

SÉNAT



SENATE

CANADA

DÉFI EN VUE

Intégrer les technologies de la robotique,
de l'intelligence artificielle et de l'impression en 3D
dans les systèmes canadiens de soins de santé

Comité sénatorial permanent des affaires
sociales, des sciences et de la technologie

L'honorable Kelvin Kenneth Ogilvie, *président*

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

Octobre 2017

Pour plus d'information, prière de communiquer avec nous :

par courriel : SOCl@sen.parl.gc.ca

sans frais : 1-800-267-7362

par la poste : Comité sénatorial permanent des
affaires sociales, des sciences et de la technologie
Sénat, Ottawa (Ontario), Canada K1A 0A4

Le rapport peut être téléchargé à l'adresse suivante :

www.senate-senat.ca/social.asp

This report is also available in English



SÉNAT | SENATE
CANADA

TABLE DES MATIÈRES

ORDRE DE RENVOI	III
MEMBRES.....	III
INTRODUCTION.....	2
CONTEXTE	3
INFORMATIONS GÉNÉRALES.....	4
La robotique.....	5
L'intelligence artificielle.....	5
L'impression en 3D	6
Le rôle du gouvernement fédéral	7
PROGRÈS IMPORTANTS POUR L'AVENIR DES SOINS DE SANTÉ	8
Les investissements fédéraux dans la recherche novatrice	9
La robotique.....	10
L'intelligence artificielle.....	15
L'impression en 3D	17
Visites à l'Université d'Ottawa et au campus général de l'hôpital d'Ottawa	19
Coup d'œil sur l'avenir.....	20
RESTER VIGILANT.....	21
Considérations liées à l'éthique, à la protection des renseignements personnels et à la confiance	22
Les effets sur l'emploi.....	24
Faire accéder les innovations au marché.....	25
Ajustements à la formation et à l'éducation	28
Réglementation des instruments médicaux novateurs.....	29
UNE OCCASION DE CHANGEMENT PROFOND - RECOMMANDATIONS VISANT À FACILITER L'INTÉGRATION DES TECHNOLOGIES NOVATRICES DANS LES SYSTÈMES DE SOINS DE SANTÉ DU CANADA.....	30
CONCLUSION.....	37
ANNEXE 1 : Recommandations	39
ANNEXE 2 : Liste de témoins	41
ANNEXE 3 : Mémoires	43

ORDRE DE RENVOI

MEMBRES

Extrait des *Journaux du Sénat* du mardi
25 octobre 2016 :

L'honorable sénateur Ogilvie propose, appuyé
par l'honorable sénateur Eggleton, C.P. :

Que le Comité sénatorial permanent des affaires
sociales, des sciences et de la technologie soit
autorisé à étudier, en vue d'en faire rapport, le
rôle de l'automatisation dans le système des
soins de santé, plus particulièrement la robotique,
l'intelligence artificielle et l'impression en 3D,
dans les secteurs :

- des soins directs aux patients;
- des soins indirects aux patients;
- des soins à domicile.

Que le comité dépose son rapport final au plus
tard le 31 décembre 2017 et qu'il conserve
tous les pouvoirs nécessaires pour diffuser ses
conclusions dans les 180 jours suivant le dépôt
du rapport final.

Après débat,

La motion, mise aux voix, est adoptée.

Le greffier du Sénat,
Charles Robert

Les honorables sénateurs ayant participé à cette étude :

Kelvin Kenneth Ogilvie, *président*
Art Eggleton, C.P., *vice-président*
René Cormier
Tony Dean
Linda Frum
Nancy J. Hartling
Marie-Françoise Mégie
Richard Neufeld
Ratna Omidvar
Chantal Petitclerc
Nancy Greene Raine
Judith Seidman
Carolyn Stewart Olsen

Membres d'office du comité :

Les honorables sénateurs :
Peter Harder, C.P. (ou Diane Bellemare)
Larry W. Smith (ou Yonah Martin)

Autres sénateurs ayant participé, de temps à autre, à cette étude :

Les honorables sénateurs Beyak, Dagenais,
Galvez, Gold, Griffin, MacDonald, McIntyre,
McPhedran, Meredith, Poirier et Unger

Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement :

Sonya Norris et Dillan Theckedath, analystes

Greffière du comité :

Shaila Anwar

Direction des comités du Sénat :

Tracy Amendola, adjointe administrative

INTRODUCTION

Le 25 octobre 2016, le Sénat a adopté un ordre de renvoi autorisant le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie (le comité) à « étudier, en vue d'en faire rapport, le rôle de l'automatisation dans le système de soins de santé, plus particulièrement la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D ». Entre le 1^{er} février et le 15 mai 2017, le comité a tenu 12 réunions, effectué deux visites sur place et entendu plusieurs témoins, dont des chercheurs, des bailleurs de fonds de la recherche, des éthiciens, des entrepreneurs et des fournisseurs de soins de santé.

Le sénateur Kelvin Kenneth Ogilvie (président), tient un cœur imprimé en 3D du Service d'imagerie médicale du département de radiologie du campus général de l'hôpital d'Ottawa.



CONTEXTE

Selon les estimations de l'Institut canadien d'information sur la santé (ICIS), les dépenses de santé annuelles totales du Canada devaient atteindre 228 milliards de dollars en 2016 et afficher un taux de croissance de 2,7 %¹.

Les dépenses de santé comprennent à la fois les fonds publics et les fonds privés, les fonds publics représentant environ 70 % des dépenses totales de santé depuis de nombreuses années².

Le rapport de l'ICIS souligne également que la hausse des dépenses de santé au cours des dernières années soutient tout juste le rythme de l'inflation et de la croissance de la population, ce qui fait craindre pour la viabilité du système de soins de santé canadien³.

Au fil des ans, le Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie (ce comité) a produit des rapports sur la santé et les soins de santé dans notre pays. Ces rapports ont récemment porté sur :

- la nécessité que les systèmes canadiens de soins de santé s'adaptent et innovent pour assurer leur viabilité⁴;
- la complexité de soigner des personnes atteintes de maladies chroniques, en partie évitables grâce à un mode de vie sain⁵;
- les besoins croissants de la population vieillissante, particulièrement des personnes atteintes de démence⁶.

C'est donc dans le contexte de ses études antérieures, qui visaient à trouver des solutions pour bâtir un Canada en meilleure santé, et de l'essor au cours des dernières années des innovations automatisées applicables à la santé et aux soins de santé, que le comité a entrepris son étude sur le rôle de l'automatisation dans le système des soins de santé.

1 Institut canadien d'information sur la santé (ICIS), **Tendances des dépenses nationales de santé**, 1975 à 2016, 2016, p. 7.

2 *Ibid.*, p. 13.

3 *Ibid.*, p. 9.

4 Sénat, Comité permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, **Un changement transformateur s'impose : Un examen de l'Accord sur la santé de 2004**, septième rapport, 1^{re} session, 41^e législature, mars 2012.

5 Sénat, Comité permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, **L'obésité au Canada : Une approche pansociétale pour un Canada en meilleure santé**, deuxième rapport, 1^{re} session, 42^e législature, mars 2016.

6 Sénat, Comité permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, **La démence au Canada : Une stratégie nationale pour un Canada sensible aux besoins des personnes atteintes de démence**, sixième rapport, 1^{re} session, 42^e législature, novembre 2016.



INFORMATIONS GÉNÉRALES

Le terme « automatisation » fait référence à de nombreuses technologies et peut par conséquent s'appliquer à un vaste éventail d'innovations. L'ordre de renvoi d'une étude sur le rôle de l'automatisation dans le système des soins de santé a obligé le comité à se concentrer sur la robotique, l'intelligence artificielle (IA) et l'impression en 3D afin de réduire la portée de l'étude. Le comité n'avait pas l'intention d'examiner trop en profondeur les aspects scientifiques de ces trois domaines, qui peuvent facilement devenir trop techniques pour les visées de la présente étude. Les témoins ont plutôt présenté le contexte général de ces technologies afin de permettre aux membres de comprendre leur travail et leurs objectifs.

LA ROBOTIQUE

La robotique fait intervenir l'intégration de la saisie d'information dans l'action physique. Cela peut faire appel à l'IA, de sorte que la robotique et l'IA se chevauchent souvent. En santé, les robots sont utilisés en pharmacie et dans les laboratoires, les chirurgies et l'assistance opératoire, les exosquelettes, la rééducation par la thérapie physique, l'aide aux personnes âgées ou ayant de la difficulté à accomplir certaines tâches de la vie quotidienne ainsi que l'aide destinée à prévenir ou à traiter le déclin cognitif ⁷. La technologie robotique peut également faire appel à l'innovation de la téléprésence, de sorte que les robots deviennent un outil important dans la prestation des soins de santé dans les régions rurales et éloignées.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'origine du terme « intelligence artificielle » remonte à 1956 et fait référence à la reproduction des fonctions cognitives humaines, comme la résolution de problèmes, le raisonnement, la compréhension ou la reconnaissance, par des moyens artificiels, particulièrement par ordinateur. Parmi les applications de l'IA, il y a les jeux, la reconnaissance vocale, la compréhension des langues et la classification heuristique (résolution de problèmes avec des systèmes experts) ⁸. Les travaux en IA remontent aux années 1960, mais les avancées dans la capacité informatique, le développement des ordinateurs personnels et l'Internet ont suscité un regain d'intérêt pour l'IA dans les années 1990. Parmi les applications de l'IA dans la médecine, il y a les systèmes experts d'information de laboratoire servant à interpréter notamment l'imagerie diagnostique et les analyses

L'intelligence artificielle est de l'intelligence artificielle seulement jusqu'à ce qu'une certaine masse critique comprenne son fonctionnement. Ce n'est alors qu'un programme informatique, rien d'autre.

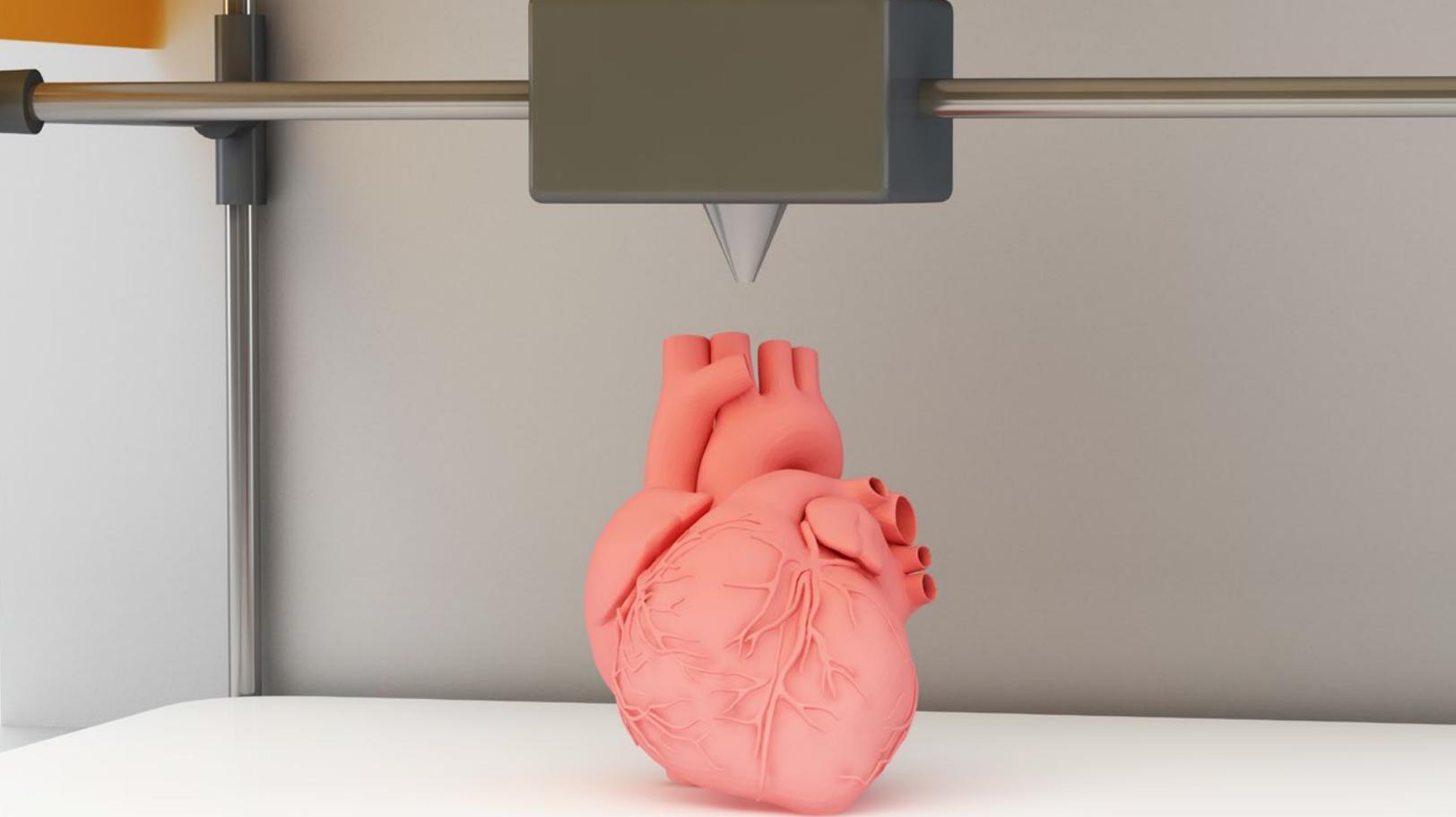
- Daniel Silver, directeur, Institut Acadia d'analytique des données, Université Acadia

sanguines, ainsi que les systèmes d'apprentissage en profondeur qui permettent aux ordinateurs de tirer des leçons des expériences.

La robotique et l'IA se recoupent considérablement. En effet, le degré d'autonomie d'un robot, c'est-à-dire le degré auquel le robot a besoin de l'intervention humaine, est directement lié à son intégration de l'IA.

7 Russell H. Taylor, « **A Perspective on Medical Robotics** », Proceedings of the Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), vol. 94, no 9, septembre 2006.

8 Jameela Ali Akrimi et coll., « Review of Artificial Intelligence », International Journal of Science and Research, vol. 2, no 2, 2013, p. 487-505.



L'IMPRESSION EN 3D

L'impression en 3D consiste à produire plusieurs couches successives les unes sur les autres afin de fabriquer un objet en trois dimensions. Un autre terme utilisé pour décrire l'impression en 3D est « fabrication additive », qui pourrait évoquer plus exactement le processus. Ce dernier utilise divers matériaux, dont des plastiques, des métaux et du biomatériau, à savoir des cellules. La technologie d'impression en 3D a évolué depuis son invention en 1980, au point où il est maintenant économique d'y faire appel pour produire des objets à petite échelle et des solutions sur mesure.

L'imagerie médicale a elle aussi évolué, passant de la création d'images en 2D à des images en 3D. Cependant, avant, la visualisation des images en 3D ne pouvait se faire qu'avec des écrans plats et des imprimantes en 2D. Le développement de l'imagerie

en 3D, notamment avec la tomographie par ordinateur et l'imagerie par résonance magnétique, combiné à la technologie d'impression en 3D, permet maintenant la production d'objets en 3D.

Même si, au départ, la technologie était utilisée en génie pour produire des prototypes, les applications de l'impression en 3D en médecine sont nombreuses, notamment la fabrication de prototypes pour la planification chirurgicale; la conception d'implants; la fabrication de prothèses et d'orthèses; la régénération des tissus et des organes; la fabrication d'instruments chirurgicaux et médicaux; et l'avancement de la recherche, de la formation et de l'enseignement dans le domaine de la médecine ⁹.

⁹ F. Rengier et coll., « **3D printing based on imaging data: review of medical applications** », International Journal of Computer-Assisted Radiology and Surgery, vol. 5, 2010, p. 335-341.

LE RÔLE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Le gouvernement fédéral est responsable des soins de santé de certains groupes de population ¹⁰, mais la prestation des services de santé relève principalement des provinces et des territoires. Toutefois, le gouvernement fédéral a recours à son pouvoir en matière de droit pénal pour légiférer dans un certain nombre de domaines liés à la santé et à la sécurité ¹¹.

La *Loi sur les aliments et drogues* (la *Loi*) est un exemple de l'application du pouvoir en matière pénale auquel a recours le gouvernement fédéral pour s'assurer de l'innocuité des aliments, des médicaments, des instruments médicaux et des cosmétiques ¹². Conformément à la *Loi*, le *Règlement sur les instruments médicaux* (le *Règlement*) établit les exigences de l'approbation et de l'homologation de la vente des instruments médicaux au Canada ¹³. En vertu de la *Loi* et du *Règlement*, un instrument médical s'entend de tout instrument, appareil, dispositif ou article, ou toute partie de l'un ou l'autre de ceux-ci, pouvant servir au diagnostic, au traitement ou à la prévention d'un trouble, ou utilisé pour la restauration, la correction ou la modification d'une structure corporelle d'un être humain ou de son fonctionnement. Le *Règlement* prévoit un cadre fondé sur les risques et établit des critères d'évaluation des instruments médicaux selon leur caractère effractif ou le risque potentiel qu'ils peuvent poser; c'est à-dire les instruments de classe I, comme les thermomètres, qui posent un risque minime, jusqu'aux instruments de classe IV, comme les simulateurs cardiaques. Bon nombre des innovations examinées durant la présente étude seraient réglementées en tant qu'instruments médicaux par Santé Canada.

Aux termes du *Règlement*, les instruments médicaux de classe I n'ont pas besoin d'être approuvés en vue d'une licence de produit, mais une licence d'établissement est requise pour leurs fabricants, importateurs et distributeurs. Les instruments médicaux de classes II, III et IV doivent être approuvés par le Ministère et une licence de produit est nécessaire de même que, comme pour les instruments de classe I, une licence d'établissement.

Le pouvoir fédéral de dépenser est également utilisé dans divers domaines de la santé. Le gouvernement fédéral y a recours pour financer la recherche en santé par l'intermédiaire de ses organismes subventionnaires de la recherche (les Instituts de recherche en santé du Canada [IRSC], le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada [CRSNG] et le Conseil de recherches en sciences humaines [CRSH]) et pour financer directement la recherche menée au Conseil national de recherches du Canada.



10 Le gouvernement fédéral est responsable de veiller à la prestation de services de soins de santé aux populations autochtones et inuites, au personnel des Forces canadiennes, aux anciens combattants, aux détenus sous responsabilité fédérale et aux demandeurs du statut de réfugié.

11 Martha Butler et Marlisa Tiedemann, **Le rôle fédéral dans le domaine de la santé et des soins de santé**, publication no 2011-91-F, Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement, Ottawa, 20 septembre 2013.

12 **Loi sur les aliments et drogues**, L.R.C., 1985, ch. F-27.

13 **Règlement sur les instruments médicaux**, DORS/98-282

PROGRÈS IMPORTANTS POUR L'AVENIR DES SOINS DE SANTÉ

Le comité a invité deux futurologues à témoigner sur le rôle des technologies novatrices, particulièrement la robotique, l'IA et l'impression en 3D, dans l'avenir des soins de santé. Bertalan Mesko, futurologue médical, et Abishur Prakash, futurologue géopolitique du Centre for Innovating the Future, ont parlé avec enthousiasme du potentiel de ces nouvelles approches. La plupart des témoignages offerts par les témoins subséquents ont confirmé l'avenir prometteur décrit par les futurologues.



Conception d'interactions humain-ordinateur pour le « jumeau numérique » créé au laboratoire de recherche en communications multimédias (MCRLab) de l'Université d'Ottawa.

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

- Yoshua Bengio, directeur, Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal, Université de Montréal

LES INVESTISSEMENTS FÉDÉRAUX DANS LA RECHERCHE NOVATRICE

La plupart des innovations présentées au comité durant l'étude bénéficient d'un financement public au Canada ainsi que d'investissements du secteur privé. Pour ce qui est du financement fédéral, le comité a appris que les IRSC fournissent des fonds pour l'éventail complet des recherches en santé ainsi que de l'aide pour commercialiser ces innovations. Jane Aubin, chef des affaires scientifiques et vice présidente à la recherche, à l'application des connaissances et à l'éthique aux IRSC, a fait savoir que l'organisme a investi dans chacune des technologies décrites plus haut, que ce soit directement auprès des chercheurs ou indirectement par son appui, conjointement avec le CRSNG et le CRSH, aux réseaux des centres d'excellence et au programme de chaires de recherche du Canada, représentés par de nombreux témoins tout au long de l'étude.

Bettina Hamelin, vice-présidente, Direction des partenariats de recherche au CRSNG, a indiqué dans son témoignage que l'organisme finance la recherche fondamentale ainsi que les partenariats en recherche novatrice. Elle a souligné le soutien

du CRSNG à la recherche, comme la robotique de réadaptation dans le traitement post-AVC ou d'une infirmité motrice cérébrale, l'utilisation de l'IA dans les « maisons intelligentes » pour vieillir chez soi et l'impression en 3D avec des encres biologiques pour l'ingénierie tissulaire. Toutefois, elle a indiqué que le budget du CRSNG n'a pas augmenté depuis plusieurs années, en dépit des coûts croissants de la recherche.

Enfin, le comité a entendu les témoignages de Roman Szumski et de Robert Diraddo du CNRC, qui ont expliqué que le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC offre des services de soutien à l'innovation et des services de financement pour aider les innovateurs à commercialiser leurs produits.

Plusieurs des chercheurs et organisations mentionnés par ces organismes publics ont comparu devant le comité pour décrire leurs travaux fascinants. Bien qu'ils aient dit appuyer la participation des organismes dans le financement de la recherche en robotique, en IA et en impression en 3D, plusieurs témoins ont fait valoir que les organismes de financement de la recherche ne sont pas bien positionnés pour collaborer les uns avec les autres. Les RCE constituent un bon modèle de collaboration, mais on a indiqué aux membres que l'amélioration et l'expansion des partenariats entre les organismes de financement permettraient d'accélérer le rythme des innovations et d'encourager l'échange d'idées et de progrès.





Il est important de soutenir et de développer cette innovation robotique au Canada dans les milieux universitaires, industriels et cliniques. [...] Nous disposons déjà des spécialistes, de l'expertise et de la motivation nécessaires pour réussir dans ce domaine de la robotique.

- Goldie Nejat, directrice, Institut de robotique et de mécatronique, Université de Toronto

Tangy, l'une des créations de Goldie Nejat, est un robot d'assistance sociale conçu pour faciliter les activités récréatives et promouvoir l'interaction sociale entre des personnes atteintes d'une diminution des capacités cognitives, telles que celles vivant avec la démence.

LA ROBOTIQUE

Au cours de l'étude, les membres du comité se sont sentis privilégiés d'entendre certains chefs de file canadiens en matière de recherche novatrice sur la robotique. La robotique est un domaine de recherche dynamique partout au Canada, et l'éventail des applications dans le domaine des soins de santé est vaste. Goldie Nejat, directrice de l'Institut de robotique et de mécatronique à l'Université de Toronto et titulaire de la chaire de recherche du Canada sur les robots dans la société, a parlé de ses travaux sur la robotique d'assistance, qui est un exemple de la façon dont certains services de santé à domicile peuvent être offerts grâce à cette technologie novatrice. Elle a expliqué que les robots peuvent être utilisés dans le domaine des soins aux personnes âgées, à la maison et dans des centres et résidences pour aînés. En tant qu'outil pour promouvoir le

vieillesse chez soi, les robots permettent de réduire le fardeau de travail des aidants officiels et officieux tout en prodiguant des soins axés sur la personne et adaptés à chaque utilisateur. La D^{re} Nejat a décrit des robots qui peuvent aider des personnes à réaliser les activités de la vie quotidienne, comme faire leur toilette, se vêtir et préparer des repas, et qui interagissent afin de stimuler les fonctions cognitives et d'accompagner ces personnes. Le comité a appris que cette catégorie de robots, c'est-à-dire les robots d'assistance personnelle, se retrouvera dans des maisons privées en nombre important dans les cinq à 10 prochaines années puisque l'industrie tente d'abaisser leur coût à 5 000 \$ ou moins.



NeuroArm, robot neurochirurgical guidé par l'image mis au point par Garnette Sutherland, est contrôlé par le chirurgien depuis un poste de travail à proximité.

© Project neuroArm, Université de Calgary, Calgary Canada

Le Dr Sutherland exécute une intervention neurochirurgicale à l'aide du NeuroArm.

Garnette Sutherland, professeur de neurochirurgie à l'Université de Calgary, a renseigné le comité sur le rôle de la robotique dans les soins directs aux patients, en l'occurrence la chirurgie. Le Dr Sutherland a expliqué que la robotique, notamment lorsqu'elle est combinée à la technologie d'imagerie, révolutionne les techniques de chirurgie. Il a comparé l'importance de la robotique chirurgicale guidée par l'image aux avancées faites à la fin des années 1980 et au début des années 1990, lorsque de nombreuses interventions chirurgicales sont devenues moins invasives grâce à la mise au point de l'approche laparoscopique. Les membres du comité ont appris que la technologie mécanique, au moyen de la tomodensitométrie et de l'imagerie par résonance magnétique ainsi que de la technologie GPS pour localiser une cible, est plus précise que la coordination œil-main humaine du chirurgien. Le Dr Sutherland a expliqué qu'il se trouve à quelques pieds seulement du robot guidé par l'image qui

l'assiste dans l'exécution d'une neurochirurgie, mais le comité a également appris que cette approche de la robotique chirurgicale diffère très peu de la chirurgie télérobotique, qui permet l'exécution de gestes chirurgicaux en milieu rural ou éloigné.



Lorsque la technologie mécanique est couplée à la capacité d'exécution ou à l'expérience d'un chirurgien, elle crée la meilleure combinaison d'ingénierie, de science et de médecine.

- Garnette Sutherland, professeur de neurochirurgie, Université de Calgary



D'autres technologies robotiques ont dépassé la phase de recherche et ont été approuvées pour être utilisées au Canada. Ivar Mendez, président du département de chirurgie de l'Université de Saskatchewan, a décrit ses travaux en télérobotique, également appelée « téléprésence robotique ». Le Dr Mendez a parlé des difficultés à fournir des soins de santé dans les localités rurales et éloignées du Canada, dont les résidents forment environ 20 % de la population totale canadienne. Plus particulièrement, il a parlé du coût élevé lié au transport des personnes depuis les régions rurales et éloignées vers les centres urbains pour y subir des examens, des tests, des traitements et des interventions chirurgicales. Le Dr Mendez dispose de plusieurs robots de téléprésence

Rosie est un système de robotique à distance qu'utilise Ivar Mendez pour traiter des patients dans des régions rurales ou éloignées de la Saskatchewan.



à divers endroits en Saskatchewan. Ces systèmes peuvent être activés à distance par un médecin. Le Dr Mendez a expliqué qu'il peut conduire le robot à distance et l'amener à l'infirmierie, puis à la chambre du patient pour l'interroger et l'examiner avec l'aide d'un travailleur de la santé, en attachant de l'équipement périphérique au robot comme de l'équipement ultrason ou un électrocardiogramme. Cette innovation permet à un spécialiste d'examiner des patients, de poser des diagnostics et, éventuellement, d'administrer des traitements à distance, ce qui permet d'économiser le coût du transport vers les centres urbains et d'éviter le dérangement. Le Dr Mendez a souligné que sa technologie de téléprésence représente un important outil qui permettra d'améliorer l'accès aux soins de santé dans les régions rurales ou éloignées, mais le comité note que cette

Robot de téléprésence et Dr Ivar Mendez. Cette technologie est utilisée pour fournir l'accès aux soins de santé aux communautés nordiques de la province de la Saskatchewan.

application nécessite un accès fiable à une connexion haute vitesse pour fonctionner. À cet égard, le comité attire l'attention sur l'investissement de 500 millions de dollars à l'appui de l'expansion des réseaux à large bande dans les régions rurales du Canada annoncé dans le budget fédéral de 2017 ¹⁴. Toutefois, étant donné que ce type de service devient rapidement essentiel à l'accès aux soins de santé et à leur prestation, le comité craint que, à moins de progrès rapides, les Canadiens vivant à l'extérieur des grands centres continuent d'accuser du retard sur le plan de l'accès aux soins de santé. Enfin, on a fait valoir aux membres qu'on pourrait inciter les médecins à adopter cette technologie en leur offrant la même compensation que s'ils offraient une consultation ou un examen en personne.



JACO, mis au point par Kinova Robotics, est un bras d'assistance robotisé qu'on utilise au moyen des commandes d'un fauteuil roulant.

Nous avons utilisé la technologie de pointe des robots de téléprésence pour déterminer si elle peut servir d'outil pour améliorer l'accès des collectivités moins bien desservies, mais qui ont les plus grands besoins.

- Ivar Mendez, président du département de chirurgie, Université de Saskatchewan

Charles Deguire, cofondateur et président de Kinova Robotics, a conçu et mis au point des bras robotisés installés à des fauteuils roulants électriques qui permettent d'effectuer des tâches routinières, ce qui décharge les fournisseurs de soins de santé de certaines responsabilités et offre aux personnes en fauteuil roulant une autonomie accrue. Cette innovation utilise les commandes du fauteuil, qu'il s'agisse d'un levier de commande, d'une commande au menton ou à la tête ou qui fonctionne avec les yeux, d'un contacteur au souffle ou d'une interface cerveau-machine. M. Deguire a fait remarquer que, aux Pays Bas, où le bras robotisé pour fauteuil roulant conçu par Kinova a été intégré au système de soins de santé public et a permis de réduire le besoin de soignants à domicile, il n'a fallu que deux ans pour obtenir un rendement sur les investissements.

Enfin, les membres ont entendu parler du premier hôpital complètement numérique en Amérique du Nord, l'hôpital Humber River à Toronto, qui a ouvert ses portes en octobre 2015. Barbara Collins, présidente et chef de la direction de l'hôpital, a expliqué que l'établissement a

¹⁴ Gouvernement du Canada, Bâtir une classe moyenne forte, 22 mars 2017, p. 122.

intégré un bon nombre de systèmes robotisés afin de réaliser des tâches relatives à la médication. Par exemple, certains robots peuvent préparer les médicaments des patients en doses unitaires, d'autres peuvent apporter de façon automatisée les médicaments, et d'autres encore ont des responsabilités de gestion des fournitures de l'hôpital. Les membres ont également appris que tous les renseignements sont sous forme électronique à l'hôpital Humber River, ce qui permet d'avoir des données exploitables. Cette approche ouvre la voie à l'établissement d'un centre de commandement où toutes les opérations seront regroupées, ce qui permettra, grâce à l'analyse prédictive (IA), d'optimiser la circulation des patients, de minimiser les erreurs et d'optimiser les résultats des patients. M^{me} Collins a dit que le nouvel hôpital numérique a permis d'améliorer la satisfaction des patients de 20 %, de diminuer les erreurs liées à la médication et de réduire la durée des séjours à l'hôpital.

Globalement, le Comité s'est fait dire que la robotique, bien qu'il s'agisse d'une technologie coûteuse à mettre au point, entraînera des économies. La robotique chirurgicale étant plus précise et moins invasive que la chirurgie traditionnelle, elle permet de réduire les séjours à l'hôpital. La chirurgie à distance et la télérobotique réduisent les coûts de déplacement. La robotique d'assistance dans les soins à domicile peut être moins coûteuse que les soins à l'hôpital. Les témoins ont également convenu que le coût de la technologie robotique diminue depuis les dernières années et qu'il devrait continuer à baisser.

[L']hôpital de l'avenir est un endroit où l'on fournit des soins actifs et des soins intensifs, mais nous devrions éviter le plus possible aux gens de devoir aller à l'hôpital.

- Barbara Collins, présidente, hôpital Humber River



De gauche à droite : Les sénateurs Art Eggleton (vice-président), Marie-Françoise Mégie et Kelvin Kenneth Ogilvie (président) ont rencontré des spécialistes au campus général de l'hôpital d'Ottawa en mai 2017.



Alors que les robots peuvent exécuter des interventions physiques, l'intelligence artificielle – ou IA – est le cerveau derrière la machine.

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

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence artificielle, comme l'évoque le terme, a pour but de reproduire la pensée humaine, et la plus grande partie du champ de la robotique décrit plus haut repose sur un certain niveau d'IA. Le principal type de recherche en IA menée au Canada depuis des années porte sur les « réseaux neuronaux » ou l'« apprentissage en profondeur ». On a expliqué aux membres que cet aspect de l'IA consiste simplement à appliquer à des modèles informatiques (réseaux neuronaux artificiels) le mode d'apprentissage du cerveau humain (réseaux neuronaux naturels). L'apprentissage en profondeur applique par conséquent un modèle mathématique, ou numérique, qui imite le processus biologique ou physiologique des neurones (cellules nerveuses), qui forment des synapses (jonctions entre les neurones) lorsqu'on apprend.

Les membres du comité ont appris que l'IA est un secteur de recherche très actif au Canada. Subbarao Kambhampati, de l'Association for the Advancement of Artificial Intelligence, a dit au comité que le

Canada a continué d'investir dans la recherche sur l'IA au cours des premières années de la technologie, et en particulier dans l'apprentissage en profondeur, après que d'autres pays eurent abandonné ce domaine. Le comité a appris que l'appui continu du Canada à la recherche fondamentale au cours des premières années de l'IA, particulièrement à l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), s'est traduit par une forte concentration de candidats au doctorat dans le domaine ainsi que par la création d'excellents laboratoires de recherche en IA à Montréal et à Toronto. Ce domaine de recherche progresse en importance, et il est maintenant reconnu que, pour développer l'IA, il faut imiter la fonction cérébrale, qui constitue l'objectif de l'apprentissage en profondeur. Bien que d'autres pays se soient de nouveau engagés à cet égard, les chercheurs canadiens ont une longueur d'avance. Par conséquent, a suggéré M. Kambhampati, le Canada mérite de récolter les fruits des applications novatrices de l'IA.



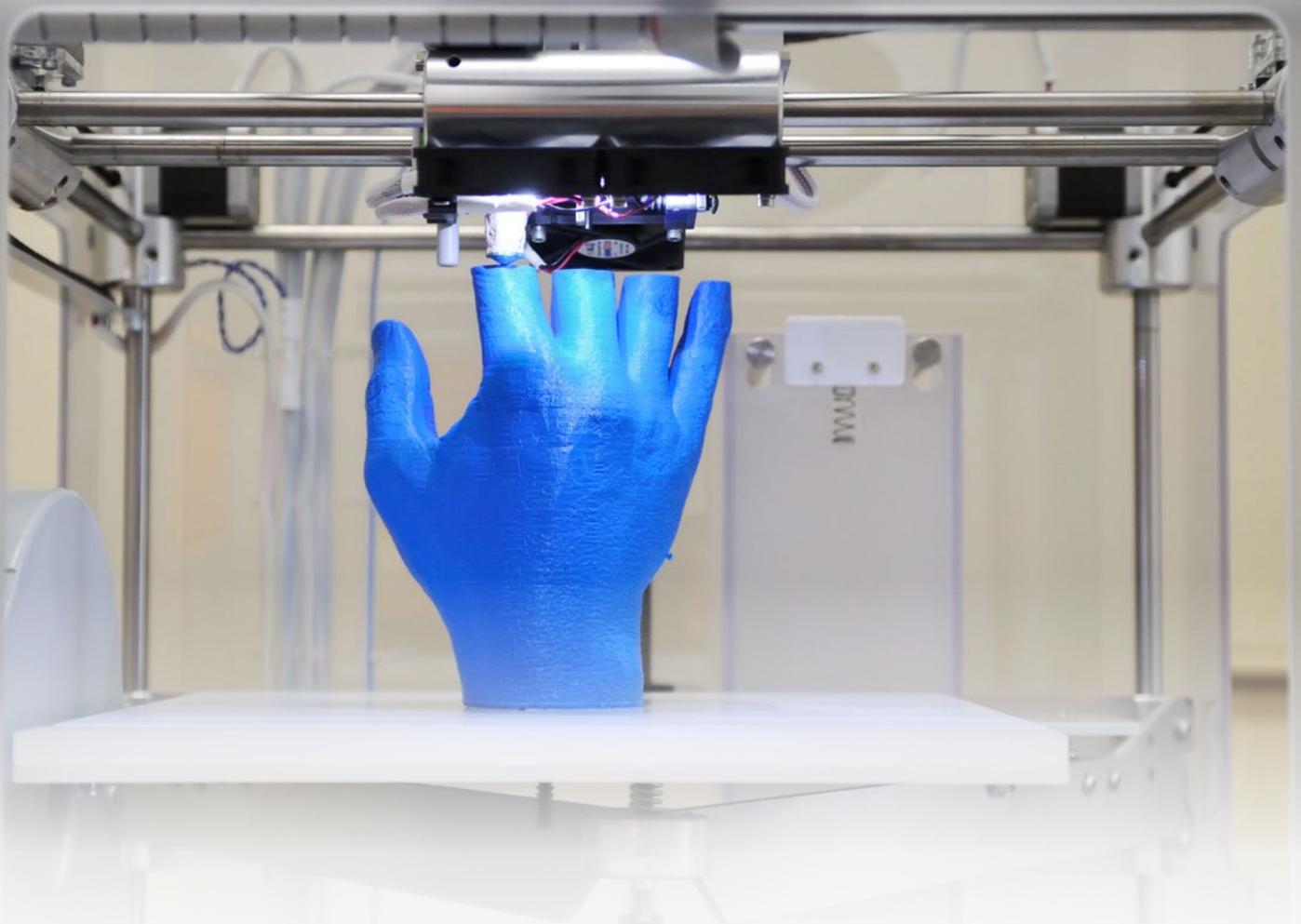
Les membres du comité se sont fait dire que l'apprentissage en profondeur transformera la médecine. Daniel Silver, directeur de l'Institut d'analytique des données de l'Université Acadia, a expliqué que l'IA a, et aura, des applications dans : les soins directs aux patients afin d'améliorer la prise de décisions relatives aux diagnostics, les pronostics, le choix des méthodes thérapeutiques et l'exécution de chirurgies et d'exams robotisés; les soins indirects aux patients tels que l'optimisation du déroulement des opérations et une meilleure gestion des stocks à l'hôpital; ainsi que des applications dans les soins à domicile, où des appareils portables et des capteurs serviront à évaluer et à prédire les besoins des patients.

En somme, lorsque vous apprenez quelque chose, vous apprenez essentiellement à prévoir [...]. L'apprentissage profond permet à un ordinateur de faire ce genre de prédictions, comme un être humain.

- Alan Bernstein, président, Institut canadien de recherches avancées

Des témoins ont expliqué que les recherches prometteuses sur l'IA se concentrent dans trois « carrefours de l'IA », c'est-à-dire Montréal, Toronto et Edmonton. Joelle Pineau, professeure au Centre des machines intelligentes de l'Université McGill, a parlé des « robots intelligents », où l'IA est un composant essentiel du robot. Elle a parlé du potentiel des robots dotés d'une intelligence artificielle pour interpréter un ensemble complexe de données sur un patient, déterminer une procédure à prendre et l'appliquer au patient. Elle a donné comme exemple le pancréas artificiel en cours de mise au point à l'Institut de recherches cliniques de Montréal. Ce robot peut calibrer la dose d'insuline qui doit être administrée en fonction de lectures en temps réel des taux de glycémie et de l'apport alimentaire du patient, de son niveau d'activité et de sa physiologie.

Le sénateur Ogilvie met à l'essai un stylo inspiré de la biologie, mécatronique et contrôlé par l'intelligence artificielle au laboratoire de robotique Bioln de l'Université d'Ottawa.



L'IMPRESSION EN 3D

L'impression en 3D, ou fabrication additive, est déjà une technologie importante dans le secteur des soins de santé. Matt Ratto, professeur agrégé à la faculté de l'information de l'Université de Toronto, a présenté plusieurs exemples de prothèses et d'orthèses fabriquées au moyen de la fabrication additive. La technologie ne coûte pas cher et peut être appliquée dans des endroits éloignés disposant de ressources limitées. M. Ratto a expliqué que ces dispositifs peuvent être personnalisés à chaque utilisateur. Le fait que l'impression en 3D peut produire des dispositifs conçus expressément pour l'utilisateur serait la principale raison pour laquelle cette technologie est grandement intégrée à la fabrication d'appareils auditifs sur mesure. Les membres ont appris que plus de 10 millions d'appareils auditifs ont été fabriqués grâce à la fabrication additive.

Julielynn Wong, fondatrice de l'entreprise 3D4MD, a expliqué que cette technologie a plusieurs bienfaits. Elle a indiqué que la technologie sur laquelle repose la fabrication des imprimantes 3D a progressé au point où les imprimantes de bureau sont devenues choses courantes, leur prix n'ayant cessé de diminuer au fil des ans pour se situer entre 300 \$ et 3000 \$. De plus, le coût du plastique utilisé comme matériau d'impression ne coûte que quelques cents le gramme. La D^{re} Wong a fait valoir que l'impression en 3D est idéalement adaptée à la production d'appareils sur demande et personnalisés. Elle a fait une démonstration aux membres en utilisant une imprimante de bureau pour produire une attelle digitale personnalisée.



Konrad Walus, professeur agrégé au département de génie électrique et informatique de l'Université de la Colombie-Britannique, a donné un aperçu d'une approche différente de l'impression en 3D – le génie tissulaire dans le cadre de la médecine régénérative. Dans le cas de ce type d'application, « l'encre » est un biomatériau, c'est-à-dire des cellules. Le Dr Walus a expliqué que l'imprimante dépose par couches des cellules, qui sont ensuite incubées pour reconstruire un tissu. Les cellules du tissu communiquent entre elles plutôt que d'exister en tant que simples cellules individuelles. De cette façon, un tissu pourrait être régénéré grâce à l'utilisation des cellules du patient, ce qui ne provoquerait pas de réponse immunitaire et de rejet. Le Dr Walus a également décrit les récentes avancées dans la technologie de la bio impression qui, on l'espère, donnera lieu à

l'impression en 3D d'implants au moyen d'une « encre » qui ressemble de très près aux substances trouvées dans les articulations, comme le cartilage et le ménisque du genou. Le Dr Walus a décrit au comité une autre application de la bio impression dans la mise au point de médicaments. Il a indiqué que la bio impression permet d'imprimer et de cultiver des tissus qui expriment certaines maladies. Le tissu ainsi fabriqué recevrait une dose d'un nouveau médicament afin qu'on surveille la réaction. Le Dr Walus a dit que ce modèle d'essai pourrait accélérer la mise au point de médicaments, accroître la sensibilité des essais précoces et réduire la nécessité d'effectuer des études sur les animaux.

VISITES À L'UNIVERSITÉ D'OTTAWA ET AU CAMPUS GÉNÉRAL DE L'HÔPITAL D'OTTAWA

Les membres ont eu l'occasion de visiter un laboratoire de recherche et un hôpital afin d'observer directement ces innovations. Ils ont visité un laboratoire de communication multimédia où des chercheurs de l'Université d'Ottawa ont fait la démonstration d'un logiciel de réalité virtuelle permettant la simulation d'une personne blessée comme instrument de formation médicale et de télémédecine. Les chercheurs ont également présenté des robots intelligents bio inspirés dotés de visages expressifs et de mains robotisées dont la « peau » peut « avoir des sensations » et réagir

à la pression et à la température. Une visite au campus général de l'hôpital d'Ottawa a permis aux membres d'examiner un vaste éventail d'objets imprimés en 3D et de voir la création d'un modèle de cœur en 3D sur l'imprimante 3D commerciale de l'hôpital. Les médecins ont décrit comment cette technologie leur permet de produire des objets pour planifier les interventions chirurgicales et les traitements, installer des implants, expliquer aux patients leur maladie et décrire des maladies rares aux résidents.



Les sénateurs René Cormier, Art Eggleton et Marie-Françoise Mégie interagissent avec un « jumeau numérique » conçu au laboratoire de recherche en communications multimédias (MCRLab) de l'Université d'Ottawa.

COUP D'ŒIL SUR L'AVENIR

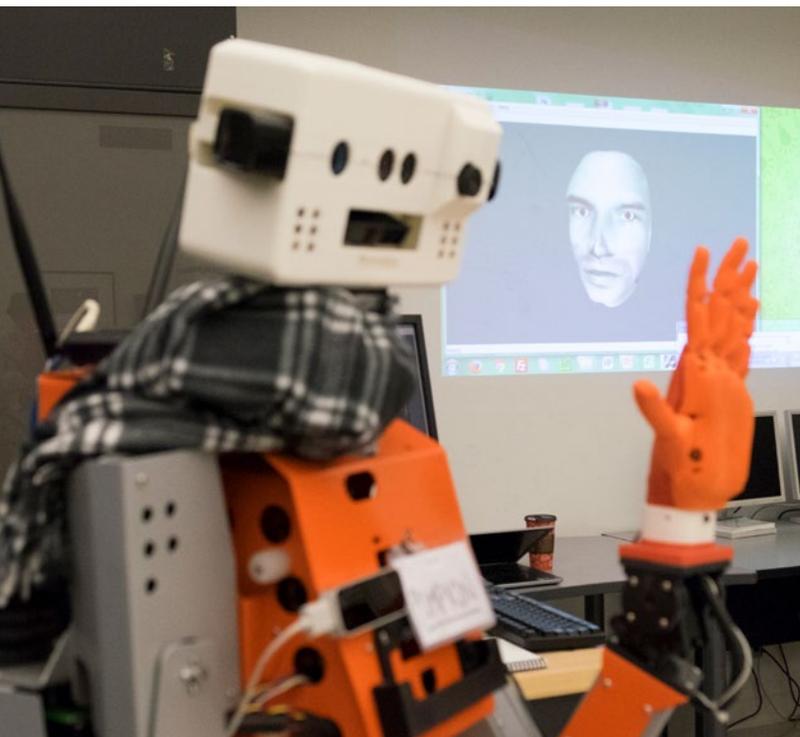
Comme il est mentionné au début de la présente section, le comité a entendu deux futurologues, qui ont non seulement ouvert la voie aux témoignages inspirants que le comité allait entendre, mais aussi donné un aperçu des soins de santé de l'avenir – advenant que le Canada prenne des mesures pour s'adapter aux nouvelles technologies. Ces témoins ont notamment prédit que la chance jouera un moins grand rôle dans la santé et les soins de santé d'une personne. Les membres se sont fait dire que, actuellement, la santé d'une personne repose sur la chance qu'elle a de reconnaître un symptôme à temps, de consulter un médecin et de recevoir le bon diagnostic ainsi que le bon traitement en temps

de traitement. Ces innovations permettraient également de normaliser considérablement les procédures, ce qui permettrait d'appliquer les procédures des hôpitaux dans des cliniques établies dans la localité, par exemple dans des centres commerciaux.

Le comité s'est également fait dire que le type de travaux effectués par le D^r Walus, c'est-à-dire la bio impression pour produire des tissus vivants, progresseront au point de déboucher sur des systèmes complexes à vaisseaux sanguins et, finalement, sur des organes régénérés, pleinement fonctionnels, pour la transplantation. Enfin, à beaucoup plus long terme, des spécialistes envisagent l'émergence de chirurgiens robotisés totalement autonomes.

Les membres du comité sont impressionnés par les innovations qui leur ont été présentées au cours de l'étude, touchés par le degré d'ingéniosité et renversés par les répercussions potentielles que ces innovations de rupture sont susceptibles de produire sur le système de soins de santé. Bien entendu, aucune de ces avancées ne se concrétisera si le Canada ne s'adapte pas à ces innovations et ne les intègre pas avec succès dans les systèmes de soins de santé.

Cela dit, si ces technologies présentent un énorme potentiel, les membres du comité voient clairement qu'il faut tenir compte des conséquences non voulues de leur intégration dans les systèmes de soins de santé. Parmi les préoccupations soulevées, on compte des considérations éthiques, les répercussions sur l'emploi, la difficulté de commercialiser les innovations, la nécessité de réorienter la formation et l'éducation et la modification du cadre réglementaire visant les appareils médicaux. Pour bien réussir l'intégration de la robotique, de l'IA et de l'impression en 3D dans la prestation des soins de santé, le Canada doit donc relever des obstacles.



Le laboratoire de recherche en communications multimédias (MCRLab) de l'Université d'Ottawa.

opportun. Dans l'avenir, ces variables seront probablement minimisées grâce aux dispositifs portatifs et aux capteurs à domicile pour la reconnaissance des symptômes. L'information recueillie serait transmise immédiatement au fournisseur de soins, qui utiliserait un logiciel d'IA pour poser un diagnostic et proposer des options



RESTER VIGILANT

Malgré les avantages potentiels de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression en 3D dans le domaine de la santé qu'ont décrits de nombreux témoins, on a souligné un certain nombre d'éléments dont il faut tenir compte et qu'il faut intégrer dans les plans à mesure que ces innovations s'implantent dans la société.



[L]es gens qui interagissent avec les robots ne les traitent souvent pas comme s'ils étaient une autre personne ni comme une machine distributrice [...] mais plutôt comme une espèce à mi-chemin entre l'être humain et la machine.

- AJung Moon, fondatrice, Open Roboethics Institute

CONSIDÉRATIONS LIÉES À L'ÉTHIQUE, À LA PROTECTION DES RENSEIGNEMENTS PERSONNELS ET À LA CONFIANCE

Les questions éthiques liées à l'intégration de ces technologies novatrices dans le secteur des soins de santé, ainsi que les questions de la protection des renseignements personnels et des facteurs de confiance, ont été abordées par de nombreux spécialistes qui ont comparu au cours de l'étude.

Si l'on veut assurer l'intégration de ces innovations dans le système de soins de santé, tant les professionnels de la santé que les patients doivent avoir confiance envers les nouvelles technologies. L'un des facteurs de confiance dont il faut tenir compte consiste à déterminer si ces nouvelles technologies amélioreront les soins de santé, que ce soit par une innocuité accrue des traitements, l'amélioration de l'efficacité des services ou la réduction des coûts. Un autre facteur de confiance consiste à garantir la protection des renseignements personnels.

Les membres du comité ont appris que le recours à l'intelligence artificielle (IA) lors du diagnostic donne des résultats à tout le moins équivalents

aux diagnostics rendus par un médecin seul et que, dans bien des cas, les diagnostics assistés ont des résultats plus fiables. Par exemple, Alan Bernstein, président de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), a présenté des données montrant que l'IA est plus efficace que les spécialistes des soins de santé dans le diagnostic et la classification du cancer de la peau et du sein ainsi que d'autres maladies. De manière semblable, on considère les chirurgies assistées par robot plus sécuritaires, moins invasives et plus précises que les chirurgies conventionnelles. En outre, les membres ont appris que la chirurgie assistée par robot réduit l'effort et la fatigue des chirurgiens, et que l'on remarque les mêmes effets chez les aidants dans les soins à domicile assistés par robot.

En ce qui concerne la protection des renseignements personnels, la discussion a surtout porté sur le recours à l'IA puisqu'il s'agit d'une technologie qui dépend d'une vaste quantité de données sur les patients. Il est possible que

les robots d'assistance utilisés dans les soins à domicile ou les soins aux personnes âgées soient appelés à surveiller en permanence les patients qu'ils doivent évaluer conformément à leur programmation, ce qui signifie qu'une immense quantité de données est susceptible d'être générée. AJung Moon, fondatrice de l'Open Roboethics Institute, qui a décrit les robots comme la réalisation matérielle de l'IA, a fait valoir que le concept traditionnel de la protection des renseignements personnels pourrait ne pas s'appliquer dans le contexte de ces nouvelles technologies. D'autres témoins ont fait valoir que l'IA dépend des données sur les patients et que plus il y a de données disponibles, mieux elle fonctionnera. À ce sujet, des témoins ont indiqué qu'il est nécessaire d'obtenir la permission avant d'utiliser les données des patients et que celles-ci doivent être chiffrées et rendues anonymes avant d'être intégrées aux algorithmes d'apprentissage profond qui serviront à une foule d'applications.

Enfin, il a été question du déploiement de l'IA de manière éthique afin de séparer les avantages sociétaux des préjudices sociétaux. Les membres ont appris que l'on aborde de façon proactive les questions éthiques entourant ces technologies novatrices. Par exemple, l'Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE), un organisme professionnel qui comprend un volet de normalisation internationale, a lancé en 2016 une initiative nommée « Global Initiative for Ethical Considerations in Artificial Intelligence and Autonomous Systems » (initiative mondiale pour les considérations éthiques liées à l'intelligence artificielle et aux systèmes autonomes) afin d'établir des lignes directrices d'ordre éthique. Le comité a appris que les efforts visant à régler les questions éthiques découlant de ces technologies en sont encore à leurs débuts, mais il est encouragé de constater que l'IEEE a mis en place un programme si exhaustif.

Les robots autonomes, c'est-à-dire ceux pouvant fonctionner sans intervention humaine, ont été décrits comme une technologie peut-être éthiquement inacceptable puisqu'ils risqueraient d'éliminer le pouvoir décisionnel des patients et de leurs médecins. En ce qui concerne les robots semi-autonomes, les limites éthiques concernent principalement la quantité et le type de données introduites dans l'algorithme. Prenons l'exemple d'un algorithme pouvant prédire la mort d'un patient cardiaque. Ce type de pronostic peut également être rendu par le spécialiste et n'est pas considéré en soi comme contraire à l'éthique. Cependant, ce genre de prédiction doit toujours respecter les intérêts du patient, notamment lorsqu'on lui présente les solutions de gestion des soins.

Pour de nombreux témoins, la question revient à ceci : si les professionnels des soins de santé et les patients se retrouvent avec des options qui leur offrent de meilleurs résultats, ils accueilleront les nouvelles technologies.

Il revient néanmoins à tous les intervenants de tenir compte des considérations éthiques à mesure que les technologies s'intègrent aux services de soins de santé.



LES EFFETS SUR L'EMPLOI

Le comité a appris que l'automatisation devrait se traduire par des pertes considérables d'emplois au cours des prochaines années. On a indiqué aux membres que, bien que les projections varient d'un pays à l'autre, 42 % des emplois au Canada (ou 7,5 millions d'emplois) sont susceptibles d'être automatisés. Par conséquent, on a abordé de nombreuses reprises au cours de l'étude les effets néfastes que pourraient avoir ces nouvelles technologies sur le secteur des soins de santé.

Quelques témoins ont fait valoir au comité que des pertes d'emploi pourraient découler de ces innovations, mais la plupart des témoins se sont dit d'avis que de nouveaux emplois seront créés. Par exemple, Reinhard Lafrenz, secrétaire général, euRobotics, est d'avis que la nouvelle économie du savoir engendrera un grand nombre de nouveaux débouchés. D'autres témoins ont indiqué que les emplois actuels seraient modifiés et améliorés de manière à permettre l'intégration de l'automatisation. Certains témoins, comme le Dr Christopher Schlachta, directeur médical à la Canadian Surgical Technologies & Advanced Robotics (CSTAR), considère ces innovations comme des outils permettant d'améliorer les emplois existants.

Cependant, Yoshua Bengio, directeur de l'Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal, a prévenu le comité que les nouveaux emplois créés et les améliorations d'emplois existants exigeront des employés qu'ils acquièrent de nouvelles compétences. Dans la même veine, on a indiqué aux membres qu'il sera nécessaire d'accorder une plus grande importance aux sciences, à la technologie, à l'ingénierie et aux mathématiques (STIM) dans l'éducation secondaire et postsecondaire ainsi qu'au perfectionnement professionnel de la main-d'œuvre actuelle. Selon les futurologues Bertalan Mesko et Abishur Prakash, si les acteurs de l'industrie des soins de la santé craignent que ces innovations mènent à des pertes d'emplois, l'implantation de ces technologies risque de buter contre de la résistance.

Bien qu'il soit impossible en ce moment de prédire avec certitude les effets de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression en 3D sur l'emploi, il ne fait pas de doute qu'il faut garder cette question en tête à mesure que le Canada intègre ces innovations au secteur des soins de santé.



[N]ous devons comprendre que ces nouvelles technologies ne sont que des outils [...]. Elles ne sont pas censées remplacer les contacts humains qui sont essentiels dans le domaine des soins.

- Alex Mihailidis, directeur scientifique, AGE-WELL, Network of Centres of Excellence



[L]a commercialisation d'un produit est un processus très complexe et tortueux.

- Roman Szumski, vice-président,
Conseil national de recherches Canada

FAIRE ACCÉDER LES INNOVATIONS AU MARCHÉ

Le comité a appris qu'il existe des programmes financés par le gouvernement fédéral qui aident directement ou indirectement les innovateurs à commercialiser leurs produits. L'IRSC consacre 23 % de son budget annuel de 1 milliard de dollars à des activités de recherche prioritaires; selon ce programme, le gouvernement fédéral cible des enjeux de santé urgents et offre du financement aux chercheurs qui mènent des recherches dans ces domaines. Certains des chercheurs qui reçoivent du financement dans le cadre du programme de recherche priorisé sont jumelés à une société œuvrant dans le secteur approprié. Ce partenariat peut faciliter le passage des innovations vers la commercialisation plus tard en cours de route. L'IRSC, en collaboration avec le CRSNG et le CRSH (deux autres organismes de financement fédéraux), gère plusieurs programmes collaboratifs interconseils ou interorganismes.

Parmi les programmes interorganismes, on compte les Réseaux de centres d'excellence (RCE), qui offrent des « programmes qui font appel aux plus grands experts du Canada dans les domaines de la recherche, du développement et de l'entrepreneuriat et qui concentrent leur expertise sur des questions spécifiques et des domaines stratégiques ¹⁵ ». Au moins deux RCE touchent à des éléments pertinents à la présente étude, à savoir le réseau Aging Gracefully across Environments using Technology to Support Wellness, Engagement and Long Life, (AGE WELL); et le réseau Centre for Surgical Invention and Innovation (CSii).

Selon Alex Mihailidis, directeur scientifique, AGE-WELL, le RCE rassemble plus de 140 participants représentant l'industrie, les gouvernements, des soignants, des utilisateurs,

15 Gouvernement du Canada, **À propos des Réseaux de centres d'excellence.**

des universitaires et des organismes sans but lucratif ainsi que 150 chercheurs de partout au pays. AGE-WELL vise à améliorer la qualité de vie des aînés du Canada par le développement de technologies et de services qui renforcent l'indépendance et l'interaction sociale. Ce RCE a été créé au début de l'année 2016 à l'aide d'un financement de 36,6 millions de dollars sur cinq ans en plus de 22 millions de dollars provenant de partenaires. Les membres du comité ont appris qu'AGE-WELL offre à ses chercheurs de l'aide à la création d'entreprise. À ce jour, le RCE a donné naissance à deux entreprises, et AGE-WELL s'attend à ce que les redevances des entreprises qu'elle aide à fonder lui permettent d'atteindre l'autonomie d'ici 10 ans. Cependant, le Dr Mihailidis a noté qu'il est nécessaire de réformer les systèmes de soins de santé provinciaux de manière à ce qu'ils s'adaptent plus facilement aux nouvelles technologies et qu'ils les intègrent plus aisément.

Mehran Anvari, directeur scientifique, CSii, a expliqué que le CSii a pour objectif de créer des robots chirurgicaux intelligents qui améliorent la qualité des chirurgies ainsi que l'accès aux procédures chirurgicales et à d'autres interventions médicales. Le Dr Anvari a exprimé des frustrations concernant la commercialisation des produits novateurs au Canada. Il a applaudi le soutien qu'apporte le pays à la recherche, mais a affirmé que ce soutien doit se poursuivre jusqu'à la commercialisation, faute de quoi les recherches ne produiront aucun résultat pour les soins aux patients. Selon lui, l'un des grands obstacles à la commercialisation réside dans le processus d'approvisionnement à l'échelon provincial. Dans la même veine, Charles Deguire, dont l'entreprise, Kinova, détient un permis de Santé Canada pour la vente de ses innovations, a fait part de frustrations concernant l'approvisionnement provincial et l'inscription de ses produits dans les régimes provinciaux d'assurance-maladie, mais également concernant la résistance à leur inclusion dans les régimes d'assurance privés. Il a indiqué que 98 % des revenus de Kinova proviennent de

l'extérieur du Canada, et s'est demandé pourquoi il est en mesure de commercialiser les bras robotiques que fabrique son entreprise dans d'autres pays depuis plusieurs années alors que son propre pays n'accueille pas ses innovations. Certains témoins ont fait valoir qu'il y a peu de facteurs qui incitent les systèmes de soins de santé provinciaux à adopter ces nouvelles technologies, qui peuvent s'avérer coûteuses et qui ont, pour l'instant, peu fait la preuve de leur innocuité et de leur efficacité. On a indiqué que le gouvernement fédéral pourrait jouer un rôle pour inciter les gouvernements provinciaux à adopter les nouvelles technologies dans les systèmes publics.

Au cours de l'étude, les membres ont entendu des témoignages de personnes qui ont joui de l'aide des programmes des RCE ainsi que du PARI du Conseil national de recherches Canada, mentionné précédemment. Ces témoins ont souligné les forces, les faiblesses et les lacunes qui doivent être comblées en ce qui concerne la commercialisation des innovations au Canada. Konrad Walus a salué le PARI et les programmes du CRSNG de même que les partenariats avec les entreprises privées qui, ensemble, facilitent l'accès aux services de conception et de prototypage, étapes essentielles qui permettent aux chercheurs de faire passer leurs innovations à la phase de démarrage du processus de commercialisation. Cependant, Garnette Sutherland s'est montré plus prudent dans sa description du milieu de l'innovation du Canada. Il a reconnu que le Canada investit beaucoup dans la recherche fondamentale et appliquée, mais il a fait valoir que les organismes de financement sous-estiment le coût de la protection par brevet. Il a affirmé que le Canada a un lourd handicap en ce qui concerne le passage de la recherche à la commercialisation, et que de nombreux innovateurs canadiens finissent par commercialiser leurs produits aux États-Unis puisque les Canadiens n'ont pas tendance à investir ou à prendre des risques comme le font les Américains. Plusieurs témoins ont fait valoir que les organismes de financement de la recherche



Comment peut-on prévoir l'innovation?

- Mike Monteith, cofondateur, ThoughtWire

au Canada devraient offrir plus de soutien à la commercialisation des produits novateurs en robotique, en IA et en impression en 3D.

Enfin, Mike Monteith de ThoughtWire, qui a comparu devant le comité à titre de représentant du Council of Canadian Innovators, a convenu qu'il est grandement difficile de commercialiser les produits au Canada. Il a fait valoir que l'accès au capital est trop restreint selon le modèle d'affaires actuel, qui nécessite habituellement un plan d'affaires de deux à cinq ans. Selon lui, un plan ayant un horizon plus vaste, par exemple 20 ans, serait mieux adapté aux innovateurs de technologie de rupture comme la robotique et l'IA.

M. Monteith a également souligné un des problèmes que rencontrent les entreprises qui cherchent à prendre de l'expansion, c'est-à-dire les poursuites frivoles liées aux droits de propriété intellectuelle, ou aux violations de brevet, intentées par de grandes entreprises étrangères qui cherchent à étouffer la concurrence. M. Monteith a fait valoir que les innovateurs tireraient profit d'une stratégie sur la propriété intellectuelle qui appuierait leurs efforts d'expansion et établirait un bassin de ressources communes pour protéger les innovateurs contre les poursuites judiciaires frivoles.



AJUSTEMENTS À LA FORMATION ET À L'ÉDUCATION

Plusieurs témoins ont décrit les besoins liés aux études et à la formation qui découleront de l'introduction de ces nouvelles technologies dans le système de soins de santé. Le comité a appris que l'époque où l'on pouvait faire son entière carrière sans jamais suivre de formation continue est depuis longtemps révolue et que les professionnels de la santé sont bien conscients qu'ils doivent se tenir au fait des avancées progressives de la technologie. On a indiqué au comité que ces nouvelles technologies doivent être intégrées à la pratique avec soin. Par exemple, le Kelman Centre for Advanced Learning de CSTAR offre de la formation par simulation aux professionnels de la santé. En fait, le comité a appris que le rythme du changement est si élevé de nos jours que l'entièreté de la main-d'œuvre des soins de santé nécessitera peut-être une nouvelle formation sur une base régulière.

Comme il a été mentionné précédemment au sujet des craintes de perte d'emplois, certains témoins sont d'avis qu'il faut réorienter l'éducation secondaire et postsecondaire afin d'accorder plus d'importance aux domaines des STIM. Yoshua Bengio a présenté un point de vue différent. Comme il a été mentionné, le Dr Bengio est d'avis que les nouveaux emplois créés nécessiteront fort probablement des compétences différentes de celles que détiennent les personnes dont l'emploi aura été automatisé. Par conséquent, il a proposé que les jeunes

Canadiens reçoivent une formation couvrant une vaste gamme de compétences de manière à ce qu'ils soient bien outillés pour s'ajuster à l'évolution des besoins en main-d'œuvre.

Bien qu'il soit clair que, en raison de ces innovations, la main-d'œuvre devra recevoir l'éducation et la formation appropriées, il faut également souligner que ces nouvelles technologies constituent en soi des outils de formation prometteurs. Les membres ont appris que l'impression en 3D représente désormais un outil important pour les médecins et les chirurgiens non seulement pour planifier les traitements et les chirurgies et pour mieux comprendre des maladies rares, mais aussi pour les aider à former les résidents et à expliquer les traitements aux patients à l'aide de modèles qui reflètent avec exactitude les parties du corps touchées par la maladie. Martin Ferguson-Pell, professeur à la faculté de médecine de réadaptation de l'Université de l'Alberta, a décrit le potentiel de la planification chirurgicale en réalité augmentée, où le chirurgien peut manipuler des données d'imagerie en 3D, par exemple une IRM ou un tomodensitogramme, ce qui lui permet d'élargir l'imagerie sous forme d'hologramme et d'observer virtuellement la structure anatomique de l'intérieur pour planifier la chirurgie (un processus appelé « holoportation »).



RÉGLEMENTATION DES INSTRUMENTS MÉDICAUX NOVATEURS

Les représentants de Santé Canada ont indiqué que, conformément au *Règlement sur les instruments médicaux*, le Ministère a approuvé des innovations et octroyé des permis dans les trois catégories, soit la robotique, l'IA et l'impression en 3D. Ils ont fait valoir que le cadre de réglementation actuel répond bien à l'évolution des technologies. Cependant, certains témoins ont indiqué que des modifications permettraient d'adapter encore mieux le cadre. Par exemple, conformément au *Règlement*, pour que le Ministère accepte la commercialisation d'un produit, le promoteur de l'instrument doit fournir suffisamment de données découlant d'études expérimentales sur l'innocuité et l'efficacité de l'instrument proposé. Les membres ont appris que, dans le cas de certaines technologies novatrices, les essais randomisés avec témoins, auxquels on a habituellement recours, pourraient ne pas être l'approche la mieux adaptée et que les autorités de réglementation devraient accepter d'autres approches pour confirmer l'innocuité et l'efficacité de l'instrument. On a fait valoir aux membres que le Parlement européen est en train d'établir une approche réglementaire spécifique à la robotique.

UNE OCCASION DE CHANGEMENT PROFOND

RECOMMANDATIONS VISANT À FACILITER
L'INTÉGRATION DES TECHNOLOGIES
NOVATRICES DANS LES SYSTÈMES DE
SOINS DE SANTÉ DU CANADA

*La technologie va continuer
à se développer sans nous.
Il nous incombe de l'adopter
ou de la rejeter.*

- Bertalan Mesko, futurologue médical

Des témoins ont indiqué au comité que des investissements fédéraux ont été faits dans la recherche sur l'intelligence artificielle et la formation des chercheurs en intelligence artificielle. Dans le budget fédéral, déposé à la Chambre des communes le 22 mars 2017, on affirme que le Canada doit encourager l'innovation afin de conserver sa compétitivité dans l'économie mondiale¹⁶. Parmi les mesures du budget liées à l'innovation, on compte la création de la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), objet d'un financement ponctuel de 125 millions de dollars. La stratégie sera conçue de manière à attirer et à maintenir en poste des étudiants, des étudiants de cycle supérieur et des chercheurs principalement aux nouveaux instituts des trois carrefours de l'IA du Canada, soit Montréal, Toronto et Edmonton, quoique des fonds seront également versés à d'autres universités souhaitant mettre sur pied des programmes en intelligence artificielle. Cet investissement dans une stratégie pancanadienne en matière d'IA fait suite au financement, en septembre 2016, de trois projets d'intelligence artificielle par l'intermédiaire du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada, qui s'est élevé à 213 millions de dollars répartis entre trois établissements de Montréal (Université de Montréal, Polytechnique Montréal et HEC Montréal)¹⁷.

En outre, le comité a pris connaissance de grands investissements dans l'IA qui auront des effets à la phase de commercialisation des produits novateurs. Element AI, cofondé par Yoshua Bengio, est un laboratoire de recherche et un incubateur de jeunes entreprises qui vise à faciliter la commercialisation des produits. Le Dr Bengio a indiqué que d'importants investissements fédéraux et provinciaux ont attiré d'autres investissements par de grandes entreprises internationales, comme Google, Microsoft et Facebook. Comme il l'a fait remarquer, cet investissement montre que les entreprises viennent désormais au Canada, un changement

par rapport aux situations précédentes, où les jeunes entreprises canadiennes se déplaçaient aux États-Unis et en Europe en raison du manque de capital de risque au pays.

Cette mobilisation en faveur de la recherche sur l'intelligence artificielle et de la commercialisation de l'IA crée également de solides fondements pour la robotique en raison des liens étroits entre ces deux technologies, et le comité encourage le gouvernement fédéral à mettre à profit les efforts déployés à l'heure actuelle. À cet égard, le comité recommande au gouvernement fédéral de miser sur le Plan pour l'innovation et les compétences du Canada et la Stratégie pancanadienne sur l'intelligence artificielle annoncés dans le budget 2017 et de jouer un rôle de premier plan par l'organisation d'une rencontre des experts canadiens du domaine. Comme dans d'autres domaines, une « conférence nationale » accomplirait cet objectif. Plus particulièrement, il faudrait une conférence nationale à laquelle participent des représentants de tous les gouvernements ainsi qu'une vaste gamme d'intervenants de manière à lancer la discussion. Cette conférence pourrait être la structure nécessaire pour cerner les professionnels qui pourraient collaborer au sein d'un groupe d'experts consultatifs sur différents sujets. En outre, en raison de la nature perturbatrice des technologies et des avancées rapides et importantes prévues, il serait prudent de tenir des consultations fréquentes auprès des intervenants. Cette approche reposerait sur une conférence nationale, un secrétariat et des groupes d'experts, comme on le décrit par ce qui suit.



16 Gouvernement du Canada, **Budget 2017 : Bâtir une classe moyenne forte**, 22 mars 2017, page 19.

17 Gouvernement du Canada, **Fonds excellence en recherche Apogée Canada – Résultats des concours**.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 1

Que le gouvernement du Canada tienne une conférence nationale sur la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D en soins de santé (la Conférence nationale). Cette conférence devrait rassembler un vaste éventail de participants, notamment :

- des représentants des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et des administrations municipales œuvrant dans le domaine de l'industrie, de la santé et de l'éducation, en plus de représentants autochtones;
- des intervenants intéressés par les applications de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression en 3D dans le domaine des soins de santé, y compris, de manière non exclusive, des chercheurs, des entrepreneurs, des investisseurs, des décideurs et des professionnels de la santé.

La Conférence nationale aurait pour objectif de favoriser une discussion ouverte et franche sur les technologies novatrices et de cerner des manières de faciliter l'intégration de ces technologies dans les systèmes de soins de santé du Canada. Le comité est d'avis que cette initiative tirerait profit du dévouement et de l'enthousiasme déjà palpables dans différents domaines de spécialité et encouragera la tenue de débats constructifs. Des chercheurs et des entrepreneurs ont indiqué au comité qu'ils se dépassent lorsque des défis se dressent sur le chemin, mais qu'il faut modifier les modèles d'affaires ainsi que la méthode de prestation des soins de santé afin que les innovations puissent percer le marché.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 2

Que la Conférence nationale vise à mettre à profit les efforts déployés à l'heure actuelle pour intégrer la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D dans les systèmes de soins de santé au moyen de discussions ouvertes, et qu'elle vise à rassembler, au moyen de groupes de travail d'experts distincts, les intervenants concernés pour aborder, au fil du temps, les domaines d'intérêt ou de préoccupation. Des groupes devraient être formés sur, entre autres, les thèmes suivants :

- les considérations éthiques;
- les préoccupations relatives à la commercialisation;
- le renouvellement de la prestation des soins de santé;
- les soins de santé dans les régions rurales ou éloignées;
- l'égalité d'accès aux technologies émergentes
- le réaménagement des effectifs;
- les besoins en matière d'éducation et de formation;
- la surveillance réglementaire.

RECOMMANDATION 3

Que chaque groupe de travail d'experts formé par la Conférence nationale ait pour rôle d'élaborer son propre plan stratégique pour encourager et faciliter l'intégration, au besoin, des technologies novatrices dans les systèmes de soins de santé du Canada après avoir examiné les enjeux liés à l'éthique, à la protection des renseignements personnels et à la sécurité. Le nombre de groupes de travail ainsi que leur mandat et leur composition respectifs devraient faire l'objet d'un examen périodique.

RECOMMANDATION 4

Que Santé Canada, à titre d'organisme de réglementation de ces technologies, soit représenté au sein des groupes de travail d'experts sur l'éthique et la surveillance réglementaire pour veiller à surveiller et à inclure dans les délibérations les travaux des organismes internationaux responsables d'examiner ces questions et les questions connexes et de formuler des recommandations à leur sujet.

Un secrétariat, composé des présidents de chaque groupe de travail d'experts, permettrait de coordonner les plans et les propositions des groupes. Il servirait en outre de point de contact par l'intermédiaire duquel les groupes de travail d'experts pourraient rendre des comptes au gouvernement fédéral.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 5

Que l'on mette sur pied un secrétariat composé des présidents des groupes de travail d'experts créés par la Conférence nationale. Le secrétariat aura pour mandat :

- de coordonner les travaux des groupes de travail d'experts;
- de recueillir les rapports produits par les groupes de travail d'experts;
- de rendre des comptes au gouvernement fédéral sur les progrès réalisés par les groupes de travail;
- d'offrir un soutien supplémentaire relativement aux travaux de la Conférence nationale et des groupes de travail d'experts.

RECOMMANDATION 6

Que le gouvernement du Canada finance adéquatement les efforts des groupes de travail d'experts et le secrétariat de la Conférence nationale.

RECOMMANDATION 7

Que le ministre de la Santé, le ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique et le ministre de l'Emploi, du Développement de la main-d'œuvre et du Travail exigent des rapports réguliers sur les progrès des travaux des groupes de travail d'experts créés par la Conférence nationale et, lorsque nécessaire, discutent des conclusions et des recommandations avec leurs homologues des provinces et des territoires.

RECOMMANDATION 8

Que le ministre de la Santé demande au groupe de travail d'experts sur la surveillance réglementaire créé par la Conférence nationale d'examiner en particulier, sans s'y limiter, si des modifications doivent être apportées au *Règlement sur les instruments médicaux*.

RECOMMANDATION 9

Que le ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique demande au groupe de travail d'experts sur la commercialisation créé par la Conférence nationale d'examiner en particulier, sans s'y limiter, les préoccupations liées aux droits de propriété intellectuelle.

Au cours de l'étude, plusieurs témoins ont indiqué que, pour atteindre son plein potentiel, l'intelligence artificielle utilise de vastes quantités de données, plus particulièrement des données numérisées de grande qualité. On a rappelé aux membres que le Canada accuse un retard en ce qui concerne la conversion en formats électroniques des dossiers de patients, y compris les dossiers de santé électroniques (DSE) et les dossiers médicaux électroniques (DME). Dans des rapports précédents, le comité a exhorté Inforoute Santé du Canada (Inforoute), qui est responsable d'accélérer l'introduction de ces systèmes numériques, à veiller à ce que les DSE et les DME soient entièrement mis en œuvre partout au Canada¹⁸. Selon le rapport annuel d'Inforoute de 2015-2016, 73 % des médecins de famille du Canada utilisaient des DME en 2015, soit une augmentation de 23 % par rapport à 2006. En outre, Inforoute indique que les éléments des DSE, notamment l'imagerie diagnostique et les données de laboratoire, approchent de la couverture complète (100 %) partout au Canada (font exception les systèmes de renseignements sur les médicaments, qui, à 69 %, tirent de l'arrière)¹⁹. Les membres ont appris que, recueillies au fil de nombreuses années, les données numérisées sur les patients fourniront l'information nécessaire à l'IA pour qu'elle puisse offrir des services de soins de santé prédictifs.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 10

Que Santé Canada, à titre de membre du conseil d'administration d'Inforoute Santé du Canada, demande à ce que Inforoute participe à la Conférence nationale afin de faire le point auprès des participants sur les progrès réalisés dans la numérisation des données sur la santé au Canada et d'obtenir leurs commentaires sur les lacunes que peut combler Inforoute.

18 Voir Sénat, Comité permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, *Les produits pharmaceutiques sur ordonnance au Canada, Rapport final - annexes*, 18^e rapport, 2^e session, 41^e législature, mars 2015; et Sénat, Comité permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, *La démence au Canada : Une stratégie nationale pour un Canada sensible aux besoins des personnes atteintes de démence*, sixième rapport, 1^{re} session, 42^e législature, novembre 2016.

19 Inforoute Santé du Canada, *La santé numérique au cœur des discussions*, Rapport annuel 2015-2016, juillet 2016.



Certains témoins ont manifesté leur exaspération concernant les processus d'approvisionnement provinciaux, qui constituent un obstacle considérable lorsqu'on cherche à faire inscrire une innovation sur la liste provinciale des services et des produits financés par les fonds publics. En complément des travaux des groupes de travail d'experts sur la commercialisation et le renouvellement de la prestation des soins de santé, le comité aimerait compter sur la participation de l'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS) à la Conférence nationale sur la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D. L'ACMTS, qui formule aux provinces des recommandations d'ajout de médicaments et d'instruments aux listes en fonction d'analyses de rentabilité, pourrait décrire aux intervenants son rôle et ses activités en ce qui a trait à la robotique, à l'intelligence artificielle et à l'impression en 3D.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 11

Que Santé Canada, à titre de membre du conseil d'administration de l'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé, demande que cette dernière participe à la Conférence nationale et à tout groupe de travail d'experts qui convient.

Afin d'assurer l'intégration continue des technologies novatrices dans le secteur des soins de la santé, la Conférence nationale devrait être tenue annuellement.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 12

Que le gouvernement du Canada tienne chaque année la Conférence nationale afin d'évaluer l'intégration globale de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression en 3D dans les systèmes de soins de santé partout au Canada et de cerner et de surmonter les nouveaux défis à mesure qu'ils se présentent.

Le comité félicite les organismes fédéraux de financement de la recherche pour leurs investissements dans la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D. Toutefois, d'après les témoignages, il estime que les programmes collaboratifs auxquels participent les IRSC, le CRSNG et le CRSH pourraient faire l'objet d'un examen et d'une analyse continue de façon à ce que soient cernées et comblées les lacunes en matière de recherche.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 13

Que les présidents des Instituts de recherche en santé du Canada, du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et du Conseil de recherches en sciences humaines se rencontrent régulièrement pour discuter de mécanismes de collaboration qui pourraient être mis en œuvre afin d'accélérer la recherche sur la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D.

De nombreuses innovations en matière de soins de santé sont déjà appliquées au Canada, et de nombreux autres prototypes et concepts sont en phase de conception. Cela signifie que les bouleversements du modèle de prestation de soins de santé traditionnel se poursuivront en raison de l'adoption de ces nouvelles technologies de rupture, alimentée par les attentes de la population, laquelle exigera l'accès aux traitements de pointe les plus efficaces.

Toutefois, des entrepreneurs ont appris au comité que deux avenues permettraient d'accélérer l'innovation et l'adoption des nouvelles technologies par le système de soins de santé. La première de ces avenues est la mise en place d'une plateforme nationale, d'un forum de découverte où les intervenants canadiens dans le domaine des soins de la santé ainsi que le grand public auraient l'occasion de s'informer au sujet des nouvelles innovations canadiennes et de rencontrer leurs créateurs. Ce forum susciterait l'intérêt et la demande. La seconde avenue, a appris le comité, réside dans le fait que les entreprises d'innovation accepteraient de relever un défi visant à résoudre un problème précis. On a fait valoir au comité qu'il serait possible de changer l'avenir de chaque système de soins de santé au pays si on lançait un défi en matière de soins de santé qui touche toutes les provinces et tous les territoires. Selon des entrepreneurs, le gouvernement fédéral gagnerait à organiser un événement portant sur ces deux questions.

Par conséquent, le comité recommande :

RECOMMANDATION 14

Que le gouvernement du Canada tienne un Forum de découverte sur les soins de santé. Ce dernier encouragerait les innovateurs et les entrepreneurs intéressés à :

- **faire connaître leurs découvertes au public et aux intervenants du domaine des soins de santé;**
- **prendre connaissance de nouveaux défis en matière de soins de santé qui pourraient être relevés grâce à leur ingéniosité et à leur concours.**

A close-up photograph of a scientist wearing safety glasses and a white lab coat. The scientist is focused on working on a complex electronic device, possibly a medical sensor or diagnostic tool, which is illuminated by a bright, adjustable lamp. The device has various wires, connectors, and components. The background is blurred, showing a laboratory setting.

CONCLUSION

*[L]'avenir des soins de santé au Canada
dépend de notre capacité d'innover.*

- Jane Aubin, chef des affaires scientifiques,
Instituts de recherche en santé du Canada



[L]’automatisation, particulièrement l’intelligence artificielle, la robotique et l’impression 3D, est un élément essentiel pour rendre les soins de santé viables.

- Bertalan Mesko, futurologue médical

Les technologies novatrices abordées dans le présent rapport sont celles qui offrent, ou qui ont le potentiel d’offrir, des soins de santé axés sur la personne. Qu’il s’agisse d’un modèle en 3D de l’organe atteint d’un patient, d’un diagnostic rendu au moyen de l’intelligence artificielle en fonction des symptômes et des circonstances propres au patient ou d’un bras robotisé qui s’adapte aux besoins spécifiques de chaque utilisateur, ces technologies viendront jouer un rôle important dans l’avenir de la formation et de l’éducation, des services offerts dans les régions rurales ou éloignées, des soins à domicile et de la médecine personnalisée.

Le comité reconnaît et respecte la compétence provinciale et territoriale en matière de prestation de services de soins de santé. Cependant, le gouvernement fédéral doit rendre des comptes aux Canadiens en ce qui a trait à l’accès équitable aux soins de santé. À cet égard, il a l’occasion de jouer un rôle de chef de file, en collaboration avec

les gouvernements provinciaux et territoriaux, afin d’établir la structure nécessaire pour que les provinces et les territoires puissent rester au fait des innovations disponibles et des avantages que celles-ci représentent pour les soins de la santé tout en soulignant les enjeux qui nécessitent une attention particulière.

Ces technologies vont profondément transformer la vie des Canadiens et, en particulier, la prestation des soins de santé. Le Canada est déjà un chef de file de la théorie et de la recherche qui soutiennent ces technologies de rupture et pourrait occuper un rôle semblable dans le domaine des questions éthiques, de l’emploi, de l’éducation et de la formation, de la commercialisation et des modifications réglementaires. Le Canada peut miser sur la perspicacité de ses investissements dans ces domaines de recherche en mobilisant le talent et les structures sociales nécessaires pour que la société puisse en récolter les fruits.

ANNEXE 1 : LISTE DES RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATION 1

Que le gouvernement du Canada tienne une conférence nationale sur la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D en soins de santé (la Conférence nationale). Cette conférence devrait rassembler un vaste éventail de participants, notamment :

- des représentants des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et des administrations municipales œuvrant dans le domaine de l'industrie, de la santé et de l'éducation, en plus de représentants autochtones;
- des intervenants intéressés par les applications de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression en 3D dans le domaine des soins de santé, y compris, de manière non exclusive, des chercheurs, des entrepreneurs, des investisseurs, des décideurs et des professionnels de la santé.

RECOMMANDATION 2

Que la Conférence nationale vise à mettre à profit les efforts déployés à l'heure actuelle pour intégrer la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D dans les systèmes de soins de santé au moyen de discussions ouvertes, et qu'elle vise à rassembler, au moyen de groupes de travail d'experts distincts, les intervenants concernés pour aborder, au fil du temps, les domaines d'intérêt ou de préoccupation. Des groupes devraient être formés sur, entre autres, les thèmes suivants :

- les considérations éthiques;
- les préoccupations relatives à la commercialisation;
- le renouvellement de la prestation des soins de santé;
- les soins de santé dans les régions rurales ou éloignées;

- l'égalité d'accès aux technologies émergentes
- le réaménagement des effectifs;
- les besoins en matière d'éducation et de formation;
- la surveillance réglementaire.

RECOMMANDATION 3

Que chaque groupe de travail d'experts formé par la Conférence nationale ait pour rôle d'élaborer son propre plan stratégique pour encourager et faciliter l'intégration, au besoin, des technologies novatrices dans les systèmes de soins de santé du Canada après avoir examiné les enjeux liés à l'éthique, à la protection des renseignements personnels et à la sécurité. Le nombre de groupes de travail ainsi que leur mandat et leur composition respectifs devraient faire l'objet d'un examen périodique.

RECOMMANDATION 4

Que Santé Canada, à titre d'organisme de réglementation de ces technologies, soit représenté au sein des groupes de travail d'experts sur l'éthique et la surveillance réglementaire pour veiller à surveiller et à inclure dans les délibérations les travaux des organismes internationaux responsables d'examiner ces questions et les questions connexes et de formuler des recommandations à leur sujet.

RECOMMANDATION 5

Que l'on mette sur pied un secrétariat composé des présidents des groupes de travail d'experts créés par la Conférence nationale. Le secrétariat aura pour mandat :

- de coordonner les travaux des groupes de travail d'experts;
- de recueillir les rapports produits par les groupes de travail d'experts;

- de rendre des comptes au gouvernement fédéral sur les progrès réalisés par les groupes de travail;
- d'offrir un soutien supplémentaire relativement aux travaux de la Conférence nationale et des groupes de travail d'experts.

RECOMMANDATION 6

Que le gouvernement du Canada finance adéquatement les efforts des groupes de travail d'experts et le secrétariat de la Conférence nationale.

RECOMMANDATION 7

Que le ministre de la Santé, le ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique et le ministre de l'Emploi, du Développement de la main-d'œuvre et du Travail exigent des rapports réguliers sur les progrès des travaux des groupes de travail d'experts créés par la Conférence nationale et, lorsque nécessaire, discutent des conclusions et des recommandations avec leurs homologues des provinces et des territoires.

RECOMMANDATION 8

Que le ministre de la Santé demande au groupe de travail d'experts sur la surveillance réglementaire créé par la Conférence nationale d'examiner en particulier, sans s'y limiter, si des modifications doivent être apportées au *Règlement sur les instruments médicaux*.

RECOMMANDATION 9

Que le ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique demande au groupe de travail d'experts sur la commercialisation créé par la Conférence nationale d'examiner en particulier, sans s'y limiter, les préoccupations liées aux droits de propriété intellectuelle.

RECOMMANDATION 10

Que Santé Canada, à titre de membre du conseil d'administration d'Inforoute Santé du Canada, demande à ce que Inforoute participe à la Conférence nationale afin de faire le point auprès

des participants sur les progrès réalisés dans la numérisation des données sur la santé au Canada et d'obtenir leurs commentaires sur les lacunes que peut combler Inforoute.

RECOMMANDATION 11

Que Santé Canada, à titre de membre du conseil d'administration de l'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé, demande que cette dernière participe à la Conférence nationale et à tout groupe de travail d'experts qui convient.

RECOMMANDATION 12

Que le gouvernement du Canada tienne chaque année la Conférence nationale afin d'évaluer l'intégration globale de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'impression en 3D dans les systèmes de soins de santé partout au Canada et de cerner et de surmonter les nouveaux défis à mesure qu'ils se présentent.

RECOMMANDATION 13

Que les présidents des Instituts de recherche en santé du Canada, du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et du Conseil de recherches en sciences humaines se rencontrent régulièrement pour discuter de mécanismes de collaboration qui pourraient être mis en œuvre afin d'accélérer la recherche sur la robotique, l'intelligence artificielle et l'impression en 3D.

RECOMMANDATION 14

Que le gouvernement du Canada tienne un Forum de découverte sur les soins de santé. Ce dernier encouragerait les innovateurs et les entrepreneurs intéressés à :

- faire connaître leurs découvertes au public et aux intervenants du domaine des soins de santé;
- prendre connaissance de nouveaux défis en matière de soins de santé qui pourraient être relevés grâce à leur ingéniosité et à leur concours.

ANNEXE 2 : LISTE DES TÉMOINS

Le mercredi 1^{er} février 2017	
Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC)	Jane E. Aubin, chef des affaires scientifiques et vice-présidente à la recherche, à l'application des connaissances et à l'éthique
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada	Bettina Hamelin, vice-présidente, Direction des partenariats de recherche
	Pamela Moss, directrice, Fabrication, communications et technologies (FCT), Direction des partenariats de recherche
Conseil national de recherches Canada	D ^r Roman Szumski, vice-président, Sciences de la vie
	Robert Diraddo, chef du groupe, Simulation et santé numérique, Dispositifs médicaux
Le mardi 2 février 2017	
Center for Innovating the Future	Abishur Prakash, futurologue géopolitique
À titre personnel	Bertalan Mesko, futurologue médical
Le mercredi 8 février 2017	
À titre personnel	D ^r Garnette Sutherland, professeur de neurochirurgie, Université de Calgary
À titre personnel	Goldie Nejat, directrice de l'Institut de robotique et de mécatronique, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les robots dans la société
Le jeudi 9 février 2017	
À titre personnel	Joelle Pineau, professeure agrégée, Centre des machines intelligentes, Université McGill
À titre personnel	Daniel L. Silver, professeur, directeur, Institut Acadia d'analytique des données, Université Acadia
Le mercredi 8 mars 2017	
3D4MD	D ^{re} Julielynn Wong, fondatrice, directrice générale et chef de la direction
À titre personnel	Matt Ratto, professeur agrégé, Faculté de l'information, Université de Toronto

À titre personnel	Konrad Walus, professeur agrégé, Génie électrique et informatique, Université de la Colombie-Britannique
Le jeudi 9 mars 2017	
AGE-WELL Network of Centres of Excellence Inc.	Alex Mihailidis, directeur scientifique et professeur agrégé
Centre for Surgical Invention and Innovation	D ^r Mehran Anvari, directeur scientifique
Le mercredi 29 mars 2017	
Institut canadien de recherches avancées (ICRA)	D ^r Alan Bernstein, président et chef de la direction
À titre personnel	D ^r 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, Université de l'État de l'Arizona (par vidéoconférence)
Le mercredi 3 mai 2017	
Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal	Yoshua Bengio, directeur, professeur, Université de Montréal
À titre personnel	Martin Ferguson-Pell, professeur, Université de l'Alberta
Le jeudi 4 mai 2017	
Open Roboethics Institute	AJung Moon, fondatrice
Le mercredi 10 mai 2017	
Council of Canadian Innovators	Mike Monteith, représentant, cofondateur et directeur général, Thoughtwire
Kinova Robotics	Charles Deguire, cofondateur et président
Le jeudi 11 mai 2017	
Humber River Hospital	Barbara Collins, présidente et chef de la direction
	Peter Bak, dirigeant principal de l'information
À titre personnel	D ^r Ivar Mendez, président de la chirurgie, Université de Saskatchewan

ANNEXE 3 : MÉMOIRES

- AGE-WELL
- Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC)
- Santé Canada (réponse écrite)
- Martin Ferguson Pell



SÉNAT | SENATE
CANADA

#SOCI

 sencanada.ca

 @SenCanada

 @SenatCA

 @SenCanada