisant une recommandation personnelle au comité. La soi-disant révolution de l'apprentissage en profondeur doit énormément à la

agencies in continuing to support research into neural networks when much of the rest of the world had moved on to other things. Canada richly deserves to reap the benefits of its investments into this basic research. I am heartened by the astounding entrepreneurial activity in the Montreal and Toronto corridors.

As impressive as its recent successes have been, deep learning is only a part of the broader AI enterprise. The good news is that the Canadian AI research community itself is a whole lot broader and multifaceted. I hope that your government continues to support basic research across the full breadth of artificial intelligence.

Paraphrasing one of Canada's famous sayings, broad-based support for basic research is the only way to ensure that you skate to where the puck is going to be rather than where it has been.

I thank you for your attention, and I am happy to take any questions.

The Chair: Thank you both very much. I'm now going to open the floor to my colleagues.

I want to again remind you to please identify who you are directing your question to, in the first instance.

Senator Stewart Olsen: Thank you for your presentations and for taking the time to do this for us.

Dr. Kambhampati, you make an interesting point, one that I tried to get to yesterday with our witness that didn't explain as well as you do that predictive models are learned from data that's truly representative of the population.

My concerns are where the data comes from. How are we moving forward with ensuring that our data are sound? There were mentions of Google yesterday, but everyone knows that you can't always trust what you're finding on the Internet. How are you looking at ensuring that it's accurate and representative?

Mr. Kambhampati: There are two different issues here. General learning systems including the image recognition systems have basically learned from publicly available data. Much of the deep learning based medical imaging systems started off with a particular benchmark set of data called ImageNet that was not representative of the part of the world we lived. It was somewhat different in that it had a rather unhealthy fixation with dogs. Of the 1,000 categories of the things ImageNet has, 200 of them are dog pictures. Just as we dream in terms of human faces, the current deep-learning systems tend to dream in terms of dog faces. I bring this up only to point out that just because the data are available doesn't necessarily mean that it is particularly representative of the world we live in.

vision des organismes de financement canadiens qui ont continué d'appuyer des recherches dans des réseaux artificiels alors que le reste du monde avait passé à autre chose. Le Canada mérite amplement de profiter des avantages de ses investissements dans la recherche fondamentale. Je me réjouis de voir l'incroyable activité entrepreneuriale dans les corridors de Montréal et de Toronto.

Aussi impressionnants que ses récents succès soient-ils, l'apprentissage en profondeur n'est qu'un élément des activités globales en matière d'intelligence artificielle. La bonne nouvelle est que le milieu canadien de la recherche en matière d'intelligence artificielle est beaucoup plus vaste et comporte plusieurs facettes. J'espère que votre gouvernement continuera d'appuyer la recherche fondamentale dans l'ensemble des projets liés à l'intelligence artificielle.

Pour paraphraser un énoncé célèbre du Canada, un soutien généralisé à la recherche fondamentale est la seule façon de prévoir la trajectoire de la rondelle plutôt que d'aller là où elle se trouvait.

Je vous remercie de votre attention, et je serai ravi de répondre à vos questions.

Le président : Je vous remercie tous les deux infiniment. Je vais maintenant laisser la parole à mes collègues.

Je tiens à vous rappeler de préciser à qui s'adresse votre question, la première fois que vous interpellez un témoin.

La sénatrice Stewart Olsen : Je vous remercie de vos exposés et du temps que vous nous accordez.

Monsieur Kambhampati, vous faites valoir un point intéressant. J'ai d'ailleurs essayé hier d'aborder la question avec notre témoin, qui n'a pas expliqué aussi bien que vous le fait que les modèles prédictifs sont tirés de données véritablement représentatives de la population.

Ce qui me préoccupe, c'est la provenance des données. Comment allons-nous nous assurer que nos données sont fiables? Il était question de Google hier, mais tout le monde sait qu'on ne peut pas toujours se fier à ce qu'on trouve sur le Web. Comment envisagez-vous de vous assurer que les données sont exactes et représentatives?

M. Kambhampati : Il y a deux enjeux différents ici. Les systèmes d'apprentissage généraux, y compris les systèmes de reconnaissance d'images, ont essentiellement pu apprendre à partir des données accessibles au public. La plupart des systèmes d'imagerie médicale fondés sur l'apprentissage en profondeur ont commencé avec un ensemble particulier de données de référence du nom d'ImageNet, qui n'étaient toutefois pas représentatives de notre région du monde. Les données étaient quelque peu différentes en raison d'une fixation plutôt malsaine sur les chiens. Parmi les 1 000 catégories qui se retrouvent dans ImageNet, 200 sont des images de chiens. Tout comme nous rêvons de visages humains, les systèmes actuels d'apprentissage en profondeur ont tendance à rêver de faces de chiens. Je soulève ce point simplement parce que le fait que des données soient

When it comes to things like health care data, thankfully it's not the case that health care data are directly available on the Internet. It should be very carefully controlled in terms of access to the data. My point is that it's very important for governmental agencies to ensure that the data they are collecting are collected from representative populations.

As much as I've been working in AI forever, Alexa still doesn't recognize my voice quite well because most of these voice-recognition systems are apparently not trained on my kind of voice. It's fine if it's just a voice-recognition system, but if I were to have a heart attack and I go to a hospital where they are trying to decide my fate based on the data that is not representative of basically my body type, it would be a very bad situation.

This is more a recommendation about how governments and the public agencies should be making sure the data they're collecting is truly representative of their entire population.

Senator Stewart Olsen: Dr. Lafrenz, could you tell me in your exciting world, for the benefit of our audience, what are you finding in Europe that is one of the most exciting new things coming out in medicine that you would say is just amazing?

Mr. Lafrenz: When we speak to surgeons, for example, there are several areas. One is surgical robotics. They say we have high-level simulation technology and many analytic measurement technologies, but the actual surgery, especially when it comes to bones or cutting out some parts, is still pretty traditional and not a modern thing. There is tremendous room for improvement to enable surgeons to get robotic technology to support them in actual surgery.

A second big part of health care related improvement is possible in the area of rehabilitation where you would normally only get once a week treatment with a home device that is rented to you. You could exercise even a couple of times a day, which could make a huge improvement.

I'm referring to technology such as exoskeletons and other specific technologies. We had some in my previous project when I worked at the TU of Munich in Germany as a researcher. We had some projects related to arm and hand rehabilitation. Also AI technology was used to a certain extent to improve the movement, to learn from the capabilities and to adapt to the individual needs for individual motion panels. In the health care environment we can think more about the logistic part and automation of some service departments in hospitals. It's not one focus; it's really a broad area.

accessibles ne signifie pas nécessairement qu'elles sont particulièrement représentatives du monde dans lequel nous vivons.

Heureusement, les données en matière de santé ne se trouvent pas directement sur le Web. L'accès à ces données devrait être soigneusement contrôlé. Ce que je veux dire, c'est qu'il est très important que les organismes gouvernementaux s'assurent que les données recueillies proviennent de populations représentatives.

Même si je travaille avec l'intelligence artificielle depuis longtemps, Alexa a toujours du mal à reconnaître ma voix étant donné que la plupart des systèmes de reconnaissance vocale ne sont apparemment pas habitués à mon type de voix. Ce n'est pas un problème dans le cas d'un système de reconnaissance vocale, mais ce serait très grave si j'étais terrassé par une crise cardiaque, puis que je me rendais à un hôpital où mon sort serait décidé à partir de données qui ne sont pas représentatives de mon physique.

Nous recommandons plutôt aux gouvernements et aux organismes publics de veiller à ce que les données qu'ils recueillent soient vraiment représentatives de l'ensemble de la population.

La sénatrice Stewart Olsen : Monsieur Lafrenz, pourriez-vous parler de votre monde passionnant à notre public? En Europe, quelle est selon vous la nouveauté la plus excitante pour la médecine, la chose que vous trouvez tout simplement géniale?

M. Lafrenz : Si nous parlons à des chirurgiens, par exemple, nous constatons que plusieurs choses sont intéressantes, y compris la robotique chirurgicale. Les chirurgiens disent bénéficier d'une technologie de simulation avancée et de nombreuses technologies de mesure analytique, mais que la chirurgie elle-même est encore plutôt traditionnelle et n'a rien de moderne, surtout dans le cas des os ou du retrait de certains organes. Il serait tout à fait possible d'améliorer les choses en permettant aux chirurgiens d'obtenir l'aide de la robotique pendant leurs interventions.

Un deuxième grand volet des soins de santé qui pourrait être amélioré est la réadaptation, où un patient reçoit normalement un traitement par semaine. S'il pouvait louer un appareil à la maison, le patient pourrait faire ses exercices jusqu'à deux ou trois fois par jour, ce qui représenterait une amélioration de taille.

Je parle de technologies comme les exosquelettes et d'autres technologies précises. Il y en avait dans mon projet précédent, à l'époque où j'étais chercheur à l'Université technique de Munich, en Allemagne. Nous avions des projets sur la réadaptation des bras et des mains. En outre, une technologie d'intelligence artificielle était employée dans une certaine mesure pour améliorer le mouvement; elle permettait d'apprendre des capacités du patient et de s'adapter à ses besoins en matière de mouvements. Dans le milieu des soins de santé, nous pensons surtout à la logistique et à l'automatisation de certaines unités de service des hôpitaux. Ce n'est pas ciblé; il s'agit plutôt d'un vaste domaine.

Senator Seidman: Perhaps I will start with you, Dr. Lafrenz.

You described at the very outset a structure for integrating the many aspects of development and the many stakeholders. You started out by saying technology readiness levels, integrating the stakeholders and individual topic groups, just to remind you of what you started with that I'd like to ask you about. Then your input is sent to a funding body and they make choices based on your input and other things, presumably.

I'm trying to understand the connection between euRobotics and SPARC and how this whole enterprise functions to maximize priority settings?

Mr. Lafrenz: First, euRobotics is the private association. We have around 270 members from small research labs up to the big corporations including ABB, end users such as Proctor & Gamble and others that define the needs of their specific areas. Therefore we are able to collect in a systematic way the end users, researchers and industries that create components, products or software components the actual technology which will end up in the market. All this information is collected through structured workshops. SPARC is more or less the contract between us as the association representing large parts of the community in Europe and the European Commission.

We provide the input in a way that the commission asks us to give more or less suggestions for the next work program. It's up to the European Commission to finally decide, but they are carefully listening to what we extract from individual workshops on various levels within separate topic groups on health aspects. Then a prioritization is done which is discussed with all topic group leaders. The representation is forwarded to the board of directors of our association and they come up with a final suggestion to prioritize focus areas or whatever they are called in the specific context. Then the European Commission defines the budgets related to individual funding mechanisms and topics.

Senator Seidman: The reason I'm asking is that clearly in our study we are trying to understand the way forward for Canada. My question concerns the best way to structure any kind of integrated system for development of AI robotics in a country so that it is prioritizing and effectively developing some kind of actionable plan to move forward in this area.

Do you have recommendations to make about the kind of body or structure that would maximize an ability to jump forward in this area?

La sénatrice Seidman : Je vais peut-être commencer par vous, monsieur Lafrenz.

Au tout début de votre exposé, vous avez décrit une structure permettant d'intégrer les nombreux aspects du développement et les différents intervenants. Vous avez commencé en parlant de la maturité technologique, puis avez abordé l'intégration des intervenants et des groupes thématiques. Je voulais vous rappeler par quoi vous avez commencé, et ce sur quoi j'aimerais vous poser une question. Vos commentaires sont ensuite soumis à un organisme de financement, qui se prononce vraisemblablement en fonction de votre opinion et d'autres critères.

J'essaie de comprendre le lien entre euRobotics et SPARC. Comment toute cette initiative arrive-t-elle à maximiser l'établissement des priorités?

M. Lafrenz : Tout d'abord, euRobotics est une association privée. Nous avons quelque 270 membres, qui oscillent entre les petits laboratoires de recherche et les grandes entreprises, y compris ABB, des consommateurs comme Proctor & Gamble et d'autres qui définissent les besoins de leurs secteurs respectifs. Nous sommes donc en mesure de recueillir systématiquement des renseignements auprès des consommateurs, des chercheurs et des joueurs de l'industrie qui créent des composantes, des produits ou des logiciels, pour les intégrer à la technologie qui finira sur le marché. Toutes ces informations sont recueillies au moyen d'ateliers structurés. SPARC représente donc en quelque sorte le contrat entre la Commission européenne et nous, l'association qui représente une bonne partie du milieu en Europe.

Nous soumettons des commentaires, et la CE nous demande en quelque sorte des suggestions pour le prochain programme de travail. La décision définitive incombe à la CE, mais ses responsables écoutent attentivement ce que nous retirons des ateliers que nous organisons à divers échelons, au sein des différents groupes thématiques sur la santé. Les priorités sont ensuite établies en collaboration avec tous les dirigeants des groupes thématiques. La proposition est soumise au conseil d'administration de notre association, qui émet alors une proposition finale visant à déterminer les domaines prioritaires ou ce qui les intéresse dans le contexte en question. La CE définit ensuite les budgets relatifs aux différents mécanismes de financement et thèmes.

La sénatrice Seidman : La raison pour laquelle je pose la question, c'est que notre étude vise manifestement à déterminer la voie à suivre pour le Canada. J'aimerais connaître la meilleure façon de structurer tout type de système intégré qui permettrait le développement de l'intelligence artificielle et de la robotique au pays, de façon à établir les priorités et à élaborer efficacement un plan réalisable qui nous permettrait d'aller de l'avant dans ce domaine.

Avez-vous des recommandations sur le type d'organisme ou de structure qui nous permettrait le mieux de faire un bond dans ce secteur?

Mr. Lafrenz: Based on our experience it takes a long while until we get all stakeholders on board and able to communicate. Even the same words and sentences are understood from large industry on a research technical level up to the management level.

We started with community building about 10 years ago and now we have big fora where people meet. In the beginning it was more separated with one industrial day, one academic day and one mixed day. Last week it was different in Edinburgh. We had more than 800 people from European robotics covering all the different dimensions reflected in the topic groups.

On the process to come to action, my personal suggestion would be to have a structured dialogue between all the stakeholders to extract the needs of the users and to see whether valuable potential from the research side flows into activities; then have a look at where the funding is already available or where there is no need for funding because of the industry's own interest to proceed; and then identify the gaps.

Health care is a typical example where we need public funding because health care is one of the areas like transport where everyone, every single citizen, is involved and needs to benefit from it. This is typically a requirement where public money is well spent.

On the other hand, to proceed not only within the country but also internationally, we need to come up with common standards. We need to define international standards to be able to create an ecosystem where a product or component produced in Canada is easily interoperable with other systems or components created somewhere else in the world.

The standardization is not only at a technical level. It also requires harmonization of regulation and legislation. Specifically related to Europe but also within several provinces within Canada, the traffic regulations are individual. You might have a problem. You need to provide several different software which is switched if you cross the border. This is not only a personal frustration for you if you have to reload at the border but also something that would make international trade and development easier. It is the same for health care, for the data protection rules and so on.

Senator Seidman: Thank you very much Dr. Lafrenz. I appreciate that.

Dr. Kambhampati, I have a similar question for you, building on the points you made at the end of your presentation to us wherein you said that Canada richly deserves to reap the rewards of its investments into basic research and that they had done a lot of groundwork that led to the development for deep thinking.

M. Lafrenz : D'après notre expérience, il faut beaucoup de temps avant de convaincre tous les intervenants et d'être en mesure de communiquer. Même les mots et les phrases d'une industrie importante doivent être compris tant par les techniciens de recherche que par les gestionnaires.

Nous avons commencé à bâtir la communauté il y a une dizaine d'années, et nous avons désormais de grandes tribunes où les gens se rencontrent. Au début, les activités étaient plutôt séparées; une journée était réservée à l'industrie, une autre au milieu universitaire, puis il y avait une journée mixte. La semaine dernière, les choses se sont passées différemment à Édimbourg. Nous avons réuni plus de 800 spécialistes de la robotique en Europe qui représentaient les différentes sphères des groupes thématiques.

Pour ce qui est de la façon de passer à l'action, je vous proposerais d'engager un dialogue structuré entre tous les intervenants afin de déterminer les besoins des utilisateurs et de voir si les trouvailles éventuellement précieuses qui émanent des recherches peuvent être intégrées aux activités. Il faut ensuite vérifier s'il y a déjà du financement, ou si aucun financement n'est nécessaire étant donné que l'industrie est prête à aller de l'avant. Il faut enfin relever les lacunes.

Les soins de santé sont un exemple typique de secteur où le financement public est nécessaire, étant donné qu'il touche chaque citoyen et que chacun doit en bénéficier, comme dans le cas des transports. C'est généralement une obligation, et les deniers publics sont bien dépensés.

En revanche, il faut établir des normes communes pour aller de l'avant non seulement au pays, mais aussi à l'échelle internationale. Nous devons définir des normes internationales pour créer un écosystème dans lequel tout produit ou toute composante fabriqués au Canada puissent facilement être employés avec les systèmes ou les composantes d'ailleurs.

L'uniformisation des pratiques ne se limite pas au plan technique. Il faut également harmoniser la réglementation et les lois. Dans le cas plus particulier de l'Europe, mais aussi de plusieurs provinces canadiennes, chaque instance a ses propres règles relatives à la circulation. Voilà qui pourrait poser problème. Il faut fournir différents logiciels, qui doivent être changés à la frontière, ce qui peut être frustrant. Une telle uniformisation faciliterait donc le commerce international et le développement. Il en va de même pour les soins de santé, les règles en matière de protection des données et le reste.

La sénatrice Seidman : Merci beaucoup, monsieur Lafrenz. Je vous suis reconnaissante de votre réponse.

Monsieur Kambhampati, j'aimerais vous poser une question semblable qui s'inspire des points que vous avez fait valoir à la fin de votre exposé. En effet, vous dites que le Canada mérite largement de récolter les fruits de ses investissements en recherche fondamentale, et que bien des travaux préparatoires ont été réalisés pour mener au développement de la réflexion en profondeur.

Canada, it has been said, hasn't been so good at going from basic research to market. We might do a lot of basic research, but somehow we don't seem to manage to see it through to the final stages. Why do you think that is and what recommendations would you have to make in the area, specifically to a government, so that they might be able to improve this?

Mr. Kambhampati: First of all, I am in an academic setting, so I am probably not the best person to recommend how to start industries. I want to make a small clarification. What I meant about Canada's investments was on deep learning, not on deep thinking. Deep learning is a specific technical term, which is a particular type of neural network based learning.

It is interesting that research is ultimately a human endeavour. People find things to be hot at certain times, and they are involved in the mentality of working in a certain area. To some extent to me, funding agencies should have a more overarching attitude toward ensuring that multiple important areas are supported. To me, when I look back to the early 2000s pretty much everywhere else neural network research had more or less come to a standstill.

These are all the different places where people were strategizing on where exactly it would be but apparently they were completely wrong because there was no way of predicting exactly what sorts of research will work. Otherwise, it won't be research.

To me, it's great to think about the fact that Canadian funding agencies continue to support neural network research, which is now obviously one of the most impressive technologies that have made the AI scope broadly applicable.

The only point I was making was just as we did not know exactly where we were going to be back in the 2000s, we still don't know right now which technology will be taking us to the next level. From the research point of view, I believe it is very important to make sure that you have a broad-based portfolio. Of course, exploitation of the research, not in a bad sense but in the sense of using the research that you have done to bring it to the marketplace, is a very important aspect. I can clearly see a lot more about how the industries, all the Googles and Facebooks, have started having labs in Canada. Every day I hear news about more money and more start-ups in the Montreal corridor in particular and more recently in Toronto too.

I don't have any specific advice on how to bring research products to market, but as a researcher and as somebody representing the AI community as a whole I am grateful that your funding agencies had the foresight not to follow whatever was currently working back in 2006. Just as they didn't know then they won't know now. It's very important not to assume that

On dit que le Canada n'a pas très bien réussi à commercialiser les fruits de la recherche fondamentale. Nous réalisons beaucoup de recherches fondamentales, mais pour une raison quelconque, nous ne semblons pas atteindre les étapes finales. Quelle en est la raison, selon vous, et quelles seraient vos recommandations à ce chapitre? Plus précisément, que recommanderiez-vous au gouvernement pour améliorer ce volet?

M. Kambhampati : Tout d'abord, puisque je viens du milieu universitaire, je ne suis probablement pas le mieux placé pour émettre des recommandations sur la façon de faire naître une industrie. Je tiens toutefois à apporter une petite précision. J'ai parlé des investissements du Canada dans l'apprentissage en profondeur, et non pas dans la réflexion en profondeur. En fait, l'apprentissage en profondeur est un syntagme technique précis qui caractérise un type d'apprentissage basé sur le réseau neuronal.

Il est intéressant de noter que la recherche est finalement une activité humaine. Il arrive que les chercheurs trouvent certaines choses fascinantes et aient l'habitude de travailler dans un secteur donné. Je pense dans une certaine mesure que les organismes de financement devraient adopter une attitude globale et s'assurer de soutenir plusieurs domaines importants. Au début des années 2000, je me souviens que les recherches sur le réseau neuronal étaient plus ou moins au point mort à peu près partout ailleurs.

À ces différents endroits, les gens élaboraient des stratégies sur le domaine exact dans lequel la technologie serait employée, mais ils étaient vraisemblablement dans l'erreur puisqu'ils n'avaient aucun moyen de prédire exactement quel genre de recherches allait donner des fruits. Sinon, ce ne serait pas de la recherche.

Je trouve formidable que les organismes de financement canadiens continuent de soutenir les recherches sur le réseau neuronal, qui est désormais l'une des technologies les plus impressionnantes ayant permis de généraliser l'utilisation de l'intelligence artificielle.

Ce que je voulais dire, c'est qu'au même titre que nous ne savons pas exactement quelle voie suivre dans les années 2000, nous ne savons toujours pas quelle technologie nous mènera à l'étape suivante. Sur le plan de la recherche, il est très important de vous assurer d'avoir un portefeuille large. Il va sans dire qu'il faut absolument tirer parti de la recherche, non pas dans un sens négatif, mais plutôt dans le sens de mettre en marché les recherches réalisées. Je constate manifestement qu'un grand nombre d'industries, comme Google et Facebook, commencent à avoir des laboratoires au Canada. J'entends parler chaque jour d'investissements et d'entreprises en démarrage dans le corridor de Montréal, et depuis peu à Toronto aussi.

Je n'ai pas de conseils précis à vous donner sur la façon de mettre en marché les produits de la recherche, mais en tant que chercheur et représentant du milieu de l'intelligence artificielle, je suis reconnaissant que vos organismes de financement aient eu la sagesse de ne pas se limiter à tout ce qui fonctionnait en 2006. Ils ne savent pas plus aujourd'hui qu'à ce moment ce qui

whatever is currently working is the only thing we ever needed.

Technically speaking, neural network deep learning is a particular solution to doing perceptual learning. That's a small part of artificial intelligence. There are many other aspects. Even when we come to health care applications, for example, as I pointed out, things like the ability to model other people, other people's minds and mental states, wind up being extremely important.

The human factor aspects have sort of been the Rodney Dangerfield of AI research for a long time. They didn't get enough respect, but I think they have to get a lot more respect going forward because an extremely useful system is of no use if people don't want to use it. People decide to use it or not use it based on how comfortable they feel with the technology.

Another interesting point is that as medical technology and support systems become advanced, human doctors in the loop will need to keep up with the technology. That would involve essentially these technologies being able to explain themselves, providing explanations and showing explicable behaviour. These are things that in my view will be as important as making appropriate applications of AI to health care scenarios.

Mr. Lafrenz: I fully agree. As for my background, just to explain why I'm able to address this point, I did my diploma thesis on neural networks a long time ago. One of big issues here is an explanation component to extract from neural networks and other AI technologies a clear statement of why and how the decision was made. This is absolutely important. We are still lacking acceptance especially when it comes to levels where a system needs certification in a security area, be it for driving a nuclear power plant or in the medical environmental or to control an airplane.

Without this explanation, it's hard to get the certification for it. We need to work toward bringing AI to a level where it's certifiable.

Senator Raine: Thank you both very much. It's most interesting.

This question would be for Dr. Kambhampati. You are doing artificial intelligence and trying to gather information from as broad a base as possible. Yet, in reality as humans, we are all a bit different. Your voice, for instance, is different from my voice.

Does it not make sense when you gather all the information to be able to run it through a screen that more accurately pinpoints an individual to whom the artificial intelligence use is being targeted?

fonctionnera. Il est très important de ne pas présumer que ce qui fonctionne actuellement est la seule chose dont nous avons besoin.

Sur le plan technique, l'apprentissage en profondeur fondé sur le réseau neuronal est une solution propre à l'apprentissage perceptif. Il s'agit d'un volet restreint de l'intelligence artificielle. Mais le secteur comporte beaucoup d'autres aspects. Pour ce qui est des applications en santé, comme je l'ai souligné, des choses comme la capacité à modéliser des personnes, des esprits et des états mentaux finissent par être extrêmement importantes.

Pendant longtemps, les volets relatifs au facteur humain ont été comme le Rodney Dangerfield de la recherche sur l'intelligence artificielle. Ils n'ont pas reçu suffisamment d'attention, mais je pense qu'ils devront être beaucoup plus respectés à l'avenir, car tout système extrêmement utile ne sert à rien si personne ne veut l'employer. Les gens choisiront de l'utiliser ou non en fonction de leur aise à l'égard de la technologie.

Il est aussi intéressant de noter que tandis que la technologie médicale et les systèmes de soutien se perfectionnent, les médecins visés devront suivre le rythme de cette évolution. Il faudra donc essentiellement que les technologies puissent s'expliquer, fournir des clarifications et adopter des comportements explicables. Je suis d'avis que ces éléments seront aussi importants que l'utilisation judicieuse de l'intelligence artificielle dans le système de santé.

M. Lafrenz : Je suis tout à fait d'accord. Permettez-moi de préciser que j'ai fait ma thèse sur les réseaux neuronaux il y a longtemps, ce qui explique pourquoi je peux me prononcer sur la question. L'un des grands enjeux ici se rapporte aux justifications. Les réseaux neuronaux et les autres technologies d'intelligence artificielle doivent pouvoir dire clairement pourquoi et comment la décision a été prise. C'est tout à fait essentiel. L'acceptation fait encore défaut, surtout lorsque le système en question doit obtenir une certification dans un domaine relatif à la sécurité, qu'il vise à gérer une centrale nucléaire ou un environnement médical, ou à diriger un avion.

Sans une telle capacité d'explication, il est difficile d'obtenir la certification requise pour le système. Nous devons donc faire en sorte que l'intelligence artificielle puisse obtenir ce genre de certifications.

La sénatrice Raine : Je vous remercie infiniment tous les deux. C'est fort intéressant.

Ma question s'adresse à M. Kambhampati. Vos activités se rapportent à l'intelligence artificielle et vous tentez de recueillir des informations d'une population aussi vaste que possible. Pourtant, les humains sont tous un peu différents, en réalité. Par exemple, votre voix est différente de la mienne.

Lorsque vous recueillez l'ensemble des renseignements, ne serait-il pas logique de filtrer les données de façon à représenter plus précisément la personne pour qui l'intelligence artificielle est employée?

Mr. Kambhampati: You are talking about customization. There are two aspects to this. One of the issues of the current technology, especially the learning technology, is that it is quite data intensive. Humans tend to learn at least at the cognitive level from very few examples.

Most of the technology that's working right now requires large numbers of examples. That is very important if you want a system to be personalized to a single person. For example, a voice-recognition system should of course train itself to my voice, but it takes time for it to get enough samples of my voice for it to be trained. Similarly it is even more so in the case of health care scenarios. Unless I fall sick often enough, it will not learn exactly what kinds of things will happen to me.

You ultimately have to put me in some kind of an equivalence class of perhaps Asian-American immigrants and then make sure there is enough data gathered about that particular subgroup.

Once you have the system fielded and if I have a personalized health care assistant just for me, over a period of time it will learn mostly from the data on my own health. I guess that will happen after it has been fielded. Actually, before it is fielded it still has to be trained on data that is representative of the group that I might belong to.

The bigger issue is just to make sure that you don't take 10,000 people's health records. You have to make sure that the records you are training on are connected to the groups, to the population distribution, in an appropriate way.

I don't know whether that answers your question.

Senator Raine: It does and it doesn't because obviously there is a possibility of getting into racial profiling in terms of data-gathering. I don't know whether that would be helpful. Even further, you could do some screening in terms of genetic screening so you know how the data works from a genetic point of view. I guess we are still learning all this.

Mr. Kambhampati: As I mentioned toward the end of my statement, there are many important policy issues to be thought through carefully about data gathering. Clearly, things like racial profiling are probably less worrisome in the case of health care because in some sense my health depends on the race I come from. It's not just a science.

It's also the case that there are certain kinds of health information, especially the personal health information that needs very strong privacy and confidentiality protections. It has been seen sociologically that people do not divulge their data if they do not feel confident that it won't be misused against them. That can lead to an unfortunate vicious cycle of people not divulging data which then does not help the health care that they will eventually get.

M. Kambhampati : Vous parlez de la personnalisation, qui comporte deux volets. Un des problèmes de la technologie actuelle, en particulier de la technologie d'apprentissage, c'est qu'elle nécessite énormément de données. Or, les humains ont tendance à apprendre à partir de très peu d'exemples, du moins sur le plan cognitif.

En revanche, la plupart des technologies actuellement employées nécessitent un grand nombre d'exemples. Cet aspect est très important si vous souhaitez personnaliser un système pour une seule personne. Par exemple, un système de reconnaissance vocale devrait bien entendu s'habituer à ma voix, mais il lui faut du temps pour obtenir suffisamment d'échantillons pour être formé. Dans le même ordre d'idées, c'est encore plus vrai dans le cas du système de santé. À moins que je ne tombe malade assez souvent, le système ne pourra pas apprendre exactement le genre de choses qui vont m'arriver.

Il faudrait au bout du compte me placer dans une catégorie d'immigrants asiatiques américains, peut-être, puis s'assurer qu'il y ait suffisamment de données sur ce sous-groupe en particulier.

Une fois le système mis en place, si j'ai un assistant personnalisé exclusivement pour mes besoins en matière de santé, il finira par apprendre surtout des données sur ma propre santé. Je suppose que c'est ce qui arrivera une fois le système bien établi. En fait, avant qu'il ne soit déployé, il faudra lui enseigner les données représentatives du groupe auquel j'appartiens.

Le plus grand enjeu, c'est de ne pas prendre 10 000 dossiers médicaux personnels au hasard. Il faut que les dossiers utilisés dans la formation soient liés adéquatement aux groupes visés, au segment de la population visé.

Je ne sais pas si cela répond à votre question.

La sénatrice Raine : Oui et non, parce qu'il y a un risque évident que la collecte de données favorise un profilage racial. Je ne suis pas certaine que ce serait utile. De même, on pourrait faire une analyse génétique pour déterminer comment les données s'appliquent selon le profil génétique. Je suppose que nous sommes encore en période d'apprentissage.

M. Kambhampati : Comme je l'ai mentionné vers la fin de mon exposé, il y a beaucoup de questions stratégiques importantes auxquelles il faut réfléchir attentivement en ce qui concerne la collecte de données. Clairement, la perspective d'un profilage racial, par exemple, n'est probablement pas trop inquiétante dans le domaine de la santé, parce que d'une certaine façon, ma santé dépend de ma race d'origine. Mais il n'y a pas que la science.

Il y a aussi certains types de renseignements du dossier de santé, particulièrement les renseignements sur l'état de santé de la personne, qui doivent faire l'objet de protections très fortes pour assurer la confidentialité. On observe sociologiquement que les gens ne divulguent pas leurs données s'ils ne sont pas certains qu'elles ne seront pas utilisées contre eux. Cela peut mener à un malheureux cercle vicieux, puisque le fait de ne pas divulguer certaines données peut nuire aux soins de santé que la personne recevra plus tard.

It's important upfront to make sure people know their confidentiality will be protected. As I said, it should not only be done but should be seen to be done. Confidentiality and privacy should not only be there, but they should be seen to be provided.

There are some activities beginning. I am thinking about a couple of things like Google DeepMind folks started talking about how there is a danger that blockchain technology can be misused and how to ensure that patient data are not being misused.

Notice that blockchain technology came from Bitcoin and electronic currency, but it's now actually being used to ensure that both transparency and privacy are afforded for health care data. As we go forward, this sort of thing will get to some of the very important points you are raising: How do we make sure that people provide the data at the same time as we make sure that we don't misuse it and they know we will not misuse it?

Senator Frum: My question was exactly on the subject you have been discussing, professor. Let me ask both of our witnesses to expand a little more broadly.

Studies seem to show there is resistance on the part of health care professionals and I also think patients. Anecdotally, I was recently asked by my doctor to log in all of my information. Maybe it's a generational thing and a younger generation would be more receptive to these kinds of requests than my generation.

We know about the privacy and confidentiality challenges. Are there other barriers when it comes to adopting digital records in the health care field? Other than privacy and confidentiality can you think of other barriers that exist that prevent the widespread acceptance of the technologies?

Mr. Kambhampati: First, you pointed out there may be resistance for people to share information with this advanced technology. There has also been research showing that in certain cases and for certain demographics they much prefer talking to computers than to people.

There has been published research showing that in the case of psychiatric disorders, for example, people are much more willing to be upfront about what is ailing them when they think that they are talking to a computerized medical assistant rather than to a human. I think we are trained to worry about people judging us, whereas we still believe that computers don't judge us.

With this particular technology they had people on the other side of the computer just to make sure that there was a proper process in place. They used it just to ensure that people were much

Il importe que les gens sachent dès le départ que leur confidentialité sera protégée. Comme je l'ai dit, non seulement faut-il le faire, mais il faut que les gens perçoivent que nous le faisons. Non seulement devons-nous assurer la confidentialité et la protection de la vie privée, mais les gens doivent le voir.

Il y a des activités qui commencent à se mettre en branle. Je pense, par exemple, au projet DeepMind de Google, qui vise à déterminer s'il y a un danger que la technologie de la chaîne de blocs puisse être utilisée à mauvais escient et à réfléchir aux protections qu'on peut mettre en place pour éviter que les données des patients soient utilisées à mauvais escient.

Remarquez que la technologie de la chaîne de blocs est née du Bitcoin et de la monnaie électronique, mais elle est actuellement utilisée pour assurer la transparence et la protection de la vie privée dans la gestion des données sur la santé. Au fur et à mesure que la technologie évoluera, les enjeux fondamentaux que vous soulevez ressortiront : comment pouvons-nous nous assurer à la fois que les gens divulguent les données nécessaires, que ces données ne seront pas utilisées à mauvais escient et que les gens savent qu'elles ne seront pas utilisées à mauvais escient?

La sénatrice Frum : Ma question porte exactement sur le sujet que vous venez d'aborder, monsieur. Permettez-moi de la poser à nos deux témoins et de la mettre un peu plus en contexte.

Les études semblent faire état d'une certaine résistance chez les professionnels de la santé comme chez les patients, si je ne me trompe pas. Petite anecdote : mon médecin m'a demandé récemment si j'acceptais qu'il enregistre toute l'information me concernant. C'est peut-être une question de génération, les jeunes seraient peut-être plus réceptifs à ce genre de demande que les gens de ma génération.

Nous sommes conscients des problèmes de vie privée et de confidentialité. Y a-t-il d'autres obstacles à l'adoption du dossier électronique dans le domaine de la santé? À part les questions de vie privée et de confidentialité, y a-t-il d'autres obstacles qui vous viennent à l'esprit, qui nuisent à l'adoption à grande échelle de ces technologies?

M. Kambhampati : Premièrement, vous avez souligné que les gens peuvent être réticents à échanger de l'information grâce à cette technologie avancée. Il y a également des recherches qui montrent que certaines personnes et certains groupes démographiques préfèrent nettement parler à des ordinateurs qu'à des personnes.

Des études publiées montrent que dans le cas de troubles psychiatriques, par exemple, les gens sont beaucoup plus enclins à déclarer leurs maux s'ils croient parler à un assistant médical automatisé plutôt qu'à un humain. Je pense que nous sommes conditionnés à nous inquiéter du jugement des autres, alors que nous croyons toujours que les ordinateurs ne nous jugent pas.

Dans le cas de cette technologie, il y avait des gens de l'autre côté de l'ordinateur pour nous assurer qu'un processus adéquat était suivi. Elle servait simplement à faire en sorte que les gens

more forthcoming. Things are more complicated. In some cases people would be more worried about dealing with technologies but in other cases they preferred to deal with the technology.

Going back to my earlier point in terms of the barriers, especially if you have systems that are interacting with humans, it's very important that people feel the systems have people skills. At the risk of repeating something I said earlier, the idea of developing interfaces that people will feel comfortable with has had a checkered history in computer science in general and AI in particular.

Some of you probably remember the Microsoft Office paperclip assistant that was supposed to help people. Everybody would shut it off because it was really annoying. It did not understand your emotional state. As a researcher once pointed out, it came up because you were frustrated. Yet, it would have this silly grin on its face and you'd just hated it because of its reaction to your problem. You clearly want these assistants to have emotional and social intelligence. That's just something we took for granted.

With AI in general these problems weren't as important before because researchers determined that those things came easily to us so it should not be that hard to get computers to do it for us.

In reality, dealing with humans is infinitely harder than playing chess. That is where the new research on AI is going to work and will be extremely important, but it will be a big barrier for people who feel comfortable about using technology. If you just think it is a savant asking the same question multiple times without realizing your mental state, you will shut it off.

The Chair: Dr. Lafrenz, do you wish to come in on this?

Mr. Lafrenz: I have just one short remark. In several cases it's not about privacy; it's more about the acceptance issue especially in the health care environment.

In several studies people felt more comfortable to call a machine during the night instead of waking up a human being, especially when it comes to more intimate things like going to the toilet or so. A supporting machine is much easier and can even prevent infections and other things. There is a high degree of acceptance. However, in other areas it's more about public communication and trying to educate the broader population to show the benefits of such technology.

The Chair: Dr. Kambhampati, I see you want to come back in on this.

Mr. Kambhampati: I have just one other thing which I was trying to talk about earlier and is relevant to this question. One of the aspects of the systems being usable by people is that they need to explain themselves. We talked about this earlier.

s'ouvrent plus. C'est un peu compliqué que cela. Certaines personnes sont contrariées d'utiliser la technologie, alors que d'autres préfèrent utiliser la technologie.

Pour revenir à ce que j'ai déjà dit sur les obstacles en cause, particulièrement lorsque les systèmes interagissent avec les humains, il est essentiel que les gens aient l'impression que les systèmes ont des compétences interpersonnelles. Au risque de me répéter, l'idée de concevoir des interfaces que les gens se sentiront à l'aise d'utiliser a posé problème dans le passé dans le domaine des sciences informatiques en général et de l'intelligence artificielle en particulier.

Certains d'entre vous se rappellent sans doute le trombone de Microsoft Office qui était censé aider les gens. Or, tout le monde le désactivait parce qu'il était vraiment énervant. Il ne pouvait pas reconnaître votre état émotif. Comme un chercheur l'a souligné, il apparaissait quand la personne était frustrée. Or, il arborait tout de même cette espèce de sourire ridicule détestable pour réagir au problème de la personne. Vous voulez clairement que ces outils d'aide fassent preuve d'intelligence émotionnelle et sociale. C'est une chose que nous tenions pour acquise.

En IA, en général, ce genre de problèmes n'était pas aussi important avant, parce que les chercheurs se disaient que si c'est facile pour nous, ce ne devrait pas être si difficile pour un ordinateur.

En réalité, les interactions avec les humains sont infiniment plus complexes que de jouer aux échecs. C'est la nouvelle orientation que prennent les recherches sur l'IA, et ce sera extrêmement important, mais ce sera un grand obstacle pour ceux et celles qui aiment utiliser la technologie. Imaginez qu'un assistant informatique intelligent pose la même question à répétition, sans comprendre l'état mental de la personne. Vous le désactiveriez.

Le président : Monsieur Lafrenz, souhaitez-vous dire quelque chose à ce sujet?

M. Lafrenz : Je n'ai qu'une courte observation à faire. Dans bien des cas, l'enjeu n'est pas la protection de la vie privée, mais l'acceptation sociale, surtout dans le domaine de la santé.

Plusieurs études ont montré que les gens étaient plus à l'aise d'appeler une machine pendant la nuit plutôt que de réveiller un être humain, surtout pour des choses plus intimes comme d'aller à la toilette. Il est alors beaucoup plus simple de faire appel à une machine, et cela peut notamment prévenir les infections. Ce genre de choses est très bien accepté. Cependant, pour d'autres, il y a surtout un problème de communication publique; il faut essayer de sensibiliser la population en général aux avantages de ces technologies.

Le président : Monsieur Kambhampati, je vois que vous voulez ajouter quelque chose.

M. Kambhampati : Il y a une autre chose dont j'ai essayé de parler un peu plus tôt et qui est en lien avec cette question. Pour que les gens puissent bien utiliser un système, le système doit s'expliquer lui-même. Nous en avons déjà parlé.

Oftentimes an AI explanation is seen as talking to yourself and saying, “I did this because I wanted to do it this way.” We know that explanations are really all about the other person’s mind. For example, a doctor explaining the diagnosis to another physician gives a very different explanation than to the patient they are treating. That is because these explanations have to depend on the models of the person you are giving the explanation to.

This is yet another place where the systems have to learn to track mental states of the humans they are interacting with so that they are not just talking to themselves and saying, “I did this because my model said so.” The model might be shallower or deeper than what the system is actually handling.

Senator Cormier: Thank you, gentlemen, for your very good presentations. We had occasion previously to talk about training. I wonder what you consider will be the main challenges in terms of training for the users of these technologies. Feel free, both of you, to answer this question.

Mr. Lafrenz: That’s a very tricky question, mainly related to core scientific considerations. Maybe it’s better if Professor Kambhampati would answer first, and then I could maybe respond.

Mr. Kambhampati: I’m assuming, just to make sure I got your question right, you’re asking how people using these technologies should be trained so that they can use them in the right way. Is that a correct interpretation of your question?

Senator Cormier: Yes, but I’m thinking about the medical user, the doctors and the patients, of course.

Mr. Kambhampati: Indeed. I think that’s a good question. I don’t have a complete answer, but one of the issues is to make sure that the doctors in particular have an understanding of the limitations of the technologies they are using. It’s not as simple as one might think.

For example, right now we have learning systems that are quite impressive in recognizing, for example, one out of a thousand categories of objects. For example, if you show them a school bus, it will say it’s a school bus. If you show them a temple in South India, it will say temple in South India. It’s very impressive.

The problem is when we see a human doing these kinds of tasks we subconsciously put a closure around their capabilities and say, “If you can see this school bus, then if I show you a school bus that is a slightly different colour you will still say it’s a school bus. If I show you a slightly different temple, you’d still say it’s a temple.”

Bien souvent, l’explication en intelligence artificielle ressemblera à celle d’une personne qui se parle à elle-même : « J’ai fait ceci parce que je voulais le faire de telle façon. » Nous savons pourtant que les explications dépendent beaucoup de l’état d’esprit de l’autre personne. Par exemple, le médecin qui explique un diagnostic à un autre médecin lui donnera une explication très différente de celle qu’il donnera au patient qu’il est en train de soigner, parce que les explications dépendent du modèle propre à la personne à qui on les donne.

C’est un autre exemple de contexte dans lequel les systèmes doivent apprendre à comprendre l’état mental des humains avec qui ils interagissent, pour ne pas simplement se parler à eux-mêmes et dire : « J’ai fait ceci parce que c’est ce que dicte mon modèle. » Le modèle peut être plus ou moins profond que la réponse que donne le système.

Le sénateur Cormier : Je vous remercie, messieurs, de ces excellentes présentations. Nous avons déjà eu l’occasion de parler de la formation. Je me demande quels seraient les principaux défis liés à la formation, d’après vous, pour les utilisateurs de technologies. Sentez-vous libres, tous les deux, de répondre à cette question.

M. Lafrenz : C’est une question très embêtante, principalement pour des raisons scientifiques de base. Il serait peut-être préférable que le professeur Kambhampati vous réponde le premier, après quoi je pourrai peut-être ajouter quelque chose.

M. Kambhampati : Je présume, pour être certain d’avoir bien compris votre question, que vous nous demandez quelle formation les personnes qui utilisent ces technologies devraient recevoir pour être en mesure de les utiliser immédiatement. Est-ce que j’interprète bien votre question?

Le sénateur Cormier : Oui, mais je pense à l’utilisateur médical, aux médecins, ainsi qu’aux patients, bien sûr.

M. Kambhampati : D’accord. Je pense que c’est une bonne question. Je n’ai pas de réponse complète à vous offrir, mais il faut veiller à ce que les médecins, en particulier, comprennent bien les limites des technologies qu’ils utilisent. Ce n’est pas aussi simple qu’on pourrait le croire.

Par exemple, nous avons actuellement des systèmes d’apprentissage assez impressionnants pour permettre la reconnaissance d’un objet parmi des milliers de catégories, par exemple. Ainsi, si on lui montre un autobus scolaire, le système vous dira qu’il s’agit d’un autobus scolaire. Si on lui montre un temple du Sud de l’Inde, il vous dira qu’il s’agit d’un temple du Sud de l’Inde. C’est très impressionnant.

Le problème, c’est que quand un humain effectue ce genre de tâche, on voit inconsciemment les limites de ces compétences, on dit : « Si vous pouvez voir cet autobus scolaire, mais que je vous montre un autobus scolaire d’une couleur légèrement différente, vous direz toujours qu’il s’agit d’un autobus scolaire. Si je vous montre un temple légèrement différent, vous direz toujours qu’il s’agit d’un temple. »

Our visual systems have valid fallacies and problems but we have a sense of them. Whereas automatic technologies oftentimes are quite different from what we are used to. In particular, coming back to something like a school bus, it has been shown that the way the state-of-the-art neural networks recognize these things is not robust enough that sometimes if we just add imperceptible noise to the school bus suddenly the system will say with 99 per cent confidence that it's an ostrich. You and I will still see it completely as a school bus but it will say it's an ostrich.

Sometimes it will come to decisions for which the explanations are actually quite silly. For example, one of the things the system might be able to predict with very high confidence is whether something is a Siberian husky. It is really impressive, but, on the other hand, you'll realize that what it's doing is it's seeing that there is ice in the picture and if there's ice in the picture it must be a Siberian husky. That's not the way we recognize Siberian huskies.

It's important for doctors to know when the system is right and to have a sense of its failure modes. On the technology side, AI researchers are trying their best to make sure that they can also make the systems give this confidence level. It's also important for people in the loop to have a sense so that they will not just be sort of mesmerized by the magic of the technology.

In the case of a school bus being seen as an ostrich, it turns out that anything can be made into an ostrich by adding some arbitrary imperceptible noise. It's important almost to train doctors to this very surprising failure, more so that they know how to take the decisions being recommended by the system with the appropriate grain of salt as we go forward.

Mr. Lafrenz: The exact way to train people depends on the user group. A medical doctor is expected to go through a training course and learn directly to use the technology and its limitations. A completely different story would be to train a patient, even one with dementia, to use a technical device.

It's really impossible to give a clear answer. It also depends on the age of the person and how well they are familiar with modern technology. What has to be done is a general guideline should be structured to more or less include this in schools or even preschools to get used to modern technology as a more societal measure for the future.

Senator Cormier: Dr. Lafrenz, do you consider there are cultural challenges to the training? What do you have to say on that? I'm curious.

Mr. Lafrenz: On cultural differences, for example, if you look to Japan, they are much quicker in adopting any kind of robotics technology. They appreciate having a robotized dog or any other pet at home. Whereas here in Europe in certain communities we

Nos systèmes visuels comportent leurs faiblesses, c'est vrai, mais nous en sommes conscients. Ces technologies automatisées sont souvent assez différentes de ce à quoi nous sommes habitués. Pour reprendre l'exemple de l'autobus scolaire, il a été démontré que les réseaux neuronaux ultramodernes permettant de reconnaître ce genre de choses ne sont parfois pas assez robustes et que parfois, si un petit bruit imperceptible vient brouiller le message, l'autobus scolaire peut soudainement devenir une autruche pour le système, qui en sera sûr à 99 p. 100. Vous et moi verrons sans contredit un autobus scolaire, mais le système dira qu'il s'agit d'une autruche.

Parfois, il prendra des décisions fondées sur des explications assez bêtes. Par exemple, le système pourrait être en mesure de déterminer avec un très haut degré de confiance qu'un objet X est un husky sibérien. C'est très impressionnant, mais on se rendra compte ensuite que c'est la glace dans l'image qui le porte à conclure qu'il doit s'agir d'un husky sibérien. Ce n'est pas ainsi que nous reconnaissons les huskies sibériens.

Il importe que les médecins sachent quand le système a raison et qu'ils aient une bonne idée de ses failles. Sur le plan technologique, les chercheurs en intelligence artificielle font de leur mieux pour créer des systèmes qui inspirent vraiment confiance. Mais il faut aussi que les utilisateurs aient l'impression qu'ils ne se feront pas leurrer par la magie de la technologie.

Dans l'exemple de l'autobus scolaire perçu comme une autruche, il s'avère que tout peut avoir l'air d'une autruche si l'on y ajoute du bruit imperceptible arbitraire. Il est important de former les médecins, pour ainsi dire, afin de les préparer à ces failles très surprenantes, afin qu'ils sachent qu'ils doivent prendre les décisions recommandées par le système avec un grain de sel.

M. Lafrenz : La façon exacte de former les gens dépend du groupe d'utilisateurs dont ils font partie. Un médecin est tenu de suivre une formation et d'apprendre directement à utiliser la technologie, ainsi qu'à connaître ses limites. C'est une tout autre histoire pour la formation du patient qui utilisera un appareil technique, même s'il est atteint de démence.

Il est vraiment impossible de vous donner une réponse claire. Tout dépend de l'âge de la personne, ainsi que de son degré d'aisance avec les technologies modernes. Il faudrait essentiellement adopter des lignes directrices générales pour que l'utilisation de la technologie moderne soit enseignée dès l'école et même le préscolaire, comme mesure sociale pour l'avenir.

Le sénateur Cormier : Monsieur Lafrenz, estimez-vous qu'il y a des obstacles culturels à la formation? Qu'avez-vous à dire à ce sujet? Je suis curieux.

M. Lafrenz : Au sujet des différences culturelles, on peut prendre l'exemple du Japon, qui est beaucoup plus rapide que d'autres à adopter toutes sortes de technologies robotiques. Les Japonais apprécient les chiens robotisés ou les autres animaux de

are discussing whether it is ethical to cheat and give a person with dementia a robotized dog which could only run out of battery power whereas a real pet would starve.

There are real differences that need to be taken into consideration. There is no easy answer on how to do it.

Mr. Kambhampati: I'm aware of some work being done in the air force office of scientific research on how different cultures trust technology. The exact point came up that certain cultures are indeed much more accepting of technology than other cultures. It's a very interesting thing to keep in mind. You can't change the cultures, but it is probably easier for certain cultures to consider robotic caregivers than certain other cultures. Personally, I am not too sure that I am a big fan of robotic caregivers when I become old.

There is also a different point. Already there is a generational gap in terms of technology acceptance. I'm pretty sure we're all aware of our children and grandchildren who are way more accepting of technology and probably sometimes more willing based on my point of view than some of us. We have to consider this big aspect.

Mr. Lafrenz: As a side remark, we all know the digital native generation and some people already talk about the robotic native generation, which is the next one and is, of course, AI.

The Chair: Dr. Lafrenz, I'd like to ask you a couple of questions and then I'll go to Dr. Kambhampati.

One of the questions that I have is with regard to deep learning. In your discussion of your organization you focused largely on robotics. The research and application aspect of deep learning as an identity itself, is that similarly organized in the EU in terms of setting priorities, financial support and looking for potential applications?

Mr. Lafrenz: We don't have a public/private partnership on deep learning at the moment. However, we are considering AI including deep learning and other AI technologies. Finally, all these technologies ending up in the real world to control something in the physical world is a valuable contribution to robotics.

A very easy example is last week in Edinburgh when we had our European robotics forum with a large number of participants. There was a special presentation on AI and robotics. One of the key notes came from Google DeepMind. We asked them to show us where they were.

compagnie. À l'inverse, dans certaines communautés européennes, on se demande s'il est éthique de tricher et de donner à une personne atteinte de démence un chien robotisé qui ne peut que tomber à plat si sa pile meurt, alors qu'un véritable animal mourrait de faim.

Il y a des différences réelles à prendre en considération. Il n'est pas facile de répondre à cette question.

M. Kambhampati : Je sais que le centre de recherches scientifiques de la force aérienne mène des travaux sur le degré de confiance envers la technologie dans les différentes cultures. Il en ressort que certaines cultures acceptent effectivement beaucoup mieux la technologie que d'autres. C'est un fait très intéressant à ne pas oublier. On ne peut pas changer la culture, mais il est probablement plus facile dans certaines cultures d'envisager les soins robotisés que dans d'autres cultures. Personnellement, je ne suis pas trop sûr d'avoir très envie de recevoir des soins d'un robot quand je serai vieux.

Il y a aussi un autre élément. Il y a déjà un écart générationnel dans l'acceptation de la technologie. Je suis sûr que nous savons tous très bien que nos enfants et nos petits-enfants acceptent beaucoup mieux la technologie que nous et qu'ils sont probablement bien plus enclins à l'utiliser que certains d'entre nous, à tout le moins de mon point de vue. Il faut tenir compte de cet aspect important.

M. Lafrenz : Je dirai en aparté que nous connaissons tous la génération née à l'ère du numérique, mais on entend déjà parler de la génération née à l'ère de la robotique, c'est-à-dire la prochaine génération, qui est bien sûr celle de l'intelligence artificielle.

Le président : Monsieur Lafrenz, j'aimerais vous poser quelques questions avant de m'adresser à M. Kambhampati.

L'une des questions que je me pose concerne l'apprentissage en profondeur. Dans vos discussions, votre organisation met beaucoup l'accent sur la robotique. La recherche sur l'apprentissage profond et ses applications constituent une science en soi, mais est-elle organisée de la même façon dans l'UE pour ce qui est de l'établissement des priorités, des mécanismes de soutien financier et de la recherche d'applications potentielles?

M. Lafrenz : Nous n'avons pas de partenariat public-privé concernant l'apprentissage en profondeur pour l'instant. Nous envisageons toutefois d'inclure l'apprentissage en profondeur dans l'intelligence artificielle et les autres technologies d'IA. Au final, toutes les technologies qui se retrouvent dans le monde réel pour effectuer des choses dans le monde physique sont autant de contributions précieuses à la robotique.

Je vais vous en donner un exemple très simple. La semaine dernière, à Édimbourg, a eu lieu notre forum européen de la robotique, qui a rassemblé un grand nombre de participants. Il y a eu une présentation spéciale sur l'IA et la robotique. Parmi les principaux conférenciers figuraient des gens de Google DeepMind. Nous leur avons demandé de nous montrer où ils en étaient.

AI technologies for robotics are currently more in a research state rather than in real applications. Real applications are only in very few cases, but everyone in the community sees that AI technology is a field that contributes not only to robotics but will definitely change our future lives in even the next five years.

The Chair: I want to follow up. You mentioned in passing during your presentation or in answer to one of the questions the idea of robotic assistance in the home. I want to give a little background to my question.

We have just completed a study on dementia. We have looked at the European situation and it's very clear that parts of the European Union are very far advanced relative to other countries in terms of recognizing how to help people diagnosed with dementia to continue to function in society as long as possible and to provide settings. The Netherlands is particularly advanced in this regard and so on.

One of the issues that arises is the use of robotics in terms of being an assistance in home care or even in so-called housing settings for people with dementia. Robots have been trained to some degree to recognize the actions of the individual, to keep track of medications and things of this nature.

I'm assuming because the interest in helping people with dementia is further ahead in the EU than in many other countries. There is an extra interest in moving robotics further in home care, with specific focus on perhaps patients with dementia.

Could you give us a sense of advances that you are aware of in that field?

Mr. Lafrenz: I know that there are several projects addressing this part but I'm not into the technical details. Maybe I could follow up with our stakeholders who are actually working hands on in this area.

However, we have to distinguish two things. One is the pure information technology-related assistance providing information and providing services without physical support. Another would be real physical support of some patients like handing over some medication or other things where there is a direct interaction.

Both areas are addressed through various projects. You mentioned the Netherlands. They are also advanced in context of smart home and assisted living. These kinds of projects are in a phase when they interact with real citizens, with real patients.

I cannot tell you the latest progress of specific technology in the last year or so.

Les technologies d'IA appliquées à la robotique en sont actuellement davantage au stade de la recherche qu'à celui des applications concrètes. Il n'y a encore que très peu d'applications concrètes, mais tout le monde, dans le milieu, voit que la technologie de l'IA est un domaine qui contribue non seulement à la robotique, mais qui changera nettement nos vies dans aussi peu que cinq ans.

Le président : J'aimerais poser une question complémentaire. Vous avez mentionné en passant, pendant votre exposé ou en réponse à une question, l'idée de l'assistance robotique à domicile. J'aimerais mettre ma question en contexte.

Nous venons de terminer une étude sur la démence. Nous avons examiné la situation en Europe, et il est très clair que certaines parties de l'Union européenne sont très avancées par rapport à d'autres pays, pour reconnaître comment aider les personnes ayant un diagnostic de démence à continuer de fonctionner dans la société le plus longtemps possible et leur offrir des outils. Les Pays-Bas sont particulièrement avancés à cet égard.

On peut donc s'interroger sur l'utilisation de la robotique comme aide à domicile ou même dans ce qu'on appelle les résidences pour les personnes atteintes de démence. Les robots sont formés dans une certaine mesure pour reconnaître les gestes de la personne, faire un suivi des médicaments et d'autres choses du genre.

Je présume que c'est parce que la volonté d'aider les personnes atteintes de démence est beaucoup plus développée dans l'UE que dans bien des pays. Les Européens souhaitent particulièrement exploiter davantage la robotique dans les soins à domicile, particulièrement pour les patients atteints de démence.

Pouvez-vous nous donner une idée des avancées dans ce domaine, à votre connaissance?

M. Lafrenz : Je sais qu'il y a plusieurs projets qui visent cette clientèle, mais je n'en connais pas les détails techniques. Je pourrais peut-être poser la question à nos partenaires qui travaillent sur le terrain, dans ce domaine.

Cependant, il faut faire une distinction entre deux choses. Il y a d'abord les outils purement liés aux technologies de l'information, qui fournissent de l'information et des services, mais aucune aide physique. Il y a ensuite tous les appareils d'aide physique concrets pour les patients, comme des distributeurs de médicaments et d'autres outils qui sous-entendent une interaction directe.

Ces deux volets sont abordés dans divers projets. Vous avez nommé les Pays-Bas. Ils sont aussi avancés dans le domaine des maisons intelligentes et de l'aide à la vie. Ce genre de projet implique une interaction directe avec des citoyens réels, des patients réels.

Je ne peux pas vous parler des derniers progrès de ce type de technologie depuis un an, environ.

The Chair: I'll go to you, Dr. Kambhampati, to see if you have anything to add to this specific question.

Mr. Kambhampati: Actually, the use of robotics assistants to help people with cognitive disabilities including dementia has been looked at for some time in AI literature.

One very important aspect that we need to realize is that there is a significant cognitive element to it. It's not just being able to help but figuring out what the intentions of the patient are and figuring out the best time to offer help or the best time to offer a reminder. This becomes extremely important and again requires these assistants to develop a mental model of the patient.

Work was done as far as back as 10 years that showed it was very important to give Alzheimer's patients who were being helped a reminder that connects to the routine they are already following. For example, if you're already in the kitchen that would be a good time to remind the patient to take medicine. Basically, making sure that the reminders and help are given at the right time rather than just throwing it out into the open. This becomes the important aspect.

As I said, ultimately the robots have to be able to move and help physically when they need to do that, but there's this very significant aspect of actually knowing when to do what, which involves building a model of the patient and keeping track of their intentions and what they're trying to do. That becomes very important.

Also, even for robots in close proximity to the humans it's very important for them to project their own intentions.

The Chair: Right, I understand that. We are aware of robots that have been trained to follow with regard to dispensing of medications, keeping times of that, and noticing the position of the individual in the room, whether they have fallen and things of that nature. I was looking to see whether there are any real breakthroughs further on. I think we'll stop that line there.

I would like to follow up with you, Dr. Kambhampati, on the issue of tracking errors in the medical system that you mentioned during your answers. We are aware, as you noted, that it's generally reported that errors in the medical system is the third leading cause of death in a number of countries. We're talking now about human errors overall whether it's improper medications or other accidents throughout the system.

I wanted to follow up with you on that subject. Are you aware of the studies that are trying to follow robotic errors where robotic assistance has been used in medicine, particularly in surgeries and so on? Are you aware of studies indicating the comparative error on the part of the robotic application versus the straight surgeon?

Le président : Je vais me tourner vers vous, monsieur Kambhampati, pour vérifier si vous avez quelque chose à ajouter sur cette question.

M. Kambhampati : En fait, il est question d'assistance robotique pour aider les personnes souffrant de handicaps cognitifs comme la démence depuis quelque temps déjà dans la littérature sur l'IA.

Il est très important de comprendre qu'il y a un grand volet cognitif là-dedans. Il ne suffit pas d'aider le patient, il faut aussi comprendre quelles sont ses intentions et quel est le meilleur moment pour lui offrir de l'aide ou lui faire un rappel. C'est extrêmement important, et cela sous-entend que ces outils doivent élaborer un modèle mental du patient.

Des travaux réalisés il y a déjà une dizaine d'années témoignent de l'importance de faire des rappels aux patients atteints de la maladie d'Alzheimer, qui s'insèrent dans la routine qu'ils suivent déjà. Par exemple, si la personne se trouve déjà dans la cuisine, ce serait un bon moment pour lui rappeler de prendre ses médicaments. En gros, il faut veiller à ce que les rappels et l'aide surviennent au bon moment plutôt que de les offrir n'importe quand. Cela devient un aspect important.

Comme je l'ai dit, ultimement, les robots doivent pouvoir se déplacer et aider physiquement la personne au besoin, mais il est très important qu'ils sachent déterminer quand le faire, de sorte qu'ils doivent établir le modèle du patient, puis faire un suivi de ses intentions et comprendre ce qu'il essaie de faire. C'est très important.

De même, il importe que même les robots très près des humains prévoient leurs intentions.

Le président : Oui, je comprends cela. Nous savons que des robots sont formés pour faire un suivi en ce qui concerne les médicaments, le temps qui s'écoule entre les prises de médicament et la position de la personne dans la pièce — si elle tombe, par exemple. Je voulais savoir s'il y a d'autres véritables percées. Je crois que nous nous arrêterons ici sur le sujet.

Monsieur Kambhampati, j'aimerais revenir sur la question du suivi des erreurs dans le système de santé dont vous avez parlé en répondant aux questions. Nous savons, comme vous l'avez dit, que ce que l'on rapporte en général, c'est que les erreurs commises dans le système constituent la troisième cause de décès en importance dans un certain nombre de pays. Nous parlons d'erreurs humaines en général, qu'il s'agisse d'une erreur de médicaments ou d'autres accidents.

Je voulais revenir sur le sujet. Êtes-vous au courant des études qui essaient de suivre les erreurs commises dans des situations où l'aide robotique est utilisée en médecine, surtout dans des chirurgies, par exemple? Connaissez-vous des études dans lesquelles on fait une comparaison entre les erreurs causées par les applications robotiques et celles causées par les chirurgiens?

Mr. Kambhampati: Obviously, the robotic assistance has been for particular narrow areas. Anecdotal evidence seems to suggest that they are mostly very good in those narrow areas.

In some sense the comparison may not be fair. In human errors you don't give any benefit to the doctor when they say, "We did make sure that I'm correctly treating the specific symptoms I'm supposed to be treating," when the patient died because of the other complications that your treatment caused. Whereas we tend to give that sort of a benefit to the robotic assistants because we know from the beginning they are very narrowly scoped.

The only anecdotal studies that I've heard of were not particularly well-researched, scholarly studies, including an article in *The New Yorker* about the way the diagnostic systems have actually become much more dependable than human doctors in the cardiology department.

The Chair: We got testimony yesterday with regard to diagnostics. I think you've answered as far as you can go with regard to the question.

Dr. Lafrenz, perhaps you have something to add to the robotics part

Mr. Lafrenz: One of the most widely used robotics systems is da Vinci. However, this is manually controlled and not automated.

I'm not aware of any real good study which would show the difference. The more technical equipment included in surgeries, the further you go to where you still try to make a surgery possible. Therefore it's very hard to see.

I don't know of any recent good study which would give a clear statistical basis.

The Chair: That's what I was looking for. I was simply asking the question to have the latest hard information in that regard.

Senator Raine: I've always been interested in the transition from the introduction of all this technology to kids and the impact on children's lives. They are no longer playing outside in unstructured play. They're going on to devices to play. I think there is some impact on their physical conditioning and health.

When we talk about rehabilitation and the use of devices to help in rehabilitation, is there anything happening in the robotic world about using some kind of electronic device that would be attractive to children? I'm thinking of taking the Wii exercise to the next step where children can interact with it and become inspired to become more physically active in a manner that is monitored and controlled so that children whose health is suffering with obesity can be gradually reconditioned to be physically healthy.

Is there anything going on in the field that you know about?

M. Kambhampati : Évidemment, l'aide robotisée est utilisée dans des domaines pointus. Des observations empiriques semblent indiquer qu'elle est en grande partie très performante dans ces domaines pointus.

Dans une certaine mesure, la comparaison peut être injuste. Pour les erreurs humaines, on est moins indulgent envers le médecin lorsqu'il dit : « Nous nous sommes assurés de traiter de la bonne façon les symptômes que je suis censé traiter », si le patient est mort en raison d'autres complications causées par le traitement. Or, on a tendance à être indulgent en quelque sorte avec les aides robotisées parce qu'on sait dès le départ que leur portée est très étroite.

Les seules études empiriques dont j'ai entendu parler n'étaient pas des études universitaires particulièrement bien étoffées, ce qui inclut un article paru dans le *New Yorker* sur la mesure dans laquelle les systèmes de diagnostic sont devenus beaucoup plus fiables que les cardiologues, en fait.

Le président : Hier, des témoins ont parlé des diagnostics. Je crois que vous avez bien répondu à la question.

Monsieur Lafrenz, vous avez peut-être quelque chose à ajouter au sujet de la robotique.

M. Lafrenz : L'un des systèmes robotisés les plus utilisés, c'est le système da Vinci. Cependant, il est commandé manuellement et n'est pas automatisé.

Je ne connais pas de très bonnes études qui illustrent la différence. Plus on inclut de l'équipement technique en chirurgie, plus on essaie de rendre une chirurgie possible. Par conséquent, c'est très difficile à déterminer.

Je ne connais pas de bonnes études récentes qui fournissent une base statistique claire.

Le président : C'est ce que je voulais savoir. Je voulais simplement poser la question pour obtenir l'information la plus récente à cet égard.

La sénatrice Raine : Je me suis toujours intéressée à la transition qui s'opère chez les enfants avec l'arrivée de toute cette technologie et aux répercussions qu'elle a sur leur vie. Les enfants ne jouent plus à des jeux non structurés à l'extérieur. Ils utilisent des appareils pour jouer. Je crois qu'il y a des répercussions sur leur condition physique et leur santé.

Concernant la réadaptation et l'utilisation d'appareils pour faciliter la réadaptation, se passe-t-il quelque chose dans le monde de la robotique pour ce qui est de l'utilisation d'appareils électroniques qui serait attrayante pour les enfants? Je pense à l'idée de faire passer les exercices de la Wii à l'étape suivante, qui permettrait aux enfants d'interagir avec l'appareil et de devenir peut-être plus actifs d'une façon qui est surveillée et contrôlée, de sorte que les enfants qui souffrent d'obésité puissent graduellement retrouver la santé physique.

Savez-vous s'il se passe quelque chose à cet égard dans le domaine?

Mr. Kambhampati: I'm presuming that you're aware of the Pokémon Go, a cellphone game that actually had a pretty big impact on people's mobility.

It was essentially doing augmented reality where adults as well as kids would be shown hints about where different kinds of Pokémon might be found in the real world. There were places, for example, in New York Central Park where people would all come.

The Chair: Doctor, we're going to go beyond that particular example and try to come back.

Senator Greene wants to refocus her question.

Senator Raine: I'm aware of Pokémon Go. I have grandchildren and I could see what it was doing. Very quickly on, it became amazing how many Pokémon Go were hiding near McDonald's. It's a two-edged sword, but I am more interested in something that would be prescribed by a doctor and followed for real therapy.

Mr. Lafrenz: I'm not aware of real therapy or something used on a wide scale. However, there are many individual activities in Europe. For example, we have many small companies that try to provide some toys for children where there is also physical interaction. In general, rehabilitation where a robot is involved seems to be very attractive to patients. Sometimes it's mobilizing. The resources and people are more willing to do the exercises when they have a kind of robotized trainer.

This is some evidence, but I'm not sure of whether there is any particular system around for the sole purpose of serving children.

Senator Raine: I just have one comment, then. When you gather your stakeholders together to talk about priorities for research, you should try to correlate with the rising rates of obesity that a problem are all over the world now. It would be good to focus some attention on that.

The Chair: That was the suggestion back to you.

We're going to stop that one there, and I'll go to Senator Dean.

Senator Dean: My colleague Senator Frum has spoken to privacy issues and Secretary General Lafrenz mentioned ethics very briefly. I wonder, just top of mind or high level, if anyone is talking and reviewing the ethical issues associated with this. I'm sure the European Parliament is.

Could you summarize the two, three or four big ethical questions that have surfaced in relation to these issues? Perhaps your colleague might want to add as well.

Mr. Lafrenz: I would need to read through the most recent discussions which we had just last week at the European Robotics Forum. There were a lot of workshops related to ethics, but privacy and the data protection are definitely two of those things.

M. Kambhampati : J'imagine que vous connaissez le jeu Pokémon Go, auquel on joue avec son cellulaire et qui, en fait, a eu des répercussions assez importantes sur la mobilité des gens.

Il s'agit essentiellement ici de réalité amplifiée. On donnait aux adultes et aux enfants des indices sur les endroits où ils pouvaient trouver différents types de pokémons dans le monde réel. Il y en avait, par exemple, dans Central Park à New York, où tous les gens se retrouvaient.

Le président : Monsieur, nous allons devoir laisser cet exemple précis de côté et essayer de revenir à la question.

La sénatrice veut apporter une précision.

La sénatrice Raine : Je connais le jeu Pokémon Go. J'ai des petits-enfants et je pouvais voir ce que cela faisait. Très rapidement, un nombre incroyable de pokémons étaient cachés près du restaurant McDonald. C'est une arme à double tranchant, mais ce qui m'intéresse davantage, c'est quelque chose qui serait prescrit par un médecin et qui serait utilisé à des fins thérapeutiques.

M. Lafrenz : Je ne connais pas de vraie thérapie ou d'outils utilisés à grande échelle. Toutefois, il y a de nombreuses activités individuelles en Europe. Par exemple, un grand nombre de petites entreprises essaient d'offrir aux enfants des jouets qui comportent une interaction physique. En général, lorsqu'un robot est utilisé en réadaptation, il semble que cela soit attrayant pour les patients. Parfois, cela permet de mobiliser les gens. Les gens sont davantage prêts à faire les exercices lorsqu'ils ont un entraîneur robotisé en quelque sorte.

Ce sont des exemples, mais je ne sais pas s'il existe un système qui est destiné uniquement aux enfants.

La sénatrice Raine : Je ne ferai qu'une observation. Lorsque vous réunissez des intervenants pour parler des priorités en matière de recherche, vous devriez essayer d'intégrer la question de la hausse du taux d'obésité, qui constitue un problème partout dans le monde maintenant. Il serait bon d'y porter attention.

Le président : C'est la suggestion qu'on vous fait.

Nous allons nous arrêter ici. Je cède la parole au sénateur Dean.

Le sénateur Dean : Ma collègue, la sénatrice Frum, a parlé des questions liées à la vie privée, et le secrétaire général, M. Lafrenz, a très brièvement parlé des questions liées à l'éthique. Je me demande si l'on discute des questions éthiques qui sont liées à cela. Je suis sûr que le Parlement européen le fait.

Pourriez-vous parler brièvement des deux, trois ou quatre grandes questions éthiques qui ont surgi par rapport à ces questions? Votre collègue voudrait peut-être ajouter quelque chose également.

M. Lafrenz : Il faudrait que je lise les dernières discussions, soit celles que nous avons eues à ce sujet au Forum européen de robotique qui s'est tenu la semaine dernière. Un grand nombre d'ateliers portaient sur l'éthique, mais la protection de la vie

Also, issues related to when robotic systems should be able to interact in a physical way with a person and all human robotic interaction cases raised ethical questions.

A third big point was when it comes to decisions if an autonomous system such as an autonomous car has no way to stop and has to hit either the grandmother or the child. These kind of regulatory things influence decision making.

These are my big three points for ethics.

The Chair: On that latter one, we'll make a recommendation in our report as to which one the autonomous vehicle should choose. Very clearly, your last example is a dramatic example of the issues that are being faced in this particular situation.

On behalf of our committee I want to thank you for taking the time and the effort to get to video-conferencing facilities to be able to meet with us in a livestreaming event today. You have been very thorough in your answers, and you've given us additional information to help us with our report.

I would like to take you up on the offer you made, Dr. Lafrenz, and hope that Dr. Kambhampati would consider it as well. If something occurs to you in the next few weeks relative to our discussions and our events, particularly as you see things moving in the future that would be of interest to us, please communicate that through our clerk. We would greatly appreciate any further insights that you might give us.

Shifting gears now, we are at that point where the issue that I want to put before you, honourable senators, is a draft budget for this committee.

Those who have been in the Senate for some time will know this is the most frugal committee that has been around for some time. In fact, the budget you see before us is the total sum budget for a 12-month period for this committee. The largest part involves money for preparing a report. The kinds of reports we put out generally look like this one. It is a modest budget in that sense but the largest part is for that.

We are going to take a trip. This is only the second time since I've been chair of the committee or have been on the steering committee that we have actually done a trip. You'll be sorry to learn that both of these trips have been in the great city of Ottawa. This one is in the great city of Ottawa. We have the costs for the trips that the steering committee approved us to look into. The University of Ottawa and the hospital have been enormously cooperative. They are setting up what I hope will be a really good

privée et des données fait assurément partie de ces questions. De plus, des questions liées aux situations où des systèmes robotisés devraient pouvoir interagir physiquement avec une personne et à tous les cas d'interaction entre un humain et la robotique ont soulevé des questions éthiques.

Un troisième point important qui a été soulevé concerne les décisions qui doivent être prises, par exemple, si un système autonome, comme un véhicule autonome, ne peut s'arrêter et qu'il doit décider s'il frappe la grand-mère ou l'enfant. Ce type d'aspects réglementaires a une influence sur la prise de décisions.

Ce sont les trois points que je veux soulever en ce qui a trait à l'éthique.

Le président : Concernant le dernier point, dans notre rapport, nous ferons une recommandation sur le choix que devrait faire le véhicule autonome. Votre dernier exemple est manifestement un exemple frappant des problèmes qui se posent dans cette situation.

Au nom du comité, je vous remercie d'avoir pris le temps aujourd'hui de vous rendre dans une salle de vidéoconférence pour nous rencontrer dans une diffusion en direct. Vous avez fourni des réponses très approfondies et des renseignements supplémentaires qui nous seront utiles dans la préparation du rapport.

J'aimerais accepter votre offre, monsieur Lafrenz, et j'espère que vous envisagez cette possibilité aussi, monsieur Kambhampati. Si, au cours des semaines à venir, quelque chose vous vient à l'esprit et que c'est lié à nos discussions et à nos activités, particulièrement si vous voyez des choses progresser qui présentent un intérêt pour nous, veuillez nous le communiquer par l'intermédiaire de notre greffière. Nous vous serions vraiment reconnaissants si vous nous communiquiez d'autres observations.

Nous passons maintenant à un autre sujet. Je vais vous présenter une ébauche de budget pour notre comité, honorables sénateurs.

Ceux d'entre vous qui sont au Sénat depuis un certain temps sauront que notre comité est le plus économe depuis quelque temps. En fait, le budget dont vous êtes saisis correspond à la somme totale pour une période de 12 mois. La part la plus importante est liée à la préparation d'un rapport. Le type de rapports que nous publions ressemble généralement à celui-ci. En ce sens, c'est un budget modeste, mais la plus grande partie porte sur cela.

Nous allons nous déplacer. Ce n'est que la deuxième fois que nous nous déplaçons depuis que je préside le comité ou que je suis membre du comité de direction. Vous serez désolés d'apprendre qu'il s'agit de déplacements dans la magnifique ville d'Ottawa. Celui-ci est un déplacement dans la magnifique ville d'Ottawa. Nous devons examiner les coûts que le comité de direction a approuvés. L'Université d'Ottawa et l'hôpital nous ont vraiment très bien aidés. Ils établissent ce qui, je l'espère, sera une situation

kind of hands-on sort of situation. Like the 3-D printing we had right here, it will help the committee get a sense of where this kind of research occurs, what they're doing, the environment and so on.

Colleagues, I'm putting this budget before you. If no one has any further questions, I will put a question to you.

There being no further questions, let me put it formally so that we are official under Senate rules.

Is it agreed that in relation to the committee study on robotics, artificial intelligence and 3-D printing in the health care system, a budget application for \$8,300 for the fiscal year ending on March 31, 2018, be approved for submission to the Standing Senate Committee on Internal Economy, Budgets and Administration, following a final review by the Senate administration?

Hon. Senators: Agreed.

The Chair: Thank you, colleagues. That is required before I can take this forward. That's very good of you. I don't think there is any other business.

I'll just indicate to you roughly how we are proceeding now. Next week, we will begin a two-week study of Bill S-5. In the normal fashion we will give the sponsor and the critic of the bill the first questions in each round. We will limit each round to one question per person. We believe we have a very balanced witness list. You've all been receiving a tremendous number of things, but I think most of you, even if you've not been here long enough, are able to detect when there is an organized approach to things.

We believe we have those issues covered in the witness list. We think we have a very good witness list.

As you know, in these areas there are people who can get personal advantage from appearing on television before a Senate committee for certain things. I know you're aware of human nature in these kinds of areas, so factor all of those things into consideration.

We have a steering committee that represents all four groups in the Senate now that does include the sponsor of the bill in this case. We believe we fairly represented the issues that have been identified, and then it will be up to you to interpret the evidence that you hear before us.

That will be in the next two weeks. Then we will go back to two weeks of our study and possibly enough time to finish it off, if we're able to finish it off in one stretch. Then we have a series of private members' bills, most of which will take a maximum of one day and some even half a meeting to deal with. We will try to get into them as quickly as possible.

pratique. Tout comme pour l'impression 3D dont nous avons parlé ici, cela aidera le comité à savoir où ce type de recherche est effectué, ce qui est fait, dans quel milieu, et cetera.

Chers collègues, je vous sou mets ce budget. S'il n'y a pas de questions, je vais vous poser ma question.

Puisqu'il n'y a pas d'interventions, permettez-moi de poser la question, de sorte que nous suivions officiellement le *Règlement du Sénat*.

Est-il convenu que dans le cadre de l'étude du comité sur le rôle de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression 3D dans le système de santé, un budget de 8 300 \$ pour l'exercice se terminant le 31 mars 2018 soit approuvé et présenté au Comité sénatorial permanent de la régie interne, des budgets et de l'administration, après l'examen final réalisé par l'administration du Sénat?

Des voix : D'accord.

Le président : Merci, chers collègues. Il est nécessaire de le faire avant que je passe à l'autre étape. Je vous remercie. Je ne crois pas qu'il y ait d'autres travaux à l'ordre du jour.

Je vais simplement vous expliquer ce qui se passera, grosso modo. La semaine prochaine, nous commencerons une étude de deux semaines du projet de loi S-5. Normalement, nous donnons au parrain et au porte-parole du projet de loi les premières questions pour chaque tour. Nous nous limiterons à une question par personne pour chaque tour. Nous croyons avoir une liste de témoins très équilibrée. Vous recevez tous un nombre considérable de choses, mais je crois que la plupart d'entre vous, même si vous n'êtes pas au Sénat depuis longtemps, sont capables de savoir lorsqu'une approche rationnelle est adoptée.

Nous croyons que les questions sont couvertes par la liste des témoins. Nous croyons que la liste est très bonne.

Comme vous le savez, dans ces questions, il y a des gens qui peuvent retirer un avantage personnel de leur comparution à la télévision devant un comité sénatorial. Je sais que vous connaissez la nature humaine à cet égard; donc, veuillez tenir compte de tous ces facteurs.

Nous avons donc un comité de direction qui représente les quatre groupes au Sénat maintenant, ce qui inclut le parrain du projet de loi dans ce cas. Nous croyons que nous avons bien représenté les questions qui ont été signalées et il vous appartiendra d'interpréter les témoignages que nous entendrons.

C'est ce qui nous occupera au cours des deux prochaines semaines. Par la suite, nous reviendrons à notre étude pendant deux semaines et nous aurons peut-être le temps de la terminer. Nous serons ensuite saisis d'une série de projets de loi d'initiative parlementaire qui, pour la plupart, ne nous prendront pas plus qu'une journée, et même la moitié d'une réunion dans certains cas. Nous essayerons de procéder le plus rapidement possible.

The kicker in the system, the unknown, is what divisions of the budget bill we will get. This committee normally gets two to three divisions of the budget bill. If that is the case this time, depending upon the extent of those divisions we may have to even try to schedule extra meetings. We try to avoid that, if at all possible, but that may be the case.

I should have said — and thank you, Shaila — that the site visit you've just approved that we take forward a budget for is scheduled for Monday afternoon, May 15, so it will not interfere with normal Senate business.

I'm giving you a head's up. The clerk will send out normal notice, but this will give you extra time in terms of advance notice.

Senator Cormier: We will have time to prepare our luggage for this trip. Since it's my first trip, I will be happy to prepare.

The Chair: As a senator you are entitled to an *aide-de-camp* and other logistical support. Security has already been arranged.

Are there any other questions that any of you might have?

Senator Hartling: Did I see somewhere that we are going to meet on April 10?

The Chair: Yes, we have three hours scheduled now for the afternoon of April 10. We will begin at 1:30. For your information, the public health system of the U.K. is appearing in the first hour. They have implemented a number of the issues that we're dealing with. They are in a position to talk to us about their experience. I think that will be extremely helpful to you. Indeed, in addition to our normal witnesses, they will cover from their experience of their legislation some of the issues you are being heavily lobbied on.

We are very pleased to have been able to set that up for you.

Senator Raine: In my review so far of this bill, it seems like there are two parts to it. Is there any possibility of splitting the bill?

The Chair: No, Senator Raine, only if you bring in a motion during a committee to recommend and get full support to split the bill.

Senator Raine: Am I the only one who thinks that it is two distinct subject areas?

The Chair: It would be inappropriate for us to discuss that as a committee at this point. We are on camera, and that is not an item of business for this meeting. I have explained to you the appropriate mechanism under Senate Rules for dealing with that. It will come up at consideration of the legislation.

Any further questions?

I declare the meeting adjourned.

Le hic, c'est qu'on ignore quelles parties de la Loi d'exécution du budget nous seront soumises. Habituellement, notre comité en reçoit deux ou trois. Si c'est le cas cette fois-ci, selon leur longueur, nous devons peut-être même prévoir des réunions supplémentaires. Nous essayons d'éviter cela dans la mesure du possible, mais cela peut arriver.

J'aurais dû vous dire — je vous remercie, Shaila — que la visite que vous venez d'approuver est prévue le lundi 15 mai, en après-midi, de sorte que cela ne nuira pas aux travaux du Sénat.

Je vous le dis à l'avance. La greffière vous enverra un préavis normal, mais cela vous donnera plus de temps.

Le sénateur Cormier : Nous aurons le temps de préparer nos bagages. Puisque c'est mon premier déplacement, je serai ravi de me préparer.

Le président : À titre de sénateur, vous avez droit à un aide de camp et à d'autres types de soutien logistique. Les mesures de sécurité ont déjà été prises.

Avez-vous d'autres questions?

La sénatrice Hartling : Ai-je bien vu quelque part que nous nous rencontrerons le 10 avril?

Le président : Oui, une réunion de trois heures est prévue le 10 avril, en après-midi. Nous commencerons nos travaux à 13 h 30. À titre informatif, un représentant du système de santé du Royaume-Uni comparaitra au cours de la première heure. Des mesures dont nous discutons ont été mises en œuvre là-bas. Cette personne sera en mesure de nous parler de leur expérience. Je crois que cela vous sera extrêmement utile. En fait, en plus d'entendre les autres témoins habituels, nous entendrons parler de l'expérience du Royaume-Uni sur le plan législatif concernant certaines des questions qui font l'objet de fortes pressions actuellement.

Nous sommes très heureux d'avoir pu prévoir cette réunion pour vous.

La sénatrice Raine : D'après mon examen du projet de loi jusqu'à maintenant, il semble qu'il compte deux parties. Est-il possible de scinder le projet de loi?

Le président : Non, sénatrice Raine, seulement si l'on présente une motion au cours d'une réunion du comité pour le recommander et qu'il y a un appui sans réserve à cet égard.

La sénatrice Raine : Suis-je la seule ici qui sois d'avis que ce sont deux sujets distincts?

Le président : Il serait malvenu que nous en discutions à ce moment-ci. Nous siégeons à huis clos, et ce n'est pas à l'ordre du jour de la réunion. Je vous ai expliqué les mécanismes à suivre aux termes du *Règlement du Sénat* à cet égard. Il en sera question pendant l'étude du projet de loi.

D'autres questions?

La séance est levée.

(The committee adjourned.)

(La séance est levée.)

WITNESSES

Wednesday, March 29, 2017

Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR):

Alan Bernstein, President and CEO.

As an individual:

Dr. Christopher Schlachta, Medical Director, Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics (CSTAR).

Thursday, March 30, 2017

SPARC (Partnership for Robotics in Europe):

Reinhard Lafrenz, Secretary General, euRobotics (by video conference).

Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI):

Subbarao Kambhampati, Professor, Arizona State University (by video conference).

TÉMOINS

Le mercredi 29 mars 2017

Institut canadien de recherches avancées (ICRA) :

Alan Bernstein, président et chef de la direction.

À titre personnel :

Dr Christopher Schlachta, directeur médical, Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics (CSTAR).

Le jeudi 30 mars 2017

SPARC (Partnership for Robotics in Europe) :

Reinhard Lafrenz, secrétaire général, euRobotics (par vidéoconférence).

Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) :

Subbarao Kambhampati, professeur, Arizona State University (par vidéoconférence).