



Nouveaux horizons en santé

Rapport du
Conseil consultatif
sur les soins
de santé dans
l'espace lointain



**Nouveaux horizons en santé : rapport du Comité consultatif
sur les soins de santé dans l'espace lointain
Le 15 juin 2021**

This document is also available in English under the title *Health Beyond: Report of the Advisory Council on Deep-Space Healthcare*.

Le contenu de la présente publication peut être reproduit en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans tout format, sans frais ni autre permission, à condition que vous fassiez preuve de diligence raisonnable quant à l'exactitude du contenu reproduit, que vous indiquiez le titre complet de la publication et que vous précisiez qu'il s'agit d'une reproduction de la version originale. La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites sans la permission de l'Agence spatiale canadienne (ASC).

Pour de plus amples renseignements sur le contenu de ce document, veuillez compléter le formulaire de demande d'information de l'ASC : www.asc-csa.gc.ca/fra/formulaires/demande-information.asp.

Pour de plus amples renseignements sur la reproduction le contenu de cette publication pour des fins commerciales, veuillez contacter pitt-iptt@asc-csa.gc.ca.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Innovation, des Sciences et de l'Industrie, 2021.

N° de cat. ST99-74/2021F (document imprimé, français)
ISBN : 978-0-660-39650-7

N° de cat. ST99-74/2021F-PDF (fichier PDF, français)
ISBN : 978-0-660-39649-1

N° de cat. ST99-74/2021E (document imprimé, anglais)
ISBN : 978-0-660-39648-4

N° de cat. ST99-74/2021E-PDF (fichier PDF, anglais)
ISBN : 978-0-660-39647-7



Image de couverture :
Margaret Nazon, *Galaxy Cluster*,
tissu avec perles sur toile, collection privée.
Image : Gracieuseté du Glenbow Museum.

Margaret Nazon

Les merveilleuses œuvres perlées de l'artiste Margaret Nazon constellent notre rapport. Margaret est une perleuse talentueuse de la Première Nation Gwich'in, des Territoires du Nord-Ouest. La petite communauté où elle vit, Tsiigehtchic, est située au sud d'Inuvik, sur le fleuve Mackenzie, sous les aurores scintillantes qui dansent dans le ciel arctique.

Cette artiste innovatrice a réinventé un artisanat autochtone qu'elle a appris dans son enfance, et s'en sert pour exprimer sa fascination pour l'exploration spatiale. En adaptant de manière inédite les techniques traditionnelles de perlage et de couture, elle représente brillamment des galaxies et des nébuleuses dans des couleurs et des textures éclatantes. L'imagerie du célèbre télescope spatial Hubble est un de ses thèmes préférés.

Chaque ouvrage perlé est une création complexe pour laquelle des milliers de perles de verre de différentes tailles, origines et couleurs sont montées sur du velours noir ou sur une toile. Margaret y incorpore parfois des morceaux de coquillages, d'os, de bois de cerf et de bois de grève. Certaines de ses œuvres sont tellement stratifiées qu'elles deviennent tridimensionnelles. Le processus de perlage est précis et exigeant, mais le résultat est chatoyant et captivant – ces corps célestes, situés à des millions d'années-lumière, sont rendus de manière telle qu'il est facile de s'en sentir proche.

La fusion de l'art et de l'astronomie que propose Margaret est novatrice et s'inscrit parfaitement dans les thèmes exploratoires et visionnaires de notre rapport. Nous nous sentons privilégiés qu'elle fasse profiter nos lecteurs de ces images.

Pour en savoir plus sur Margaret et son travail, nous vous invitons à consulter son site Web à l'adresse www.margaretnazon.com.





15 juin 2021

Madame Lisa Campbell
Présidente de l'Agence spatiale canadienne
Saint-Hubert (Qc)

Madame la présidente,

Le Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain a eu le plaisir de réfléchir mûrement sur un nouveau rôle potentiel pour le Canada dans le domaine des soins de santé dans l'espace. Notre rapport fait suite. Il représente l'aboutissement de plusieurs mois de recherche et de collaboration parmi les membres du Conseil consultatif, ainsi que de consultations avec des experts clés.

Ce fut un privilège de travailler sur un sujet d'une telle importance. En effet, chaque fois que le Conseil s'est réuni, ses membres ont eu le sentiment de participer à un exercice qui forgera la nation. Un partenariat de l'Agence avec des innovateurs en soins de santé alignés pourrait faire progresser notre programme spatial national et profiter aux communautés mal desservies. Nous espérons que les réflexions présentées dans notre rapport, ainsi que celles du Groupe d'experts qui nous a précédés, vous apporteront les idées, la clarté et les orientations que vous recherchez.

Le Conseil vous présente ses meilleurs souhaits, ainsi qu'à vos collègues de l'Agence, pour l'examen de nos recommandations. Comptez sur nous pour un soutien continu. Nous serons toujours prêts à défendre les intérêts de l'Agence et l'amélioration des soins de santé.

Robert Thirsk (président)

Keith MacLellan

Avec l'appui de :

Diane Côté

Paul McBeth

Gilles Leclerc

Valérie Gideon

Alex Mihailidis

Mary Preville

Rick Glazier

David Saint-Jacques

Robert Riddell

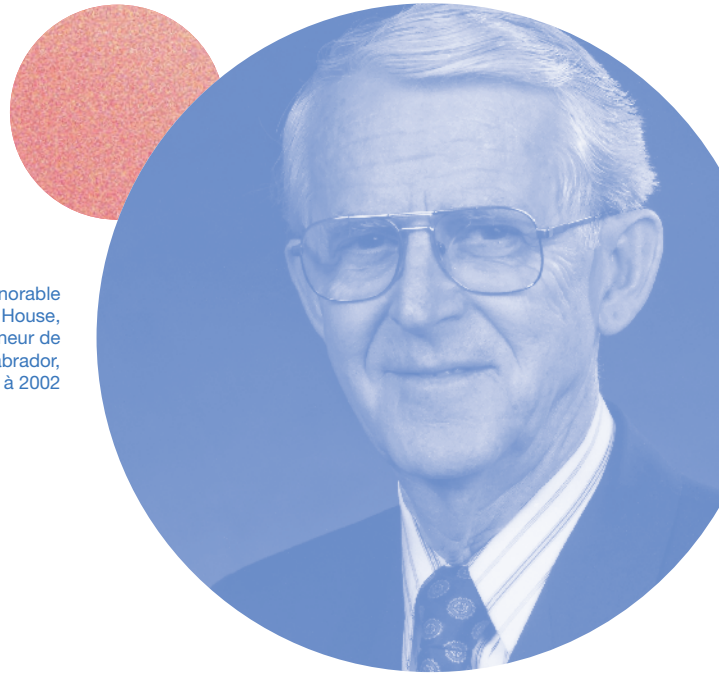
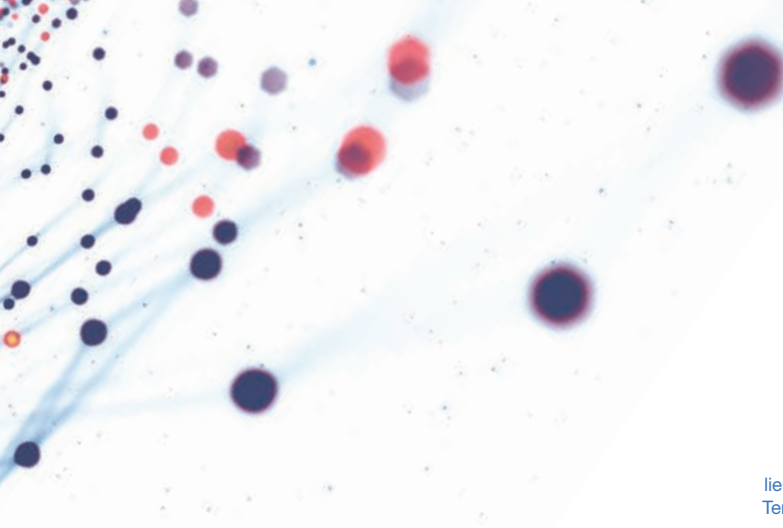
Jas Jaaj

Terry Taddeo

Deepak Kaura

Gail Turner





L'honorable
Arthur Maxwell House,
lieutenant-gouverneur de
Terre-Neuve-et-Labrador,
1997 à 2002

Dédicace

Ce rapport est dédié à la mémoire du D^r Arthur Maxwell House, O.C., O.N.L. (1926-2013), pionnier de la télémédecine et être humain exemplaire.

Le D^r Maxwell House a obtenu son diplôme de médecine à la faculté de médecine de l'Université Dalhousie en 1952. Il a terminé sa résidence à l'Institut neurologique de Montréal en 1959, est retourné à Terre-Neuve-et-Labrador en 1960 et a été pendant plusieurs années le seul neurologue de la province. Il a contribué à la création de l'école de médecine de l'Université Memorial et a été lieutenant-gouverneur de Terre-Neuve-et-Labrador de 1997 à 2002.

En tant que praticien, le D^r House a constaté que les patients vivant dans des localités isolées de la province devaient faire de très longs trajets pour consulter un spécialiste. Les déplacements sur des chemins accidentés et dans des conditions météorologiques difficiles pour se faire soigner étaient une épreuve qui exacerbait la souffrance engendrée par la maladie. Il était d'avis qu'il devait y avoir une meilleure façon de fournir des services aux résidents des régions rurales et éloignées.

En 1976, le D^r House a lancé le programme de télémédecine de l'Université Memorial. Au début, ce programme utilisait des lignes téléphoniques analogiques. À la suite du lancement du satellite canadien Hermes, et de son successeur ANIK-B,

le D^r House a commencé à effectuer des consultations médicales et des diagnostics par téléphone satellite. Des connexions vidéo permettaient de transmettre des radiographies, des scintigraphies cérébrales et d'autres diagnostics.

Au cours des dernières décennies, le programme de télémédecine lancé par le D^r House s'est perfectionné et a évolué, et son succès s'explique par le fait qu'il a insisté sur l'idée que la télémédecine est un réseau de personnes, et pas seulement une technologie. Le système relie désormais 128 sites de télésanté dans toute la province, y compris les navires de forage en mer et la plateforme Hibernia.

Le D^r House est reconnu au Canada – et partout dans le monde – comme le père de la télémédecine. Sa vision audacieuse et son esprit d'innovation ont permis aux médecins, infirmières et étudiants éloignés d'aujourd'hui d'accéder à des ressources de téléformation, de téléentraînement médical et de télésimulation. Ses avancées en matière de services de télésanté sont maintenant des éléments essentiels de la prestation de soins de santé pour les patients vivant dans des régions éloignées du monde entier.



Nouvelles horizons en santé

Rapport du Conseil
consultatif sur les
soins de santé dans
l'espace lointain



Table des matières

Sommaire	2
Avant-propos	5
Remerciements	8
<hr/>	
Chapitre 1 Saisir le flambeau	11
Chapitre 2 Lancer la vision	19
Chapitre 3 Analyser l'environnement	25
Chapitre 4 Façonner le programme	39
Chapitre 5 Constituer l'équipe	53
Chapitre 6 Mobiliser le pays	63
<hr/>	
Références	69
Glossaire	73
Sigles, acronymes et abréviations	80
<hr/>	
Annexe A Plans d'exploration humaine de l'espace lointain	82
Annexe B Besoins cliniques, biomédicaux et de rendement dans le cadre des missions dans l'espace lointain	86
Annexe C Mandat – Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain	91
Annexe D Biographies des membres du Conseil consultatif	94
Annexe E Groupe d'experts sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain	102
Annexe F Séances d'informations offertes au Conseil consultatif par des experts en la matière	105
Annexe G Candidats pour un partenariat canadien en soins de santé dans l'espace lointain	109
Annexe H Transfert de technologies médicales aux environnements éloignés	117

Sommaire

Le Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain (le « Conseil consultatif » ou le « Conseil »), créé en novembre 2019, a pour mandat de fournir à l'Agence spatiale canadienne (ASC) des recommandations détaillées sur la portée et la mise en œuvre d'un programme national de soins de santé dans l'espace lointain. De plus, nous devons déterminer quelles organisations canadiennes pourraient être des partenaires adéquats dans le cadre d'une collaboration dirigée par l'ASC qui placerait le Canada à l'échelle internationale au carrefour de l'innovation en matière de vols spatiaux et de soins de santé sur la Terre.

Notre recommandation primordiale est que l'ASC **fasse de la promotion des soins de santé dans l'espace lointain une nouvelle priorité stratégique de l'Agence**. Cela nécessiterait d'investir des ressources humaines importantes, tant sur le plan budgétaire que sur le plan opérationnel, dans un programme clinique majeur qui ferait progresser la capacité et la crédibilité nationales en matière de soins de santé à distance. Ainsi, le Canada serait en bonne position pour jouer un rôle international essentiel dans l'exploration de l'espace lointain. À cette fin, l'ASC, en coordination avec les partenaires fondateurs, devrait immédiatement élaborer une feuille de route qui traduirait en des programmes d'action les recommandations du Conseil consultatif et du Groupe d'experts qui l'a précédé sur les rôles potentiels que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales dans le cadre de vols habités dans l'espace lointain. Ces programmes auraient les objectifs suivants :

1

que le gouvernement fédéral désigne les soins de santé dans l'espace lointain comme la prochaine priorité d'exploration du Canada (un objectif à court terme urgent);

2

que la NASA confie au Canada un rôle de premier plan dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain (objectif à moyen terme) afin d'améliorer le bien-être et le rendement de l'équipage et de réduire les risques liés aux missions.



À cette fin, le Conseil consultatif formule huit recommandations qui permettraient **d'établir les soins de santé dans l'espace lointain comme un programme moteur et exemplaire d'une collaboration nationale en matière d'innovation dans le domaine des soins de santé à distance.**

● **Recommandation 1**

Faire des soins de santé dans l'espace lointain une priorité stratégique de l'Agence spatiale canadienne.

● **Recommandation 2**

S'efforcer avec détermination de faire du Canada un chef de file dans le domaine des soins de santé, du bien-être et du rendement des astronautes pour les missions dans l'espace lointain, en commençant par des contributions majeures au programme de la station spatiale lunaire Gateway et au programme Artemis.

● **Recommandation 3**

Tirer parti de la vision de l'exploration spatiale humaine et des solutions de soins de santé dans l'espace lointain en transformant la prestation de soins de santé pour les populations mal desservies sur le plan médical.

● **Recommandation 4**

S'appuyer sur le modèle unique du Canada en matière de formation médicale axée sur les compétences et le travail d'équipe et sur son leadership industriel en matière de formation sur simulateur. Jouer un rôle de premier plan dans l'espace lointain en ce qui concerne la mise au point d'approches avancées pour la formation et la simulation afin de développer, de maintenir, d'accréditer et de certifier les compétences des médecins de bord.

● **Recommandation 5**

Mettre en place un programme de sites de démonstration implantés dans le Nord afin de mettre à l'essai et d'évaluer des approches et des innovations cliniques à distance, et d'entretenir des relations fructueuses avec les communautés autochtones et d'autres intervenants essentiels.

● **Recommandation 6**

Tirer parti de l'expertise et de la capacité combinées des communautés de recherche et d'innovation du Canada et du secteur de la santé et des technologies biomédicales pour accélérer l'élaboration de solutions aux problèmes de soins de santé dans l'espace lointain.

● **Recommandation 7**

Exploiter l'expertise et la capacité du Canada en matière d'intelligence artificielle pour élaborer des solutions de soins de santé à distance dans l'espace et sur Terre.

● **Recommandation 8**

Élaborer une stratégie canadienne de sensibilisation du public et d'échanges culturels axée sur les soins de santé à distance dans l'espace et sur Terre.

En tant que groupe, ces recommandations « poussent un peu les limites » du Canada – le test ultime de leur validité – et constituent un programme qui serait alors essentiel à l'échelle nationale, visible, évolutif et abordable et procurerait des bienfaits sur le plan social.

Le Conseil a mûrement réfléchi à la nature d'un partenariat national dirigé par l'ASC. Étant donné que les investissements et les défis liés aux soins de santé dans l'espace lointain seront considérables, chaque partenaire devra s'engager envers la vision à long terme et apporter son expertise et d'autres ressources, tout en partageant les risques.

Le Conseil propose qu'il y ait un petit groupe de partenaires fondateurs couvrant plusieurs secteurs des soins de santé – ministères gouvernementaux, organismes de prestation de soins de santé, professionnels de la santé de première ligne, établissements de recherche et industrie. Il s'agirait d'organisations alignées, influentes dans le pays et capables de se mobiliser immédiatement pour l'objectif à court terme.

Nous prévoyons ensuite une croissance progressive et graduelle du partenariat. Une fois que le gouvernement aura approuvé les soins de santé dans l'espace lointain en tant que programme prioritaire, l'adhésion au partenariat sera élargie aux organisations disposant de ressources importantes. Outre les secteurs susmentionnés, les membres proviendraient des communautés d'utilisateurs (astronautes, peuples autochtones) et des partenaires internationaux de l'exploration spatiale. L'alliance qui en découlerait pourrait s'attaquer aux problèmes d'équité en matière de soins de santé, d'accessibilité et de résultats dans les communautés mal desservies, tout en renforçant la réputation du Canada en tant que chef de file des soins de santé dans l'espace lointain. Étant donné l'image de marque qu'aurait cette entreprise nationale, le Conseil propose l'énoncé de vision suivant :

D'ici 2030, le Canada sera reconnu en tant que chef de file de la prestation de soins de santé à distance dans l'espace et aux populations mal desservies sur Terre.

Comme mission du programme, nous proposons :

Réunir des solutions pour un accès autonome et amélioré par la technologie aux soins de santé locaux au profit des personnes dans l'espace et sur Terre.

Nous soutiendrons l'élaboration de solutions de prestation de soins de santé en :

- mobilisant les partenaires de l'exploration spatiale;
- mobilisant les communautés canadiennes d'utilisateurs et de prestataires de soins de santé;
- habilitant les possibilités de recherche et de développement.

Nous suggérons l'ensemble suivant de valeurs fondamentales :

- **Priorité à la première ligne en soins de santé dans l'espace et sur Terre**
- **Excellence dans la prestation des services**
- **Équité et esprit de collaboration**
- **Création d'une valeur économique**
- **Inspiration pour notre nation**

Le Conseil estime que les propositions ambitieuses présentées ici, défendues par un formidable partenariat national, pourraient faire progresser notre programme spatial tout en revigorant, modernisant et améliorant considérablement l'accès à notre système national de soins de santé.



D'ici 2030, le Canada sera reconnu en tant que chef de file de la prestation de soins de santé à distance dans l'espace et aux populations mal desservies sur Terre.



Avant-propos

Nouveaux horizons en santé : aspirations galactiques, innovations terrestres

Bonjour, amis terriens,

La lecture de rapports gouvernementaux peut parfois donner du fil à retordre. Heureusement, le présent rapport, publié sous l'égide de l'Agence spatiale canadienne (ASC), fait figure d'exception.

Rédigé par une équipe prestigieuse et diversifiée de bénévoles membres du Comité consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain de l'ASC, le rapport *Nouveaux horizons en santé* présente un plan visionnaire et prometteur pour que le Canada se positionne comme chef de file mondial en matière de conception et de prestation de soins de santé dans le contexte de l'exploration interplanétaire. Bien loin d'être un projet surnaturel peu pertinent sur Terre, le plan du Conseil consultatif se fonde sur les défis variés relatifs aux soins de santé rencontrés dans notre pays caractérisé par de grandes distances, une faible densité de population, une géographie accidentée et des conditions climatiques extrêmes.

La bonne nouvelle est que les entrepreneurs, scientifiques et professionnels canadiens sont depuis longtemps de remarquables innovateurs dans le domaine des soins de santé, notamment pour la prestation de soins à distance. La mauvaise nouvelle est que l'écosystème de soins de santé du Canada a parfois peiné à tisser les réseaux collaboratifs nécessaires pour transformer les grandes idées en innovations adaptables et à démontrer la valeur des produits et services créés. D'où la magie de la vision du Conseil consultatif. Il est difficile d'imaginer meilleure inspiration pour une collaboration pancanadienne et plurisectorielle en soins de santé que des projets commandés à l'échelle internationale liés aux voyages interplanétaires. Et il ne pourrait y avoir un cadre plus rigoureux que la prestation de soins de santé dans l'espace lointain pour prouver la valeur des innovations canadiennes.

Avant d'aller plus loin, toutefois, parlons d'abord d'un problème ignoré qui saute aux yeux : le monde est en désordre. Pourquoi devrions-nous être impatients de voyager dans l'espace lointain maintenant? Ces sentiments, hélas, ont retenu notre espèce au sol pendant des décennies. Un rappel : le premier atterrissage d'une mission habitée sur la Lune a eu lieu il y a 52 ans, en juillet 1969, et la dernière fois où nous avons marché sur la Lune remonte à décembre 1972. Les programmes spatiaux se sont poursuivis avec des activités passionnantes de recherche, de découverte et de collaboration internationale, s'appuyant sur un ensemble de stations spatiales en orbite. Mais quelqu'un est-il toujours d'avis que notre espèce a gagné quoi que ce soit en mettant au rancart les projets d'exploration de l'espace lointain qui pourraient rassembler les candidats les plus brillants pour s'attaquer aux défis inconcevables? Serait-il possible que notre sens d'humanité commune et d'engagement collectif envers la résolution d'urgentes questions mondiales s'affirme si tous les habitants de la Terre pouvaient regarder au ciel et savoir que des personnes d'horizons divers se dirigent vers d'autres planètes en tant que représentants de l'*Homo sapiens*? D'ailleurs, allons-nous vraiment laisser les voyages spatiaux aux milliardaires en quête de sensations fortes et aux touristes cherchant une petite pause de la gravité des problèmes de ce monde?

En fait, la nécessité est la mère de l'invention, et l'invention devient en retour la mère de la nécessité dans le cercle vertueux qui définit l'innovation positivement perturbatrice.

De nombreux systèmes de soins de santé dans le monde ont accueilli les soins virtuels comme jamais auparavant pendant la pandémie mondiale de COVID-19. Bien que des inégalités déplorables entre les pays persistent en matière d'accès aux vaccins, la crise a stimulé une vitesse et une collaboration internationale sans précédent dans le développement de vaccins et la mise à l'essai de traitements contre le SARS-CoV-2. De façon semblable, une foule d'innovations relatives aux soins à distance découleraient d'une planification en vue des nombreuses urgences médicales qui pourraient survenir au cours d'un voyage interplanétaire pluriannuel.

Pardonnez-moi. Avez-vous dit que le Canada n'a pas d'affaire à participer à l'exploration de l'espace lointain? Encore une fois, des rappels s'imposent. Le Canada a été l'un des premiers chefs de file en génie aéronautique et, à la fin des années 1950, il progressait rapidement en vue de produire à la fois le premier avion de ligne à réaction commercial et le plus rapide aéronef de combat à réaction au monde. Quelques jours après l'annulation du projet Avro Arrow en février 1959, la NASA est venue interviewer plus de 50 scientifiques et ingénieurs canadiens. Au début d'avril, 32 Canadiens avaient déjà joint le Groupe de travail sur l'espace des États-Unis.

Plusieurs d'entre eux ont joué un rôle central dans la mission Apollo 11, au cours de laquelle des hommes se sont posés pour la première fois sur la Lune. Le Canada a aussi fourni à la mission les jambes de train d'atterrissage du module lunaire ainsi qu'une antenne novatrice.

Au cours des quarante dernières années, les astronautes canadiens ont grandement contribué aux travaux concernant la navette spatiale et la Station spatiale internationale (SSI). Deux membres du Conseil consultatif – Robert Thirsk (président du Conseil) et David Saint-Jacques – sont des médecins-astronautes qui ont passé chacun plus de six mois dans la SSI. En 2019, le Canada a été le premier pays à s'engager envers le projet de station spatiale Gateway de la NASA, et le célèbre Canadarm continue d'être un outil robotisé essentiel dans l'espace; de plus, le canadarm3 est actuellement en développement. En effet, non seulement le Canada est-il le plus ancien et le plus proche partenaire national de la NASA, mais l'ASC entretient aussi un partenariat toujours plus étroit avec l'Agence spatiale européenne. Cette capacité à négocier et à établir des partenariats à grande échelle fait partie intégrante de l'avantage du Canada dans les projets internationaux. Il est aussi tout à fait logique pour le Canada d'établir un lien avec

les soins de santé à distance, puisqu'il s'agit du pays où la télémédecine a été lancée, où la robotique novatrice dans l'espace constitue déjà une tradition nationale, où les bases de la révolution mondiale en intelligence artificielle ont été jetées et où, pendant des dizaines d'années, le rythme et la qualité de la recherche médicale et en soins de santé ont dépassé ceux de pays comparables de taille semblable.

Bref, le rapport *Nouveaux horizons en santé* trouve de nombreux échos positifs, notamment par son appel pour une innovation inclusive et courageuse, l'accent mis sur les partenariats multisectoriels et multilatéraux, son affirmation de la valeur durable de la collaboration nationale et internationale, sa vision pragmatique des manières de mettre à profit nos actifs nationaux et notre environnement, et sa confiance que les technologies conçues pour l'espace lointain peuvent être déployées ici dans les régions éloignées et mal desservies du Canada, permettant à la fois de profiter au secteur des soins de la santé et d'engendrer des retombées économiques pour notre pays.

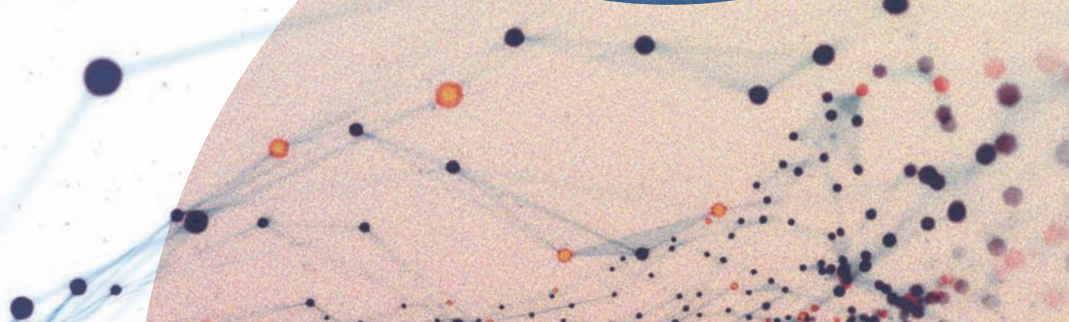
Enfin et surtout, les grandes ambitions contenues dans le plan *Nouveaux horizons en santé* devraient être célébrées alors que le Canada commence à se rebâtir au lendemain de la plus importante crise de santé publique à frapper notre pays depuis plus d'un siècle. Il reste manifestement beaucoup de travail à faire pour créer un meilleur Canada, mais nous avons toutes les raisons d'imaginer un avenir pour notre pays où, comme l'espace lointain, les possibilités sont infinies.

Bonne lecture!

Sincères salutations,
C. David Naylor, O.C., M.D.

Robert Thirsk (à droite) a effectué des exercices quotidiens d'aérobie et de résistance pendant l'expédition 20/21 pour minimiser les effets de déconditionnement des vols spatiaux sur le corps.

David Saint-Jacques (au-dessous) a participé à l'étude canadienne MARROW au cours de l'expédition 58/59.



Remerciements

Tout comme le travail d'un équipage d'astronautes, le travail d'un groupe de travail dépend de l'engagement et des compétences d'une grande équipe de personnes talentueuses. Nous reconnaissons ce soutien indispensable et tenons à exprimer notre gratitude à l'endroit de nombreuses personnes qui ont travaillé dans l'ombre, modestement, mais avec fiabilité.

Avant tout, nous tenons à remercier un groupe remarquable de personnes de l'Agence spatiale canadienne et de Services aux Autochtones Canada qui ont été réunies en un « super secrétariat » appelé l'équipe Nouveaux horizons en santé. Le Conseil consultatif n'aurait pas pu remplir son mandat sans leur soutien opérationnel et administratif. Tout au long de notre mandat, l'équipe a coordonné les réunions et ateliers à venir, assuré le suivi des mesures à prendre, effectué des recherches et des analyses, rédigé le présent rapport et fourni des mises à jour aux membres du Conseil entre les réunions et les ateliers.

Le Conseil souhaite remercier tout particulièrement les membres suivants de l'équipe pour leur temps, leur expertise et leur enthousiasme : Isabelle Tremblay, Patrick Sullivan, Robert Riddell, Nicole Buckley, Jean-Marc Comtois, Raffi Kuyumjian, Linda Dao, Maja Djukic, Sally Rideout, Nada Fadol, Annie Martin, Bradley Andrews, Perry Johnson-Green, Bruno Hardy-Chartrand, Sébastien Lafrance, Alain Ouellet, Charlotte Pearce, Matthew Bamsey, Christian Lange et Anastasiia Prysyzhnyuk de l'ASC, ainsi que Barbara Guy de Services aux Autochtones du Canada.

Nous remercions tout particulièrement Maja Djukic et Sally Rideout, qui ont fait office de secrétaires exécutives du Conseil consultatif, et vers lesquelles nous nous tournions chaque fois qu'un problème survenait. Nous adressons

notre admiration et notre gratitude particulière à Sally Rideout, qui a planifié et animé les ateliers de remue-méninges du Conseil consultatif. Sally a le don de susciter des discussions enrichissantes et d'obtenir un consensus au sein d'un groupe diversifié de personnes ayant des opinions différentes sur des sujets allant de la vision, de la mission et des valeurs aux présentations d'ascenseur et aux caractéristiques du partenaire idéal. Chacun de ses ateliers a été agréable et productif.

Ensuite, nous tenons à remercier plusieurs experts nationaux estimés qui ont généreusement fait part de leurs réflexions sur une variété de sujets de pointe dans les domaines de l'espace, de la santé, de l'innovation et de la recherche : Evan Adams de la Régie de la santé des Premières Nations; James Rourke et Stu Iglesias de la Société de la médecine rurale du Canada; Anna Goldenberg du Hospital for Sick Children et de l'Institut canadien de recherches avancées; Garnette Sutherland du projet NeuroArm de l'Université de Calgary; Mehran Anvari du Centre for Surgical Invention and Innovation de l'Université McMaster; Jas Jaaj, Joyce Drohan et Niraj Dalmia de Deloitte Canada; Gail Turner, anciennement du gouvernement du Nunatsiavut; Andrew Padmos, anciennement du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada; Diane Côté de MEDTEQ+; Rekha Ranganathan de CAE Santé; Elissa Strome de l'Institut canadien de recherches avancées; Andrea Reed et Nicole Robinson du Partenariat canadien contre



le cancer; Deepak Kaura de 1Qbit; et Terry Taddeo et Sharmi Watkins du NASA Johnson Space Center. Leurs exposés ont été à la base de nos délibérations, ont servi à amener tous les membres à un niveau de compréhension commun et ont contribué à façonner le contenu de notre rapport final.

Enfin, nous remercions les hauts dirigeants de l'Agence spatiale canadienne d'avoir invité les membres du Conseil consultatif à servir le Canada. Ce fût un privilège de se réunir et de réfléchir à une vision aussi puissante pour notre pays. Nous remercions en particulier l'ancien président de l'Agence spatiale canadienne, Sylvain Laporte, et la présidente actuelle, Lisa Campbell, pour leurs encouragements. Nous remercions également Gilles Leclerc, directeur général, Exploration spatiale, et Mary Preville, vice-présidente, Politiques, Programme spatial, pour leurs conseils avisés. Ce niveau de soutien a bien démontré aux membres du Conseil consultatif que l'Agence spatiale canadienne possède le leadership et les pratiques de gouvernance nécessaires pour superviser un partenariat national.

Nous sommes reconnaissants du soutien offert par le Dr David Naylor, O.C., dans notre entreprise, et honorés qu'il ait écrit la préface de notre rapport.

Nous avons le grand honneur que l'artiste Margaret Nazon ait communiqué des images de ses remarquables œuvres perlées pour aider à raconter l'histoire de l'exploration spatiale. La capacité de Margaret à faire descendre les cieux sur la Terre est une métaphore appropriée du potentiel des soins de santé dans l'espace lointain à apporter des avantages aux populations éloignées et mal desservies.

Enfin, nous remercions notre rédactrice, Mary Gooderham, dont les révisions pointues de notre rapport nous ont fait paraître plus concis que nous ne le sommes réellement.

En dépit des remerciements adressés aux personnes susmentionnées pour leur contribution, nous tenons à souligner, en tant que membres du Conseil consultatif, que nous sommes seuls responsables de ce que nous présentons dans notre rapport.

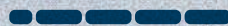


Margaret Nazon, *The Blue Marble*, 2018,
perles, coquillages, sergé de coton sur toile, collection de l'artiste.
Image : gracieuseté du Glenbow Museum.



CHAPITRE
1

Saisir le flambeau



Mais tu ne seras ni un lâche, ni un insensé,...

tu dois espérer accomplir ton dessein...

Ne tarde donc pas plus longtemps

à faire ce que tu as résolu.

Le poète grec Homère,
extrait de son épopée L'Odyssee

Contexte

Plans mondiaux d'exploration spatiale

Les puissances spatiales partagent un désir croissant de s'aventurer au-delà de **l'orbite basse** dans les prochaines années. En conséquence, un groupe de 26 agences spatiales internationales, dirigé par la NASA et comprenant l'Agence spatiale canadienne, a collaboré au cours de la dernière décennie à l'élaboration d'un plan théorique pour poursuivre l'exploration spatiale en se rendant encore plus loin au cœur du système solaire. Connu sous le nom de **Groupe international de coordination de l'exploration spatiale**, il a publié un plan (la **Feuille de route mondiale pour l'exploration** et un **complément à la Feuille de route**) qui décrit comment une séquence de missions humaines et robotiques dans l'espace lointain pourrait se dérouler dans les prochaines années. Un aperçu de cette feuille de route est présenté à l'Annexe A – Plans d'exploration humaine de l'espace lointain.

Le terme **espace lointain** est utilisé par le groupe pour décrire les missions possibles dans la partie intérieure du système solaire, soit des destinations fascinantes comme l'orbite lunaire, la surface de la Lune, un astéroïde proche de la Terre et Mars. Une mission humaine à la surface de Mars, dont le lancement est prévu au milieu des années 2030, est son but premier et son objectif ultime. Un voyage vers la planète rouge permettra de répondre à certaines questions fondamentales :

- Que peut nous apprendre la géologie de Mars sur le passé, le présent et l'avenir de la Terre?
- La vie a-t-elle jamais existé sur Mars?
- Que peut nous apprendre Mars sur le début de la vie sur Terre?
- Mars pourrait-elle un jour être un autre endroit sûr où vivre pour les humains?

■
Ce concept artistique représente des astronautes et des habitats humains sur mars. Source : NASA





Défis opérationnels et techniques des missions dans l'espace lointain

Au cours des quelques prochaines années, l'exploration spatiale humaine se concentrera sur la construction de la **station spatiale lunaire Gateway**, une mini station spatiale en orbite lunaire, et sur l'utilisation d'une base de recherche au pôle sud de la Lune. La planification des missions d'exploration humaine vers la planète rouge s'ensuivra. Il s'agit d'une entreprise ambitieuse associée à de nombreux défis. Il faudra un engagement de dix ans et l'effort concerté de plusieurs pays pour faire atterrir un équipage d'astronautes sur Mars et le ramener sain et sauf.

Certains défis de cette nouvelle classe de missions dans l'espace lointain seront d'ordre opérationnel. Les contraintes d'un vol vers Mars sont par exemple les suivants :

- longues distances (200 millions de kilomètres) et longue durée (deux ans et demi);
- taille limitée de l'équipage;
- volume, masse et puissance limités des équipements et des systèmes à bord;
- réapprovisionnement minimal ou inexistant;
- latences de communication (de six à vingt minutes dans un sens) qui réduisent la capacité de l'équipe de contrôle de mission à aider l'équipage d'astronautes à faire face aux imprévus urgents et inévitables de la mission.

D'autres défis sont d'ordre technique. Un rapport de 2014 du National Research Council des États-Unis cible dix technologies essentielles qui doivent parvenir à maturité avant qu'une mission d'atterrissage sur Mars avec équipage soit réalisable. Tous les systèmes du véhicule devront être plus fiables et plus robustes que ceux des astronefs qui ne s'aventurent pas aussi loin de la Terre. Ils doivent tous fonctionner de manière autonome, et permettre une surveillance et

un contrôle limités par des contrôleurs de vol au sol. Les systèmes de survie devront être conçus en circuit fermé.

Questions relatives à la santé, au bien-être et au rendement de l'équipage en mission dans l'espace lointain

La prestation de soins de santé aux futurs astronautes pourrait être le défi le plus important de l'exploration de l'espace lointain. En s'aventurant au-delà de l'orbite terrestre, les astronautes s'exposeront à des conditions environnementales difficiles et à des risques nouveaux qui, s'ils ne sont pas atténués, mettraient en danger la santé, le bien-être et le rendement de l'équipage.

Lors des missions passées, le concept d'intervention médicale était centré sur la Terre. La santé des astronautes à bord de la Station spatiale internationale (SSI) et d'autres astronefs **en orbite basse** était prise en charge par une équipe médicale au sol. Ce concept d'intervention médicale était rendu possible grâce à la disponibilité de données en temps réel et à la communication vocale avec l'équipage, ainsi qu'à une option d'évacuation médicale si nécessaire.



Ce concept sera irréalisable lorsque les astronautes s'aventureront dans l'espace lointain. La surveillance au sol dans les situations d'urgence ne sera pas possible. L'évacuation médicale d'un membre d'équipage gravement malade ou blessé vers la Terre ne sera plus une option. L'installation médicale à bord, de taille limitée, devra permettre une prise en charge complète et autonome de la santé et couvrir toutes les éventualités médicales et chirurgicales.

S'aventurer dans l'espace lointain signifie que nous devons repenser les approches opérationnelles, la formation des équipages et les technologies essentielles sur lesquelles repose la prise en charge de la santé des astronautes. La prestation des soins de santé doit devenir indépendante de la Terre. Les **concepts autonomes** et semi-autonomes doivent être mis au point et validés. Avant le lancement du premier équipage, les soins médicaux doivent être plus **axés sur le patient**, les **points d'intervention** et la **voie virtuelle**.

Des considérations opérationnelles détaillées pour la prestation de soins de santé aux équipages d'astronautes de l'espace lointain sont fournies à l'Annexe B – Besoins cliniques, biomédicaux et de rendement des missions dans l'espace lointain.

Plans canadiens d'exploration spatiale

Le caractère intimidant de ces futures missions spatiales fait appel à l'héritage d'exploration du Canada et à l'esprit national d'innovation – une occasion de mesurer le meilleur des énergies et des compétences.

L'accent mis sur l'exploration de l'espace profond sous-tend le plan stratégique de 2019 du Canada *Exploration, imagination, innovation – Une nouvelle stratégie spatiale pour le Canada*. Il comprend un engagement à participer au programme Lunar Gateway de la NASA, en tirant parti des atouts existants, comme la robotique, tout en faisant

progresser d'autres, comme l'innovation dans le domaine des soins de santé.

La stratégie mentionne précisément un rôle dans la gestion de la santé des astronautes de l'espace lointain :

« En tirant parti de l'expertise canadienne en matière de santé et de recherche médicale ainsi que des technologies émergentes comme l'intelligence artificielle, le Canada perfectionnera les systèmes médicaux autonomes pour favoriser la santé des astronautes dans l'espace et l'amélioration des soins de santé sur Terre. À l'aide du projet du "Gateway" lunaire et de nouveaux efforts réalisés sur Terre, le Canada étudiera les points essentiels pour améliorer les soins de santé offerts aux Canadiens ainsi que leur qualité de vie. »

De plus, un des objectifs de cette stratégie est de veiller à ce que les investissements dans l'exploration spatiale apportent des avantages pratiques aux Canadiens. L'ASC collaborera avec les parties prenantes afin de transposer les approches novatrices mises au point pour les vols spatiaux en vue d'améliorer la vie des Canadiens sur Terre.



Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain

Notre tâche

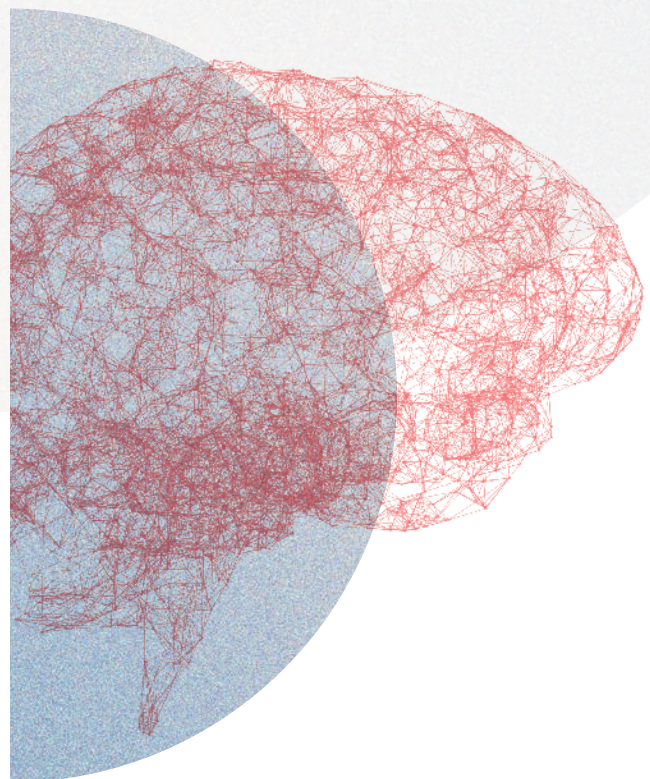
Pour faire avancer la vision des soins de santé de la *Nouvelle stratégie spatiale*, l'ASC a mis sur pied un groupe de travail – le nôtre – en 2019, connu sous le nom de Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain (le Conseil consultatif ou Conseil). Notre mandat était le suivant :

« aider l'Agence spatiale canadienne à définir de manière détaillée un futur programme de soins de santé dans l'espace lointain pour le Canada qui soit essentiel à l'échelle nationale, visible, évolutif, abordable et qui procure des bienfaits sur le plan social. »

En d'autres termes, le Conseil consultatif devait décrire de façon concrète comment l'ASC pourrait mettre sur pied un nouveau programme d'envergure portant sur la santé, le bien-être et le rendement des équipages dans le cadre de l'exploration de l'espace lointain. De plus, nous devons cibler des **partenaires** et des **intervenants** nationaux potentiels dont les mandats et les priorités sont alignés sur ceux de cette initiative potentielle afin de former un partenariat dirigé par l'ASC qui pourrait placer le Canada à l'échelle internationale au carrefour de l'innovation en matière de vols spatiaux et de soins de santé. Le mandat du Conseil consultatif figure à l'annexe C et les biographies de nos 15 membres à l'annexe D.

Notre Conseil s'appuie sur les travaux d'un groupe de travail qui l'a précédé, le **Groupe d'experts** sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain. Son rapport de 2019 a été bien accueilli par l'ASC et les parties prenantes nationales. Le travail de ce groupe et ses conclusions sont résumés à l'annexe E.

Nous approuvons l'esprit et les recommandations du Groupe d'experts et convenons qu'un partenariat dirigé par l'ASC devrait avoir un objectif audacieux : jouer un rôle de premier plan dans les soins de santé des astronautes dans l'espace lointain. Par le présent rapport, le Conseil fait avancer le travail de ce groupe en abordant les questions de mise en œuvre de sa vision.



Survol du rapport Nouveaux horizons en santé

Lorsque le Conseil consultatif a été lancé à la fin de 2019, nos conversations initiales étaient largement axées sur un nouveau défi passionnant pour le Canada en matière d'exploration spatiale. Notre tâche principale consistait à envisager de nouvelles approches pour permettre la prestation de soins de santé aux astronautes intrépides qui s'aventurent dans l'espace lointain. L'exploitation des innovations spatiales au profit des soins aux patients sur Terre était un objectif supplémentaire qu'il importait d'examiner.

Alors que les travaux du Conseil progressaient et que, parallèlement, la pandémie de COVID-19 s'est abattue sur les populations marginalisées, la situation critique des communautés mal desservies est devenue encore plus évidente. Les membres des communautés **autochtones** et des régions éloignées, les résidents des maisons de soins de longue durée et d'autres qui se trouvent dans des situations telles que l'itinérance sont clairement désavantagés, car ils ont un accès limité aux services médicaux et des résultats de santé inférieurs.

Plusieurs membres et experts en la matière invités (mentionnés à l'annexe F) ont encouragé le Conseil à examiner de plus près les questions d'accès aux soins de santé, d'équité et de résultats. Ils ont estimé que les nouvelles approches et technologies élaborées pour les vols spatiaux pourraient être transformatrices pour la prestation de soins de santé aux **populations mal desservies**.

Nous sommes tout à fait d'accord. Trouver des solutions aux problèmes de prestation de soins de santé aux populations mal desservies ne doit pas être considéré comme la retombée plaisante d'une initiative d'exploration spatiale, mais comme un impératif. Nous considérons que les défis spatiaux et terrestres sont d'égale importance;

la poursuite de l'un n'est pas possible sans l'autre. De nombreuses organisations cliniques, de recherche et commerciales seraient prêtes à aider l'ASC sur les questions spatiales si les questions terrestres pouvaient également être abordées.

Les chapitres suivants présentent un programme de soins de santé dans l'espace lointain pour le Canada. Nous décrivons une alliance nationale de collaboration englobant les communautés de l'espace, des soins de santé et de l'innovation qui pourrait élever la capacité et la position du Canada en tant que meneur mondial de l'exploration de l'espace lointain. Il s'agirait d'une collaboration synergique dans laquelle la capacité de l'alliance à faire évoluer les critères spatiaux et sociaux est supérieure à la somme de chaque membre.

Nous avons rédigé ce rapport de manière à ce que notre message soit clair pour les lecteurs qui n'ont pas d'expérience dans le domaine des vols spatiaux, des soins de santé ou de l'innovation. Néanmoins, nous employons plusieurs termes spécialisés qui peuvent être peu familiers. Nous en donnons les définitions dans le glossaire. Ils sont mis en évidence par des hyperliens bleus. En cliquant sur un terme, vous accédez à sa description.

Nous étayons également les énoncés dans le corps du rapport par des références justificatives. Les publications sources et les explications complémentaires se trouvent dans la section Références du présent rapport, classées par chapitre.





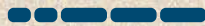
Margaret Nazon, *Milky Way Spiral Galaxy*,
tissu avec perles, support en toile, corne de caribou,
collection du Prince of Wales Northern Heritage Centre.
Image : gracieuseté du Prince of Wales Northern Heritage Centre.



CHAPITRE

2

Lancer la vision



*Patine là où la rondelle s'en va
et non à l'endroit où elle a été.*

Conseils de Walter Gretzky
à son fils Wayne

Les énoncés de vision, de mission et de valeurs sont des éléments essentiels des nouvelles initiatives et organisations. Ils fournissent des objectifs de haut niveau, un but et une identité aux participants. Ils constituent un cadre sur lequel une stratégie peut être construite.

Le Conseil consultatif a jugé que l'une des tâches les plus importantes de son mandat était la formulation soignée des principes fondamentaux. En effet, ces derniers peuvent définir une orientation claire pour un partenariat naissant dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain, puis guider les partenaires dans les inévitables dédales et péripéties du voyage qui s'ensuit. Ils apportent de la clarté aux parties prenantes nationales qui s'engagent dans le partenariat.

Vision

Un énoncé de vision est une affirmation concise et ambitieuse de la direction stratégique dans laquelle une organisation souhaite s'engager. Il définit l'objectif à long terme de l'organisation, sa destination envisagée. Il exprime aux partenaires ce à quoi devrait ressembler le succès à long terme.

Le Conseil consultatif salue l'aspiration du Groupe d'experts l'ayant précédé à un rôle élargi pour le Canada dans l'exploration de l'espace. En conséquence, nous proposons l'énoncé de vision suivant pour un partenariat de soins de santé dans l'espace lointain :

D'ici 2030, le Canada sera reconnu en tant que chef de file de la prestation de soins de santé à distance dans l'espace et aux populations mal desservies sur Terre.

Il convient de noter que cette déclaration précise un horizon temporel de neuf ans. Plutôt que d'utiliser le présent comme point de départ, nous imaginons l'avenir et travaillons à rebours. Cette approche « futuriste » guidera le partenariat vers une nouvelle réalité. La quantification de la vision à l'aide d'un calendrier permet également au partenariat d'avoir un moyen d'étendre son processus de planification stratégique et de mesurer les progrès.





Mission

Un énoncé de mission est une déclaration brève, claire et convaincante qui définit l'objectif fondamental d'une organisation. Les activités de cette dernière peuvent être justifiées si elles sont incluses dans la déclaration de mission. Un énoncé de mission bien rédigé informe de ce qu'il n'inclut pas.

L'énoncé de mission proposé pour le partenariat en soins de santé dans l'espace comprend les rôles du Canada dans l'espace et sur Terre, ainsi que les services qui seront fournis à nos partenaires internationaux et aux Canadiens.

Réunir des solutions pour un accès autonome et amélioré par la technologie à des soins de santé locaux au profit des personnes dans l'espace et sur Terre.

Nous soutiendrons l'élaboration de solutions de prestation de soins de santé en :

Mobilisant les partenaires de l'exploration spatiale

L'engagement systématique et continu des partenaires de l'exploration spatiale donnera le signal que le Canada assume un rôle de premier plan dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain et contribuera à l'obtention d'un consensus sur les besoins.

Mobilisant les communautés canadiennes d'utilisateurs et de prestataires de soins de santé

Cela comprend :

- les prestataires (autorités sanitaires, communautés autochtones, cabinets médicaux), les autorités de réglementation, l'industrie, les professionnels de la santé, les provinces et territoires, le milieu universitaire, les éducateurs et tous les ordres de gouvernement;
- les personnes (patients).

Habilitant les possibilités de recherche et de développement

Cela comprend :

- favoriser les possibilités de développement de technologies pouvant être appliquées à la prestation de soins dans des milieux terrestres et spatiaux;
- créer des emplois, favoriser la croissance économique canadienne;
- créer un milieu pour la démonstration des technologies et la validation clinique.

Valeurs

Les valeurs organisationnelles concernent l'identité et la culture. Elles décrivent le caractère et le comportement propres aux dirigeants et au personnel, qui différencient leur organisation des autres acteurs du secteur. Lorsque les valeurs sont intégrées aux processus de travail et de prise de décision, le lien avec le rendement de l'organisation est évident.

Les principes suivants sont proposés comme valeurs fondamentales pour le personnel et les dirigeants du partenariat :

Priorité à la première ligne en soins de santé dans l'espace et sur Terre

Les **professionnels de la santé de première ligne** et leurs patients sont notre principale préoccupation. Nous créerons et mettrons en œuvre des technologies qui forment et soutiennent les équipes de santé, et leur donnent les outils nécessaires, afin de préserver le bien-être et le rendement de leurs patients dans l'espace et sur Terre.

Excellence dans la prestation des services

Les activités dans des milieux difficiles sont complexes et risquées, et ne laissent quasiment pas place à l'erreur. Nous allons créer des partenariats qui tentent sans relâche d'atteindre l'excellence dans la prestation des soins de santé avec dévouement, préparation et vigilance.

Équité et esprit de collaboration

Inhérent aux valeurs canadiennes, le soutien à la prestation de soins de santé équitables et généralisés sera une caractéristique déterminante de notre travail. Nous reconnaissons que ce programme permettra, au bout du compte, de fournir des services de santé aux Canadiens et à la communauté internationale. Les perspectives et les contributions de nos partenaires sont donc primordiales. Nous veillerons à ce que les systèmes que nous mettons en œuvre fonctionnent auprès d'une population représentative

et contribuent à relever les défis nationaux en matière d'accessibilité et d'équité des soins de santé à distance.

Création d'une valeur économique

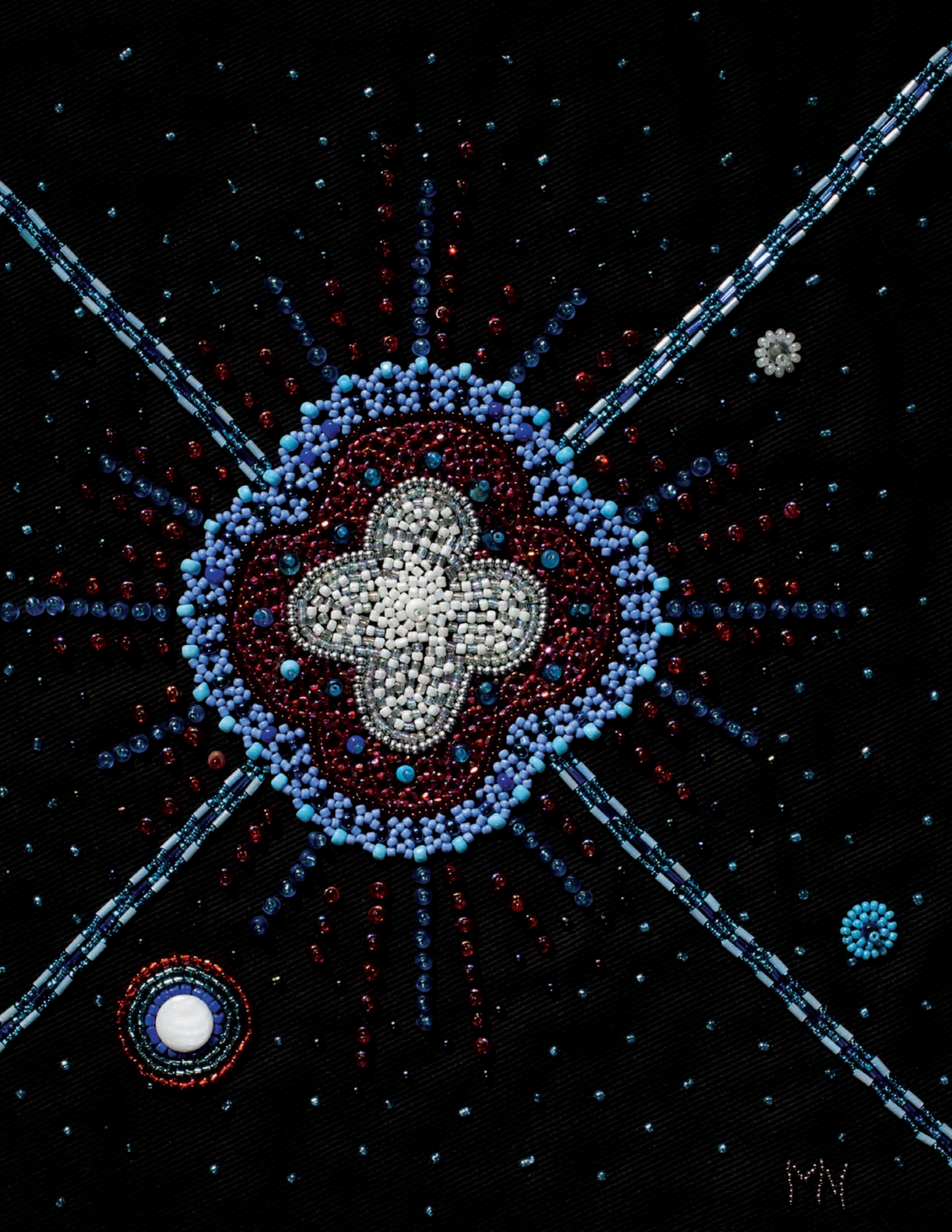
L'association de partenaires du secteur de l'espace et du secteur des soins de santé dans le cadre d'une coentreprise offrira une occasion unique d'établir des liens, de mobiliser et d'inspirer l'innovation technologique. Cela permettra de mettre en valeur les capacités dans le domaine de l'espace et de la prestation de soins de santé afin de créer de nouvelles possibilités économiques pour l'industrie canadienne. En étant à l'avant-garde des soins de santé dans l'espace, les Canadiens seront encouragés à penser différemment.

Inspiration pour notre nation

La possibilité et le potentiel de créer des changements substantiels dans le cadre d'un défi aussi important que les soins de santé stimuleront la créativité et la passion pour voir grand et être audacieux. Cela incitera les jeunes à s'orienter vers des carrières dans le domaine des STIM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques) et des soins de santé, ajoutant ainsi de la valeur aux fondements culturels et économiques du Canada.

À DROITE

Margaret Nazon, *White Dwarf Star (detail)*, 2018, perles et sergé de coton sur toile.
Image : gracieuseté du Glenbow Museum.





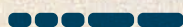
Margaret Nazon, *Milky Way Starry Night*,
tissu avec perles, support en toile,
collection du Prince of Wales Northern Heritage Centre.
Image : gracieuseté du Glenbow Museum.



CHAPITRE

3

Analyser l'environnement



Connais-toi toi-même!

Inscription au
temple d'Apollon
à Delphes

Les nouvelles organisations ne travaillent pas en vase clos. Un certain nombre d'influences externes et de forces internes façonnent leurs ambitions et influencent leurs activités. L'**analyse FFPM** (forces, faiblesses, possibilités et menaces) est un outil de gestion utile qui aide à déterminer et organiser ces facteurs. Elle est souvent utilisée comme première étape du processus d'élaboration de la stratégie.

Le Conseil consultatif a réalisé une analyse FFPM afin de déterminer les facteurs pertinents qui soutiendraient ou entraveraient un projet de soins de santé dans l'espace lointain. Nous avons commencé par évaluer les milieux de l'espace, des soins de santé et de l'innovation dans lesquels le projet fonctionnerait. Notre analyse a fait ressortir cinq possibilités qui favoriseraient les ambitions d'un partenariat de soins de santé, ainsi que deux menaces.

Possibilités

Désir ardent de s'aventurer au-delà de l'orbite basse

Les derniers astronautes d'Apollo ont quitté la Lune il y a un demi-siècle. Depuis, les missions spatiales humaines se sont limitées à **l'orbite basse**. Cependant, l'intérêt international croissant pour l'exploration, incarné par le Groupe international de coordination de l'exploration spatiale, inspire maintenant des plans concrets pour s'aventurer ensemble plus loin dans l'espace et pour entreprendre des missions plus ambitieuses.

L'élan mondial en faveur de l'exploration spatiale se traduit par une augmentation des investissements. Les budgets annuels des programmes d'exploration des agences spatiales internationales sont passés à 20 milliards de dollars en 2019, et devraient atteindre 30 milliards de dollars par an au cours de la prochaine décennie. Si la plupart de ces investissements proviennent d'acteurs majeurs tels que les États-Unis, la Chine et l'Europe, de nouveaux acteurs comme l'Inde, la Corée du Sud et les Émirats arabes unis investissent également et prévoient des missions audacieuses. Les grands programmes internationaux de collaboration sont particulièrement

intéressants, car ils permettent aux agences spatiales nationales d'étendre leur influence politique, de favoriser la création de connaissances et de rendre possible le transfert de technologies.

La portée des futures missions d'exploration s'est élargie pour inclure des rôles pour les entreprises privées. La croissance exponentielle de l'économie spatiale commerciale, stimulée par de nouvelles capacités et des innovations révolutionnaires, a donné lieu à des modèles commerciaux durables et à la possibilité de collaborer avec les agences spatiales gouvernementales.

Améliorer l'accès et les résultats médicaux pour les populations éloignées et mal desservies

Un cinquième des Canadiens vivent dans des régions non urbaines. Notre population éloignée relativement importante et notre territoire peu densément peuplé présentent des défis pour la prestation de soins de santé accessibles et équitables. Ces défis constituent également une occasion unique.



Les distances physiques et les défis auxquels sont confrontées les personnes isolées des soins médicaux signifient depuis toujours que certains Canadiens, comme ceux qui vivent dans des communautés éloignées et les personnes âgées, ont de la difficulté à obtenir en temps opportun des diagnostics et des traitements médicaux et sont mal desservis par rapport aux autres Canadiens.

Les innovations requises pour permettre les missions dans l'espace lointain pourraient également fournir des solutions de prestation de soins de santé dans nos communautés éloignées. Par exemple, les soins de santé dépendant de la robotique, les dispositifs médicaux portables, le stockage et l'analyse des données sur la santé pourraient améliorer la rapidité, la qualité et la continuité des soins. La télésanté, les technologies virtuelles et les capteurs pourraient améliorer la prise de décision clinique avant le transport et réduire le temps que les patients doivent passer loin de leur domicile dans le nord pour obtenir des soins **tertiaires** dans le sud.

Évolution rapide des besoins des Canadiens vieillissants

Les personnes âgées représentent 17 % de la population canadienne et constituent le segment de notre population qui connaît la croissance la plus rapide. Cette tendance se poursuivra dans les années 2030 compte tenu du vieillissement des membres de la génération du baby-boom. Le système de santé canadien n'est pas conçu pour soutenir le continuum de soins et répondre à l'évolution rapide des besoins de notre population vieillissante. Une stratégie nationale pour les personnes âgées et un nouveau modèle de prestation sont nécessaires pour mieux gérer la complexité des maladies chroniques et pour soutenir le nombre croissant de personnes âgées qui souhaitent vieillir à domicile, ainsi que pour soutenir leurs familles et leurs soignants.

Les solutions technologiques pour l'espace se recouperont avec les besoins des personnes âgées en matière de télésanté. Il s'agit notamment de la télésurveillance de la santé et des conditions environnementales (p. ex. capteurs de mouvement, tech-à-porter), des solutions de diagnostic et de prédiction utilisant l'IA, de la robotique dans le domaine de la santé et des soins sociaux, ainsi que de la numérisation et de la portabilité des dossiers médicaux pour faciliter les transferts de patients.

Lacunes dans les soins de santé mises en évidence par la pandémie de COVID-19

La crise liée à la COVID-19 a révélé de nombreuses lacunes dans le système de santé canadien. Nos populations vulnérables ont été les plus touchées par la pandémie. Les restrictions de voyage, par exemple, ont perturbé l'accès à l'expertise médicale et aux établissements de santé pour certaines communautés autochtones et certains patients souffrant de maladies chroniques. La crise a également exacerbé l'isolement et le confinement, la perte d'emploi et l'accès réduit aux activités de loisirs.

Des synergies existent entre les approches de la prestation de soins de santé pour les astronautes de l'espace lointain et les stratégies visant à atténuer les lacunes exposées par la COVID-19. Il s'agit notamment des technologies de surveillance du milieu et de communication, des systèmes de suivi et de test des patients, de l'accès virtuel à l'expertise médicale et des capacités de traitement. Nous mettons en évidence trois possibilités de synergie :

Soins à distance

Les soins à distance sont une solution qui permet d'apporter les soins de santé aux gens, au lieu que les gens aient à se déplacer ou à être transportés vers les milieux de soins. Les avantages de ce modèle de soins sont notamment l'accès rapide au traitement ainsi que la réduction des

coûts et la garantie que les soins seront appropriés sur le plan culturel. Des progrès tels que la surveillance du milieu, l'amélioration des technologies (plus petites et moins chères) pour le traitement de l'eau et des outils d'interaction virtuelle entre le patient et le médecin, ainsi que l'amélioration des capacités d'imagerie et d'analyse, sont autant d'éléments qui se recoupent avec les technologies de soins de santé dans l'espace lointain.

Autonomisation des patients

L'Organisation mondiale de la santé définit l'autonomisation des patients, ou « l'octroi de moyens d'agir » comme « un processus par lequel les individus maîtrisent mieux les décisions et les actions qui influent sur leur santé ». Dans le cadre des stratégies mondiales de santé et d'aide sociale, l'autonomisation est devenue un thème clé.

Les innovations récentes font évoluer les soins vers des approches plus centrées sur le patient. Les populations isolées qui n'ont pas accès à des installations médicales bénéficient de ressources technologiques leur permettant de prendre de meilleures décisions et de participer davantage à la prise en charge de leur santé et de leur bien-être, à l'instar de ce qui sera fourni aux astronautes de l'espace lointain. Il s'agit d'outils puissants pour promouvoir l'**autonomie** médicale.

Santé mentale

La santé en ligne est une technologie qui évolue rapidement et qui vise à améliorer le diagnostic à distance et à soutenir l'autogestion des maladies. Les systèmes de soins de santé augmentent leurs investissements dans ces technologies. Les patients confrontés à un isolement et un confinement prolongés bénéficieront des capacités des outils de santé en ligne se rapportant aux troubles mentaux.

En tant que signataire de la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones, le Canada reconnaît le droit des peuples autochtones de participer activement à l'élaboration et à la détermination des programmes de santé qui les concernent, ainsi que leur droit de jouir du meilleur état de santé physique et mentale possible (articles 23 et 24).



Alignement synergique correspondant aux priorités nationales

La réalisation à l'échelle nationale d'une initiative de soins de santé dans l'espace lointain viendrait compléter plusieurs besoins sociaux et priorités économiques existants. Nous ciblons quatre possibilités de collaboration nationale :

Accélérer l'innovation et le passage à l'échelle des PME

Les gouvernements fédéral et provinciaux ont investi à plusieurs reprises dans les technologies de **santé numérique** à tous les stades de développement, de la recherche à l'adoption. Ces investissements ont stimulé la croissance économique et créé des emplois de qualité. Citons par exemple la Digital Technology Supercluster en Colombie-Britannique, les programmes Challenge du National Research Council et le Medical Innovation Xchange dirigé par l'industrie.

Amélioration de la qualité de vie dans les communautés autochtones

Le gouvernement fédéral s'est engagé à bâtir une nation plus forte, plus inclusive et plus résiliente, en accordant une attention particulière aux peuples autochtones. Une législation sur la santé fondée sur les distinctions est en cours d'élaboration avec les dirigeants autochtones. Le cadre stratégique pour l'Arctique et le Nord favorise la santé des familles et des communautés, soutient les approches collaboratives, développe des partenariats égaux et reconnaît et protège les droits des Autochtones. L'investissement dans des soins de santé de qualité visera à améliorer l'accès aux services de santé, à l'endroit et au moment où ils sont nécessaires.

Améliorer les systèmes de soins de santé et la prestation de ces soins

Le rapport de 2015 du Groupe consultatif sur l'innovation dans les soins de santé a abouti à la conclusion que les systèmes de soins de santé canadiens sont mal préparés à répondre aux changements contextuels. De nombreuses innovations disponibles sont adoptées lentement (p. ex. la médecine de précision) et ne répondent pourtant pas aux besoins. Pour améliorer la qualité et la viabilité des soins de santé au Canada, le groupe d'experts a encouragé la mise à l'échelle des innovations, la coordination des réformes et la prestation sans accroc des soins par des praticiens multidisciplinaires dans les diverses provinces.

Soutenir le leadership canadien en matière d'intelligence artificielle et d'informatique quantique

Le Canada est reconnu mondialement comme un chef de file en matière d'**intelligence artificielle** (IA) et d'**apprentissage automatique**. Il compte trois instituts d'IA de calibre mondial : l'Institut Vecteur à Toronto, le MILA – Institut québécois d'intelligence artificielle et l'Alberta Machine Intelligence Institute (AMII) à Edmonton.

Le gouvernement fédéral est déterminé à maintenir la réputation internationale du Canada en matière d'IA. Dans le budget fédéral de 2021, la Stratégie pancanadienne en matière d'IA a été renforcée par un investissement supplémentaire de 444 millions de dollars sur 10 ans. L'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) et les instituts d'IA ont fait de l'avancement de la recherche, de la formation et de l'innovation dans le domaine des soins de santé une priorité stratégique de la prochaine phase de la Stratégie. L'exploitation de l'écosystème canadien de recherche en IA et des fonds de données sur la santé de l'ensemble de la population permettra de développer et d'adopter de nombreuses applications de santé basées sur l'IA et de soutenir la mise au point de nouveaux outils de diagnostic et traitements.

Elle favorisera l'amélioration de la prestation des services de santé et fournira des nouvelles perspectives sur la prévention des maladies et les politiques sur la santé de la population.

Lutte contre les changements climatiques

Les changements climatiques à l'échelle planétaire sont l'un des problèmes les plus pressants de l'humanité. Ils représentent le plus grand défi sanitaire de notre époque, menaçant de bouleverser de nombreux aspects de la société et la survie à long terme de l'humanité. Les répercussions physiques et sociales du réchauffement climatique sont largement reconnues; les recherches actuelles indiquent que nous approchons d'un possible point de non-retour. Bon nombre de nos écosystèmes sont incapables de s'adapter au rythme actuel des changements climatiques. Le Canada n'est pas à l'abri. Le pays se réchauffe à un rythme alarmant, les effets les plus importants se faisant sentir dans le Nord canadien. Ces changements touchent de manière disproportionnée les groupes marginalisés, notamment les membres des Premières Nations et les Inuits au Canada.

Les déterminants sociaux et environnementaux de la santé, dont l'air pur, l'eau potable et les sources salubres d'eau potable et de nourriture, ainsi qu'un abri sûr, seront directement touchés par les changements climatiques. Au fur et à mesure que cette situation s'aggrave, de plus en plus de personnes seront confrontées aux conséquences sanitaires des phénomènes météorologiques extrêmes. Presque tous les aspects de la vie quotidienne seront perturbés, dont les infrastructures de transport, les systèmes de santé et les réseaux de communication. Ces systèmes sont essentiels pour maintenir l'accès aux services d'urgence et aux soins de santé.

En 2020, le gouvernement fédéral a présenté son plan climatique intitulé *Un environnement sain et une économie saine*. Le plan est conçu pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et atteindre l'objectif du Canada en vertu de l'Accord de Paris. Il s'appuie sur les actions du *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques* de 2016. Santé Canada dirige l'élaboration du rapport intitulé *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*, dont la publication est prévue cette année. Ce rapport évaluera les risques des changements climatiques pour la santé des Canadiens et pour le système de soins de santé. Il vise à étayer les décisions et les actions futures des autorités sanitaires aux niveaux local, provincial/territorial et national.





Menaces

Concurrence pour assumer des rôles significatifs dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain

D'autres nations spatiales ont déjà fait part de leur intention d'assumer le rôle de chef de file à court terme dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain. Cela deviendrait un créneau précieux de compétence nationale pour toute agence spatiale. Aucun pays ne dispose actuellement d'expérience ou de capacités dans ce domaine. Il est donc stratégique de s'assurer la position de précurseur, qui sera associée à des avancées technologiques, à des avantages économiques et à de nouveaux emplois.

La NASA a mis au point un concept des opérations pour le système médical et une architecture de données médicales pour les missions de la station lunaire Gateway et de la phase 1 d'**Artemis**. L'agence américaine a investi des ressources pour développer des capacités médicales d'exploration. De même, l'Agence spatiale européenne (ASE) a déclaré son intention d'être un acteur important. Elle a communiqué un concept de système médical pour le module d'habitation international de la station lunaire Gateway, qui comprend des interfaces et une architecture de données standard et des appareils de biodiagnostic et de contre-mesures.

La concurrence est amplifiée par les échéances imminentes du programme de la station spatiale lunaire Gateway et du programme Artemis. Dans les mois à venir, la NASA devrait répartir les rôles et les contributions des partenaires en matière de soins de santé. Bien que le Canada ne soit pas prêt à jouer un rôle de premier plan dans Gateway et Artemis, il sera stratégique et urgent d'obtenir une contribution significative et une responsabilité de sous-système, afin de positionner favorablement notre pays pour des ambitions à plus long terme.

Un marché intérieur difficile pour l'innovation en matière de soins de santé

Le rapport de 2015 du Groupe consultatif sur l'innovation dans les soins de santé a révélé que les entrepreneurs de l'ensemble du Canada avaient des difficultés à introduire, à soutenir et à mettre à l'échelle des innovations dans le système de soins de santé, compte tenu de la fragmentation du système, d'une culture d'aversion au risque et d'un accent insuffisant sur la compréhension et l'optimisation de l'innovation. Un partenariat portant sur les soins de santé dans l'espace lointain et à distance nécessiterait de déterminer les moyens de faire passer les innovations en matière de santé du stade de l'idée à celui de la mise sur le marché, en accordant une attention particulière à la mobilisation de capitaux et à l'aboutissement du processus des approbations réglementaires.

1. Complexité de l'environnement réglementaire

L'environnement réglementaire du secteur canadien de la santé et des sciences biologiques est complexe. Il pose des défis aux innovateurs, qui doivent naviguer le système labyrinthique de l'approbation réglementaire. Les processus interminables peuvent rapidement épuiser les ressources des petites entreprises.

Cela entrave également la capacité des entreprises canadiennes à participer à des marchés mondiaux plus importants, car l'obtention d'approbations pour les innovations en matière de santé dans les administrations internationales est souvent subordonnée à l'obtention d'approbations réglementaires et de remboursement dans le pays d'origine. Les normes numériques et les règlements en matière de protection de la vie privée varient selon les provinces et les territoires. L'absence d'un cadre harmonisé de gouvernance

des données constitue un obstacle supplémentaire pour les petites entreprises qui souhaitent accéder aux répertoires de données sur les soins de santé.

2. Capacité limitée de commercialisation

Si l'industrie canadienne des dispositifs médicaux est bien établie, elle accuse un retard par rapport à d'autres pays en ce qui concerne la commercialisation de ses innovations, phénomène que l'on appelle la « **vallée de la mort** ». Les processus de validation de principe sont coûteux, les cycles de mise au point sont longs et notre marché intérieur est petit. L'accès aux principaux bancs d'essai nationaux, soit les hôpitaux et prestataires de soins de santé, qui pourraient accélérer la commercialisation est limité. L'adoption lente des innovations dans le domaine de la santé numérique entrave également la croissance des capacités industrielles nationales.

3. Accès aux capitaux canadiens

Les jeunes entreprises de technologies de la santé dépendent de capitaux privés pour réussir. Or, l'accès au **capital-risque** au Canada est restreint. Les investisseurs privés d'autres pays sont plus disposés que les investisseurs canadiens à financer les technologies de santé numériques et à assumer les risques.

Pour être commercialement viables, les entreprises doivent exporter leurs produits et services vers le marché américain, ce qui détourne les innovations des besoins du système de santé canadien. De plus, les incitatifs fiscaux américains pour les investissements étrangers se sont multipliés, détournant des talents, des technologies et des recettes fiscales potentielles en dehors du Canada.

4. Le paysage fédéral-provincial-territorial

Bien que le gouvernement fédéral veille au respect des exigences de la *Loi canadienne sur la santé*, les soins aux patients au Canada sont dispensés par les autorités provinciales et territoriales. Chacun de ces 13 systèmes de soins de santé possède des lois, des priorités, des organismes prestataires, des processus de remboursement et des systèmes d'approvisionnement qui lui sont propres. Ce système cloisonné crée des obstacles pour les innovateurs qui espèrent étendre les nouvelles technologies prometteuses à l'ensemble du pays. Leur problème est exacerbé par l'absence de normes nationales et de priorités stratégiques.

L'accent étant principalement mis sur la prestation de soins aux patients, l'innovation dans les systèmes de soins de santé n'est pas traitée selon le même niveau de priorité. Les modèles de financement, par exemple, rémunèrent les médecins selon une formule de paiement à l'acte, et les codes de remboursement sont basés sur le coût de la prestation d'un service, et non sur la valeur que ce service apporte. Ainsi, il y a peu d'intérêt à fournir des services offrant une meilleure valeur ou constituant une innovation.

Même au sein du gouvernement fédéral, les ministères chargés de l'innovation et de la santé poursuivent des objectifs différents, voire contradictoires. Certains ministères se concentrent sur la commercialisation et la compétitivité du marché, tandis que d'autres se concentrent sur les résultats pour les patients et la gestion des coûts.



5. Processus d'approvisionnement

Les processus d'approvisionnement des systèmes de soins de santé constituent également un obstacle à l'adoption de technologies novatrices. Les décisions d'achat fondées sur le prix plutôt que sur des mesures de la valeur désavantagent les produits innovants dont les coûts initiaux sont plus élevés, mais dont la proposition de valeur est plus forte, permettant par exemple d'obtenir

de meilleurs résultats et d'éviter des coûts ultérieurs.

La pandémie de COVID-19 a toutefois démontré la rapidité avec laquelle les pratiques d'approvisionnement peuvent être adaptées en cas de crise. Les réponses accélérées pendant la pandémie ont permis de déployer rapidement une multitude d'innovations. Voilà qui est encourageant pour les réformes futures.

Forces

Ayant compris les réalités nationales et internationales qui influeraient sur une initiative de soins de santé dans l'espace lointain, le Conseil consultatif s'est ensuite penché sur les caractéristiques organisationnelles internes d'un partenariat naissant dirigé par l'ASC. Il est prudent pour une organisation d'être consciente de ses propres forces et faiblesses internes. Les deux peuvent générer des idées, révéler des besoins et offrir des possibilités. Elles peuvent mettre en garde contre les lacunes à combler.

Six forces principales et trois faiblesses caractériseraient un partenariat dirigé par l'ASC.

Le Canada jouit d'une excellente réputation en tant que partenaire fiable dans le domaine spatial

Le Canada compte parmi un petit nombre de pays possédant l'expérience technique et opérationnelle spécialisée requise pour appuyer les missions de vols spatiaux habités. L'expertise nationale dans la sélection et la formation des astronautes ainsi que dans la robotique spatiale a renforcé notre réputation de partenaire compétent et de confiance dans les programmes internationaux de grande envergure. Notre inclusion dans le partenariat pour la station lunaire Gateway l'a d'autant plus consolidée.

Le Canada est également considéré comme un intermédiaire fiable et honnête dans d'autres milieux tels que l'ONU, le G7, le G20 et l'UNESCO. Nous avons à plusieurs reprises apporté et géré des contributions importantes à plusieurs programmes internationaux.

Expertise spécialisée dans plusieurs domaines pertinents

Le Canada est un acteur important dans la communauté internationale de la santé et des sciences biologiques. Nous sommes considérés comme un chef de file dans le domaine du diagnostic clinique, de la formation des praticiens et de la simulation, ainsi que dans les technologies émergentes telles que l'IA, la santé numérique, la robotique médicale à distance et la chirurgie mini-invasive.

Bien que suffisamment important pour avoir une incidence mondiale, notre écosystème national de santé reste agile et adaptable. Il comprend des centres d'innovation, des **accélérateurs** et des **incubateurs**, et il est soutenu par un secteur dynamique, les gouvernements, des établissements de recherche, des fournisseurs de technologies, des associations de médecins, des opérateurs de soins de santé et des formateurs.

Leadership en enseignement médical et en formation des praticiens

L'expertise du Canada en matière d'enseignement médical est particulièrement estimée. Nos facultés de médecine et de soins infirmiers élaborent continuellement des outils, des méthodes et des technologies d'apprentissage afin de mieux répondre aux besoins des étudiants et des professionnels. L'Université McMaster, par exemple, a été la première à adopter une nouvelle approche pour la formation des étudiants en médecine, appelée l'apprentissage par problèmes. Cette approche a connu un tel succès qu'elle a été adoptée par 500 établissements d'enseignement supérieur. Plus récemment, notre modèle de formation basé sur les compétences pour les médecins spécialistes a été salué sur la scène internationale.

Le Canada est un chef de file mondial de la formation de généralistes **ruraux** dans de multiples domaines de compétences (médecine d'urgence, chirurgie, anesthésie, soins mère-enfant, médecine familiale, traumatologie, échographie, cardiologie, oncologie). La Société de la médecine rurale du Canada, le Collège des médecins de famille du Canada et le Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada continuent d'améliorer les programmes d'apprentissage afin de mieux répondre aux besoins des praticiens éloignés. Outre l'acquisition de compétences renforcées en chirurgie et en anesthésie, ces collègues reconnaissent également que des attributs professionnels tels que le courage chirurgical et la capacité à s'épanouir dans des situations d'incertitude constituent des atouts pour les généralistes ruraux. Idéalement, ces qualités s'acquièrent par des années d'expérience contextuelle, soutenues par des réseaux d'encadreurs spécialisés utilisant la technologie de la téléprésence.

La société montréalaise CAE Healthcare est un chef de file mondial dans le domaine de l'enseignement médical fondé sur la simulation. Ses produits commerciaux comprennent la simulation de chirurgie et d'imagerie, des programmes d'enseignement, la gestion de centres et des simulateurs de patients très réalistes. Quelque 8 000 simulateurs CAE sont utilisés dans le monde entier par les facultés de médecine, les écoles des sciences infirmières, les hôpitaux et les forces armées, notamment.

Expertise en matière de prestation de soins de santé avancés

La prestation des soins de santé au Canada est prisée au niveau national et au niveau international. L'expertise canadienne est reconnue dans des domaines tels que la chirurgie à distance et minimalement invasive, la psychologie et les sciences cognitives, la médecine clinique, les soins gériatriques, la santé publique et les services de santé.

La télémédecine par satellite a été lancée dans les années 1970 par le Dr Max House, de Terre-Neuve-et-Labrador, pour répondre aux besoins en matière de soins de santé des personnes vivant **dans les communautés rurales et éloignées**. Aujourd'hui, la prestation de soins virtuels au Canada continue d'évoluer et de progresser.

La crise de la COVID-19 a mis en évidence les atouts du Canada dans des domaines émergents comme l'informatique quantique et l'IA. Grâce à la rationalisation des processus d'approbation, les entreprises de technologie médicale et les organismes fédéraux de réglementation ont été amenés par les circonstances de la pandémie à travailler ensemble pour répondre à des besoins sociétaux urgents. Le Canada a été le premier pays, par exemple, à approuver l'utilisation d'un système basé sur l'IA pour améliorer l'interprétation des radiographies thoraciques par les radiologues.



Excellence en recherche et universitaire

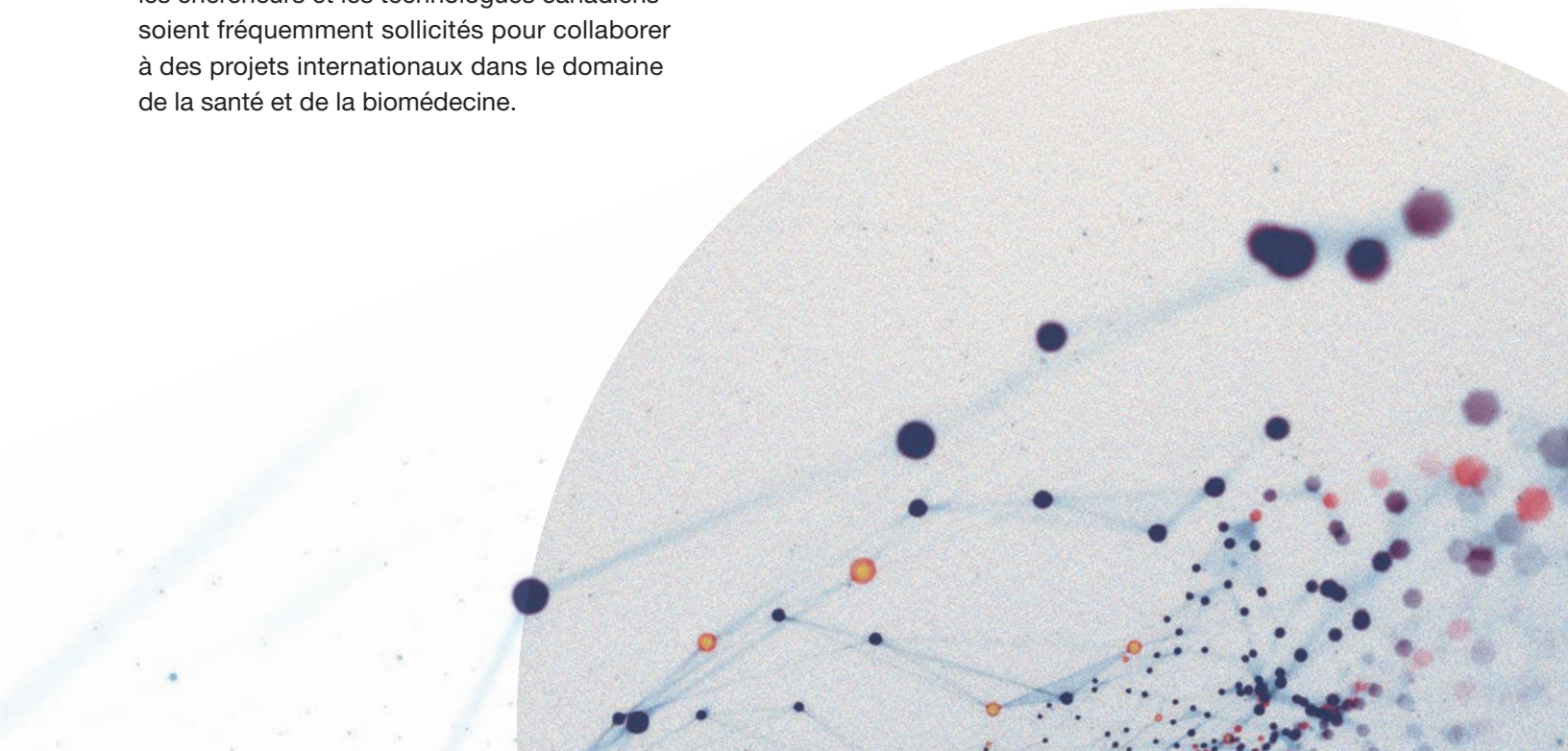
La productivité des chercheurs médicaux canadiens est extraordinaire. La médecine clinique représente la plus grande part de toutes les publications de recherche au Canada et 4,1 % de la part mondiale. De tous les champs de recherche au Canada, la médecine clinique affiche le plus haut niveau de performance, se classant dans le 1 % des publications mondiales les plus citées.

Dans la catégorie des sciences de la vie et de la médecine, l'Université de Toronto, l'Université McGill et l'Université de la Colombie-Britannique occupent respectivement les 13^e, 29^e et 31^e rangs du QS World University Rankings de 2021. Six écoles des sciences infirmières (Toronto, Alberta, McMaster, UBC, McGill et Calgary) sont classées parmi les 50 meilleures écoles des sciences infirmières du monde.

Cette combinaison d'excellence en matière de recherche et d'expertise dans le domaine de l'enseignement supérieur des soins de santé confère au Canada une place de choix sur la scène internationale. Il n'est pas surprenant que les chercheurs et les technologues canadiens soient fréquemment sollicités pour collaborer à des projets internationaux dans le domaine de la santé et de la biomédecine.

Une mentalité nationale façonnée par la géographie, le climat et la diversité

Le climat rigoureux et la géographie étendue du Canada ont façonné la culture nationale et le caractère individuel. Notre population clairsemée, répartie sur un terrain accidenté d'un océan à l'autre, se traduit par une approche typiquement canadienne de la prestation de soins de santé à distance. De même, notre démographie multiculturelle impose des considérations d'équité, de diversité et d'inclusion dans toutes les initiatives nationales. Les solutions de soins de santé basées sur l'IA, par exemple, sont fondées sur une base de données nationale représentative d'une vaste ethnicité et sont donc applicables à divers autres contextes.



Faiblesses

Capacité interne limitée de mobiliser les communautés indigènes

Une initiative de soins de santé dans l'espace lointain qui répond également aux besoins en soins de santé des Canadiens éloignés bénéficierait grandement des expériences, des points de vue et des contributions des partenaires autochtones. La participation des peuples autochtones à un programme spatial national serait significative, et un grand pas en avant vers la réconciliation. Toutefois, il faut solliciter les communautés autochtones avec respect et considération. Les peuples autochtones doivent définir eux-mêmes la nature et la portée de leur participation et veiller à ce que l'initiative se déroule d'une manière qui soit transformatrice pour leurs communautés participantes.

L'ASC, cependant, ne dispose pas d'une expertise approfondie et n'a qu'une expérience limitée de cette manière particulière d'entrer en relation. L'ajout de cette capacité à un partenariat dirigé par l'ASC nécessiterait une formation, l'élaboration de protocoles et la sélection stratégique de partenaires.

Expérience limitée de la gestion d'un créneau des soins de santé

Les intervenants habituels de l'Agence sont issus du secteur spatial, et ses programmes sont généralement exécutés dans le cadre de rapports transactionnels avec des entrepreneurs et des entités de recherche. Le partenariat avec des parties prenantes ne faisant pas partie du domaine spatial, telles que les autorités sanitaires, les praticiens de la santé, les représentants des patients et les aînés autochtones, nécessitera des processus souples et une culture adaptable.

En tant qu'agence gouvernementale, l'ASC mène ses activités de manière transparente et responsable. Le respect des principes d'imputabilité du secteur public peut entraîner une approbation et une mise en œuvre des programmes plus lentes que dans le secteur privé. Tout en restant transparente et équitable, l'ASC devra également répondre aux besoins de rapidité et d'agilité de ses partenaires du secteur de la santé et de l'industrie.

Un acteur modeste dans les programmes d'exploration spatiale

Malgré sa réputation mondiale, le Canada est l'un des plus petits acteurs de l'exploration spatiale. Se basant sur les dépenses par habitant comme mesure de la priorité que les pays accordent à l'espace, une étude de 2018 classe le Canada au neuvième rang, avec 9 dollars américains par habitant. Ces chiffres sont nettement inférieurs à ceux des États-Unis (125 dollars américains), de la France (49 dollars américains), des Émirats arabes unis (39 dollars américains) et de la Russie (29 dollars américains). Comme nous sommes un relativement petit acteur, nos partenaires du secteur spatial à l'étranger mettront en doute la capacité et les ambitions du Canada à jouer un rôle de premier plan dans les soins de santé dans l'espace lointain.





Mot de la fin

Cette analyse des forces, faiblesses, possibilités et menaces (FFPM) présente un inventaire des conditions environnementales et des caractéristiques organisationnelles qui pourraient influencer sur la création d'une initiative de soins de santé dans l'espace lointain au Canada. Les possibilités à venir dans le domaine de l'exploration spatiale pourraient servir de catalyseur et entraîner d'importants bénéfices pour les aux communautés mal desservies sur Terre. Un ensemble de forces nationales dans le domaine des opérations spatiales, des soins de santé nationaux, de la formation et de la recherche représente une base

solide sur laquelle bâtir une initiative. Ces possibilités et ces forces doivent être préservées et renforcées.

Certaines menaces et faiblesses entravent toutefois cette vision. Si les menaces ne peuvent être maîtrisées, elles doivent être traitées. Les faiblesses devraient être atténuées par des mesures visant à annihiler leurs répercussions et à faire progresser l'initiative. Par exemple, le choix des partenaires pourrait suivre une stratégie visant à renforcer les ressources et à compenser les faiblesses.

FORCES

Hautement reconnu en tant que partenaire fiable dans le domaine spatial

Expertise spécialisée dans plusieurs domaines pertinents

Leadership en enseignement médical et en formation des praticiens

Expertise en matière de prestation de soins de santé avancés

Excellence en recherche et universitaire

Mentalité nationale façonnée par la géographie, le climat et la diversité

FAIBLESSES

Capacité interne limitée de mobiliser les communautés autochtones

Expérience limitée de la gestion d'un créneau des soins de santé

Acteur modeste dans les programmes d'exploration spatiale

POSSIBILITÉS

Désir ardent de s'aventurer au-delà de l'orbite basse terrestre

Améliorer l'accès et les résultats médicaux pour les populations éloignées et mal desservies

Évolution rapide des besoins des Canadiens vieillissants

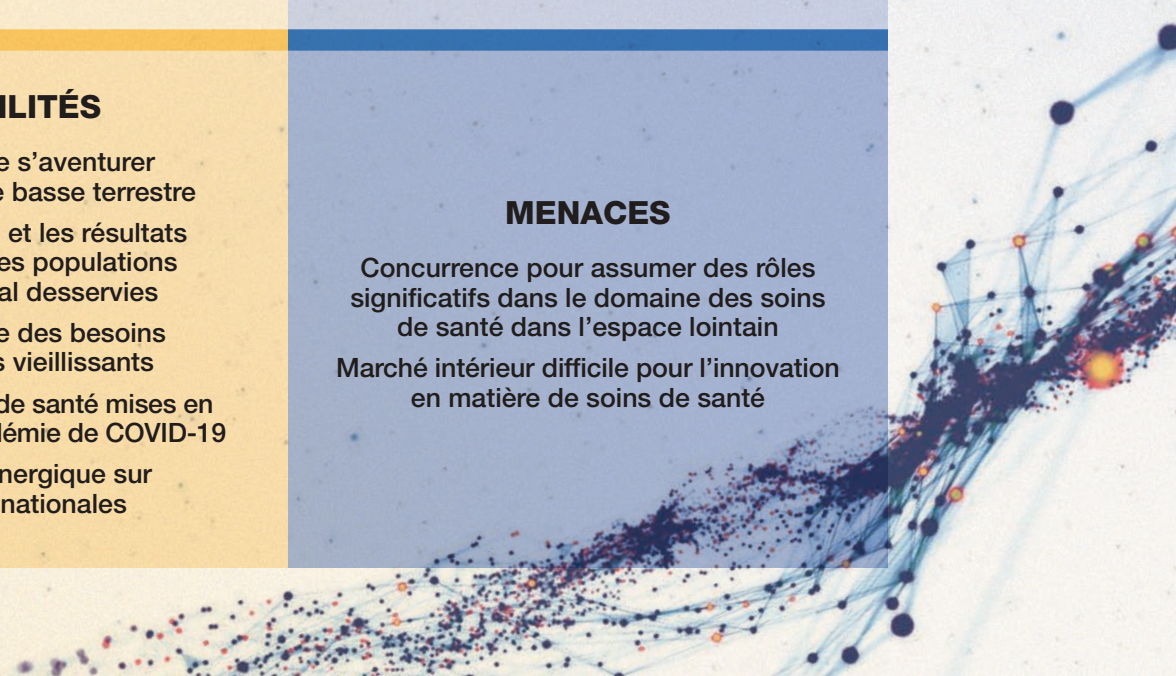
Lacunes des soins de santé mises en évidence par la pandémie de COVID-19

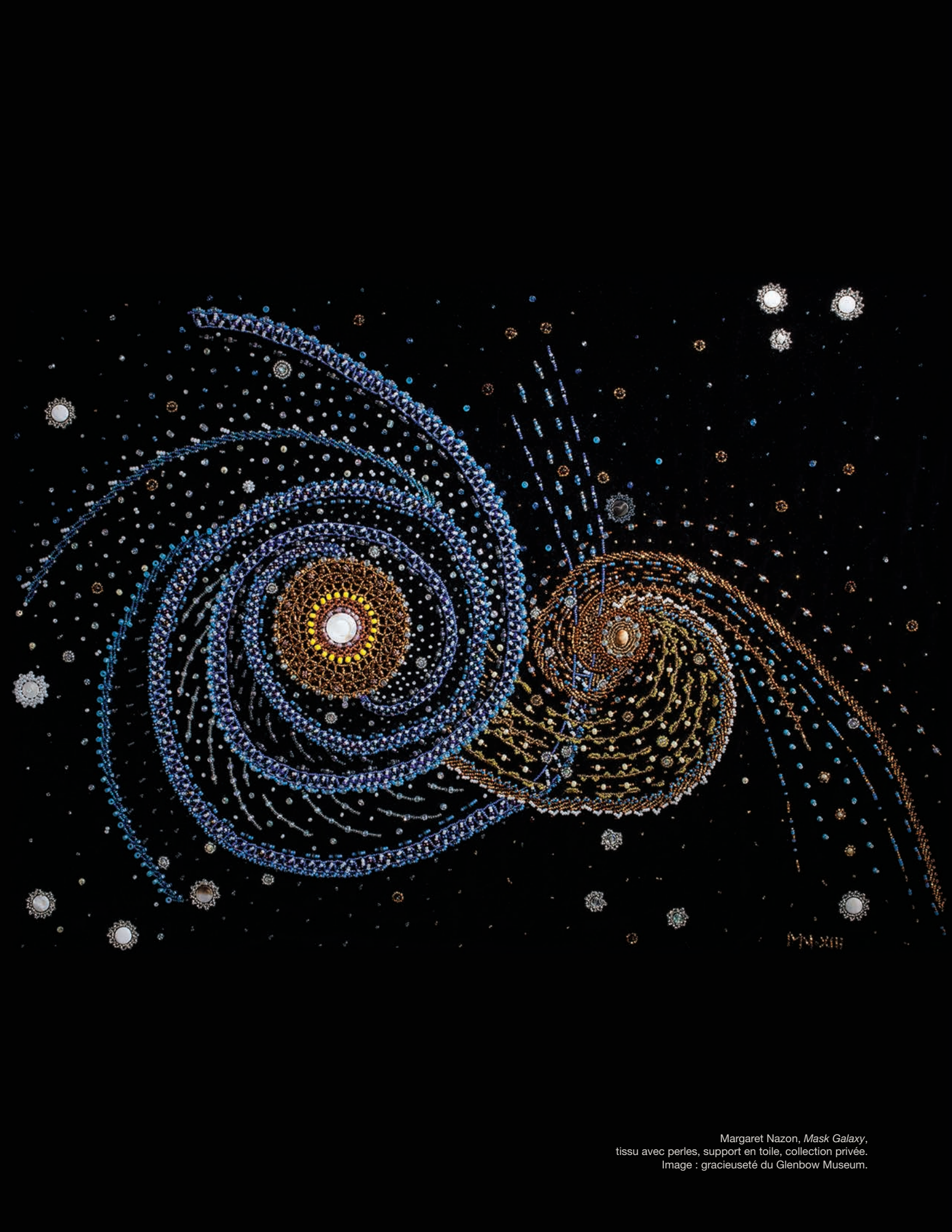
Alignement synergique sur les priorités nationales

MENACES

Concurrence pour assumer des rôles significatifs dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain

Marché intérieur difficile pour l'innovation en matière de soins de santé



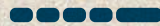


Margaret Nazon, *Mask Galaxy*,
tissu avec perles, support en toile, collection privée.
Image : gracieuseté du Glenbow Museum.



CHAPITRE
4

Façonner le programme



*Découvrez la force des cieux, ô hommes :
une fois reconnue, elle peut
être mise à profit.*

Johannes Kepler,
extrait de son œuvre révolutionnaire,
Abrégé de l'astronomie copernicienne
et *L'harmonie du monde*

Une fois l'inventaire FFPM en main, la prochaine étape était d'élaborer une famille structurée de recommandations réfléchies et applicables.

Le Conseil consultatif formule huit recommandations pour aider l'Agence spatiale canadienne à établir un programme de soins de santé dans l'espace lointain qui soit essentiel à l'échelle nationale, visible, évolutif, abordable et bénéfique pour la société. Elles sont alignées sur la vision, la mission et les valeurs que nous mettons de l'avant (chapitre 2).

Chaque recommandation tient également compte d'au moins un des facteurs uniques relevés par l'analyse FFPM (chapitre 3). La plupart couvrent

plusieurs facteurs. Par exemple, la première recommandation mise sur l'occasion d'explorer l'espace avec d'autres nations spatiales, tout en s'appuyant sur les multiples forces de la communauté des soins de santé du Canada.

Ces recommandations sont de nature générale. Chacune d'entre elles est donc décomposée en mesures précises ou en étapes tactiques pour faciliter la réalisation future des objectifs stratégiques de plus haut niveau.

1 Recommandation

FAIRE DES SOINS DE SANTÉ DANS L'ESPACE LOINTAIN UNE PRIORITÉ STRATÉGIQUE DE L'AGENCE SPATIALE CANADIENNE.

Mesures

- a. En collaboration avec les partenaires fondateurs et les principales parties prenantes, élaborer une Feuille de route pour l'action qui traduira les ambitions de l'Agence et les recommandations du Conseil consultatif en mesures coordonnées, complètes, mesurables et durables.
- b. Obtenir le budget et les compétences en ressources humaines nécessaires pour soutenir le rôle de chef de file du Canada dans l'intégration et les interventions médicales internationales dans l'espace lointain, et pour mettre en place une initiative de soins de santé à distance avec des partenaires nationaux.
- c. Établir des relations et un engagement avec les parties prenantes en tant qu'élément essentiel du partenariat pour les soins de santé dans l'espace lointain, afin de sensibiliser les parties prenantes externes aux possibilités offertes par l'espace et de tirer parti de sources non traditionnelles d'expertise, de financement et d'influence.



Les réalisations passées du Canada en matière d'exploration spatiale sont le résultat de l'engagement à long terme du gouvernement envers le secteur spatial du pays, d'investissements stratégiques dans des domaines clés qui sont des forces nationales, ainsi que de l'ingéniosité des femmes et des hommes dévoués qui travaillent à l'Agence et ailleurs dans le secteur spatial canadien. L'importance stratégique de la participation du Canada dans la Station spatiale internationale (SSI) est reflétée dans l'ampleur du budget et des ressources humaines alloués par l'ASC à des activités telles que l'exploitation et l'entretien des systèmes robotiques de la SSI, le programme des astronautes et les activités de recherche et de développement technologique en sciences de la vie.

À l'heure actuelle, la capacité interne de l'ASC à soutenir un autre créneau d'excellence est limitée. La feuille de route devra donc inclure

des étapes menant à une approbation et un financement au niveau ministériel et gouvernemental. Une analyse économique et de création d'emplois permettrait d'établir une voie crédible et justifiable vers le bienfait social, la durabilité du programme et la prospérité nationale. Les principales parties prenantes peuvent aider l'ASC à définir les rôles et responsabilités respectifs de celle-ci et de ses partenaires de l'espace lointain dans le cadre d'un programme national.

Certaines activités actuelles de l'Agence devront sans doute être élargies et recentrées pour mieux s'aligner sur cette nouvelle priorité de programme. Par exemple, l'ASC devra approfondir les ressources, étendre les partenariats et élargir le mandat et les compétences de ses groupes des sciences de la santé et de la vie et de la médecine spatiale opérationnelle.

2 Recommandation

S'EFFORCER AVEC DÉTERMINATION DE FAIRE DU CANADA UN CHEF DE FILE DANS LE DOMAINE DES SOINS DE SANTÉ, DU BIEN-ÊTRE ET DU RENDEMENT DES ASTRONAUTES POUR LES MISSIONS DANS L'ESPACE LOINTAIN, EN COMMENÇANT PAR DES CONTRIBUTIONS MAJEURES AU PROGRAMME DE LA STATION LUNAIRE GATEWAY ET AU PROGRAMME ARTEMIS.

Mesures

- a. Nouer le dialogue avec les hauts dirigeants de la NASA quant à l'aspiration du Canada à fournir une infrastructure et des capacités fondamentales en matière de santé comme moyen d'améliorer le bien-être et le rendement des équipages, en réduisant les risques des missions liés à des facteurs de santé.
- b. Veiller à ce que les discussions à venir avec le gouvernement pour l'approbation d'un programme de soins de santé dans l'espace lointain comprennent un mandat de négociation avec la NASA pour un futur rôle de meneur dans le domaine des soins de santé.

Envoyer des équipages d'astronautes sur Mars et les ramener en toute sécurité permettra de mesurer le meilleur des énergies et des compétences de l'humanité. Cette nouvelle catégorie de missions d'exploration ne ressemblera en rien aux vols antérieurs de la NASA ou de ses partenaires. Certains défis seront opérationnels, d'autres seront techniques. Toutefois, le défi le plus important à relever avant le lancement de la première mission sera de préserver la santé, le bien-être et le rendement de ces intrépides astronautes. Cela aura un effet direct sur le succès de la mission.

Dans un avenir très proche, la NASA devrait commencer à rechercher des partenaires commerciaux et internationaux pour mettre au point une architecture de système de maintien de la santé pour Gateway et Artemis. Le Canada peut aspirer à jouer un rôle majeur dans le développement et le déploiement à long terme de ces systèmes. Un rôle précoce en tant que participant solide dans ces deux programmes pourrait représenter les premières étapes de notre parcours à plus long terme vers le leadership en matière de soins de santé dans l'espace.

Il sera essentiel pour l'ASC de négocier un rôle dans Gateway/Artemis qui soit substantiel et significatif. Cette position doit renforcer stratégiquement la capacité et l'expérience du Canada en matière d'interventions médicales. Le Conseil consultatif n'est pas en faveur de se contenter de contribuer à une seule technologie distincte; cela ne contribuerait guère à la réalisation des ambitions à long terme du Canada et ne procurerait aucun avantage social.

Au lieu de cela, nous sommes en faveur d'une contribution à l'échelle du système d'une ampleur et d'une criticité de programme suffisantes pour justifier de voir accorder en échange des vols multiples pour les astronautes de l'ASC. Le Conseil consultatif tient compte de ce que lui ont dit les spécialistes qui ont souligné plusieurs points forts du Canada en matière d'innovation dans le domaine des soins de santé. Une contribution

fondée sur ces compétences serait stratégique pour les ambitions à long terme et transformatrice pour les soins aux patients sur Terre. Nous recommandons (par ordre de préférence) un complément des éléments suivants comme contributions à Gateway/Artemis.

- Réseau informatique et infrastructure de données de santé utilisant l'intelligence artificielle (IA)
- Mise à disposition d'un médecin de vol de l'ASC en tant que co-chef du service médical dans les programmes Gateway/Artemis et en tant que soutien médical à bord.
- Désignation des sites de démonstration implantés dans le Nord en tant que principale installation du programme pour l'évaluation, l'intégration et la qualification de tous les équipements et protocoles, ainsi que pour la formation des équipes d'**experts-généralistes** et l'expérience contextuelle (vécue).
- Supervision de la formation des équipages et du soutien aux missions, y compris la fourniture de moyens de simulation et de télémentorat.

D'autres contributions distinctes et autonomes pourraient être :

- Suite de diagnostics cliniques
- Sous-système de surveillance de la santé environnementale
- Technologies prêt-à-porter



3

Recommandation

TIRER PARTI DE LA VISION DE L'EXPLORATION SPATIALE HUMAINE ET DES SOLUTIONS DE SOINS DE SANTÉ DANS L'ESPACE LOINTAIN EN TRANSFORMANT LA PRESTATION DE SOINS DE SANTÉ POUR LES POPULATIONS MAL DESSERVIES SUR LE PLAN MÉDICAL.

Mesures

- a. Collaborer et nouer le dialogue avec les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, les autorités sanitaires et d'autres organisations responsables de la prestation de soins de santé afin de cibler des domaines à l'intersection des défis de l'espace lointain et des soins de santé à distance et d'y investir stratégiquement. Transformer les pressions existantes en possibilités de changement positif en augmentant l'autonomie médicale, l'autonomisation des patients et l'équité d'accès.
- b. Collaborer avec les hauts représentants des Premières Nations, des Inuits et des Métis afin de déterminer les défis prioritaires en matière de soins de santé. Examiner comment l'innovation en matière de soins de santé dans l'espace lointain pourrait permettre de relever ces défis tout en garantissant le respect culturel.
- c. Travailler avec les organisations qui soutiennent les personnes âgées leurs soignants et aidants naturels, y compris l'industrie, la communauté, le gouvernement, les chercheurs et les utilisateurs finaux, pour déterminer les défis prioritaires en matière de prestation de soins de santé. Élaborer conjointement des solutions communes, en mettant l'accent sur l'autonomisation des patients.
- d. Intégrer l'accent sur les praticiens de première ligne dans les considérations et décisions programmatiques.

Les solutions de soins de santé mises au point pour l'espace lointain offrent de nouvelles possibilités aux gouvernements et aux communautés de répondre aux besoins des populations mal desservies. En particulier, l'ASC devrait explorer les possibilités de collaboration avec les peuples autochtones et avec les nombreuses organisations interconnectées responsables de la prestation de leurs soins de santé. Il s'agira notamment des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, des organisations autochtones nationales et locales et des autorités sanitaires.

De nombreuses inégalités en matière de santé chez les Premières nations, les Inuits et les Métis trouvent leur origine dans le passé colonial du Canada et dans les obstacles qui continuent de se dresser pour la réconciliation. Afin de respecter le principe autochtone « rien ne se fera pour nous sans nous », cette initiative doit établir des relations avec des partenaires autochtones dès le départ. Des liens authentiques favoriseront une meilleure compréhension des problèmes de santé et de bien-être des Autochtones; ils appuieront la mise en place de moyens adaptés sur le plan culturel et seront efficaces pour résoudre ces problèmes.

L'écart dans l'accès aux soins locaux, en particulier aux soins spécialisés, se creuse pour les communautés éloignées par rapport aux centres urbains.

Les médecins et les infirmières qui travaillent dans les régions rurales et éloignées du Canada sont des professionnels remarquables – les décathloniens de la médecine clinique. Des connaissances étendues et des compétences très pointues leur permettent de faire le diagnostic d'un large éventail de cas cliniques et de les prendre en charge. Lorsqu'ils sont confrontés à l'incertitude et à l'ambiguïté, les instincts de débrouillardise de ces experts-généralistes leur permettent de trouver des solutions originales.

Bien qu'ils soient très appréciés et indispensables à la prestation de soins de santé dans les régions éloignées, les praticiens sont trop peu nombreux pour pourvoir tous les postes des cliniques médicales du nord de notre pays. Les compléments complets d'aide au diagnostic et d'équipements thérapeutiques ne sont pas toujours disponibles ni faciles à entretenir. Les réseaux audio, vidéo et de données qui sont nécessaires pour consulter les membres d'une équipe spécialisée dans le sud ne sont pas fiables. Les infrastructures de transport sont à la merci des mauvaises conditions météorologiques. Il est compréhensible que le travail des praticiens dans les communautés éloignées puisse être difficile, stressant et solitaire.

Les approches, les technologies et les infrastructures doivent être améliorées pour mieux soutenir ces membres essentiels de notre système de santé. Les innovations dans le domaine des diagnostics et des traitements utilisant l'IA permettent d'espérer une amélioration des résultats pour les patients. Les progrès réalisés en matière de formation contextuelle, de simulation et de télémentorat pour les praticiens locaux pourraient renforcer la résilience mentale et professionnelle. L'amélioration des infrastructures de communication et de transport permettrait d'établir des liaisons continues et fiables avec les consultants des centres de soins tertiaires. L'ensemble de ces mesures – qui ne sont pas sans rappeler celles requises pour les futurs prestataires de soins de santé dans l'espace lointain – pourrait améliorer le recrutement et la rétention des praticiens dans les communautés qui ont cruellement besoin de leurs services.

Une autre communauté mal desservie est la cohorte en croissance rapide des membres vieillissants de la génération du baby-boom du Canada. Les personnes âgées apprécient leur indépendance et préfèrent rester dans leur maison et leur communauté le plus longtemps possible. De nouveaux modèles de soins aux patients seront mis au point pour atteindre cet objectif. Les solutions de surveillance et les solutions centrées sur le patient dérivées des applications de l'espace lointain pourraient aider les personnes âgées à conserver leur autonomie, leur santé et leur qualité de vie.

Le concept d'intervention médicale pour l'espace lointain sera fondé sur l'autonomie de l'équipage et sur des soins de santé centrés sur le patient (on entend par là l'indépendance vis-à-vis de la Terre) grâce aux progrès de la technologie, de la formation et des approches cliniques. L'ASC et ses collaborateurs doivent considérer la responsabilisation des patients et des praticiens comme une caractéristique essentielle de l'initiative. Les décisions et le succès des programmes dépendront de l'attention portée aux soins de première ligne, que ce soit dans l'espace ou dans un milieu terrestre éloigné.



4

Recommandation

S'APPUYER SUR LE MODÈLE UNIQUE DU CANADA EN MATIÈRE DE FORMATION MÉDICALE AXÉE SUR LES COMPÉTENCES ET LE TRAVAIL D'ÉQUIPE ET SUR SON LEADERSHIP INDUSTRIEL EN MATIÈRE DE FORMATION SUR SIMULATEUR. ASPIRER À JOUER UN RÔLE DE PREMIER PLAN DANS L'ESPACE LOINTAIN EN CE QUI CONCERNE LA MISE AU POINT D'APPROCHES AVANCÉES EN MATIÈRE DE FORMATION ET DE SIMULATION AFIN DE DÉVELOPPER, DE MAINTENIR, D'ACCRÉDITER ET DE CERTIFIER LES COMPÉTENCES DES MÉDECINS DE BORD.

Mesures

- a. Informer les hauts responsables de la NASA du leadership et des capacités du Canada au chapitre de l'élaboration de programmes d'études en médecine et en sciences de la santé et de la formation sur simulateur. Veiller à ce que le Canada obtienne un rôle dans la formation, la certification et l'accréditation médicales des équipages internationaux, fondées sur les compétences et le travail d'équipe.
- b. Nouer le dialogue avec des groupes de formation d'experts-généralistes canadiens (p. ex. concepteurs de programmes d'études, précepteurs, chercheurs, entreprises) et explorer les possibilités de collaboration sur des priorités communes.
- c. Tirer parti de l'expertise industrielle canadienne en matière de solutions de formation s'appuyant sur l'IA et les simulateurs. Mettre au point des outils utilisant l'IA, la réalité virtuelle ou la réalité augmentée pour former les astronautes et les praticiens de santé à distance, ainsi que des outils pour le maintien des compétences, la formation juste à temps et l'actualisation des compétences.

Les missions dans l'espace lointain nécessiteront la présence à bord d'au moins un membre de l'équipage possédant un large éventail de connaissances médicales générales et des compétences permettant de répondre aux besoins en matière de soins spécialisés. De même, les communautés et résidences éloignées pour personnes âgées pourraient mieux préserver leur autonomie en matière de soins de santé grâce à des soins locaux administrés par des experts-généralistes formés au moyen de capacités et technologies spécialisées.

Un rôle de formation en soins de santé dans l'espace lointain pour le Canada s'alignerait

bien sur notre capacité nationale à former des généralistes ruraux pour travailler dans des régions à faibles ressources. Les praticiens sont formés à un haut niveau dans de multiples compétences, en utilisant des méthodes traditionnelles, virtuelles et sur simulateur, tout en étant soutenus par des réseaux de spécialistes. L'ASC devrait établir une relation avec ces institutions de formation de médecins et d'infirmières, et explorer la possibilité d'étendre les programmes de formation accrédités existants pour y inclure une spécialité médicale de l'espace lointain, y compris le soutien en équipe de la santé de l'équipage par le biais de réseaux de spécialistes.

5

Recommandation

METTRE EN PLACE UN PROGRAMME DE SITES DE DÉMONSTRATION IMPLANTÉS DANS LE NORD AFIN DE METTRE À L'ESSAI ET D'ÉVALUER LES APPROCHES ET LES INNOVATIONS CLINIQUES À DISTANCE, ET D'ENTREtenir DES RELATIONS FRUCTUEUSES AVEC LES COMMUNAUTÉS AUTOCHTONES ET D'AUTRES INTERVENANTS ESSENTIELS.

Mesures

- a. Accélérer la mise en place d'un réseau de sites de démonstration dans les régions éloignées et mal desservies du Nord canadien. En collaboration avec les praticiens locaux, ces sites valideront et démontreront l'utilité des innovations canadiennes et internationales en matière de soins de santé qui pourraient permettre de prodiguer des soins dans l'espace lointain et transformer la prestation de soins terrestres à distance. Utiliser les sites pour former les astronautes de l'espace lointain ainsi que les spécialistes des soins à distance aux compétences cliniques et aux caractéristiques essentielles, telles que la débrouillardise.
- b. Avant de concevoir et de développer le programme des sites de démonstration, il faut effectuer une analyse des besoins. Inclure dans cette analyse les considérations relatives aux partenariats avec les communautés autochtones, ainsi que l'engagement des praticiens locaux et d'autres acteurs de la santé dans les régions éloignées, l'intégration d'innovations utilisant l'intelligence artificielle, et des approches de la prestation de soins de santé fondées sur le travail d'équipe grâce à des réseaux de mentors spécialisés, au télémentorat et à la connectivité à large bande.
- c. Élaborer les conditions de participation conjointement avec les dirigeants et les aînés autochtones et le personnel infirmier/médical local où seront situés les sites de démonstration du Nord. Les principes de participation de la communauté doivent respecter :
 - Antécédents locaux et moyens actuels de prestation de soins de santé
 - Établissement conjoint du mandat, de la portée, du programme de recherche, des interventions et des répercussions des sites de démonstration
 - Participation de la communauté à la propriété du site local
 - Gouvernance sur les données de santé et de recherche ainsi que sur les visiteurs de la communauté
- d. En partenariat avec les dirigeants locaux, offrir l'accès aux sites de démonstration du Nord aux partenaires internationaux pour l'évaluation et l'avancement de leurs approches, formations et technologies pour l'espace lointain. Examiner comment les solutions relatives à l'espace pourraient répondre aux défis de la communauté en matière de santé et de bien-être. Offrir un accès aux chercheurs et aux entrepreneurs nationaux afin qu'ils puissent développer et perfectionner des prototypes commerciaux.

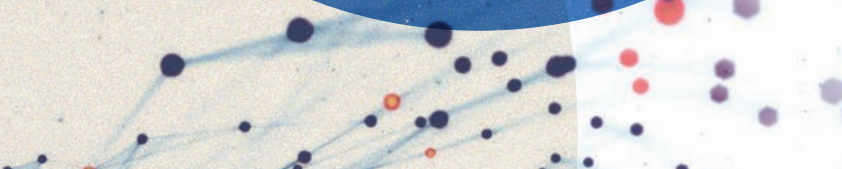
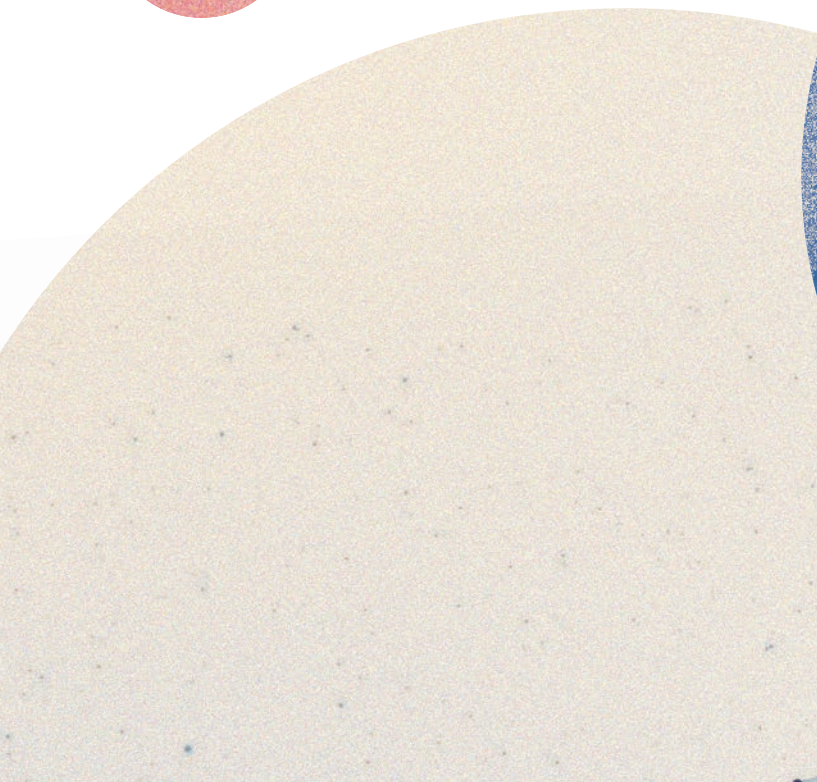
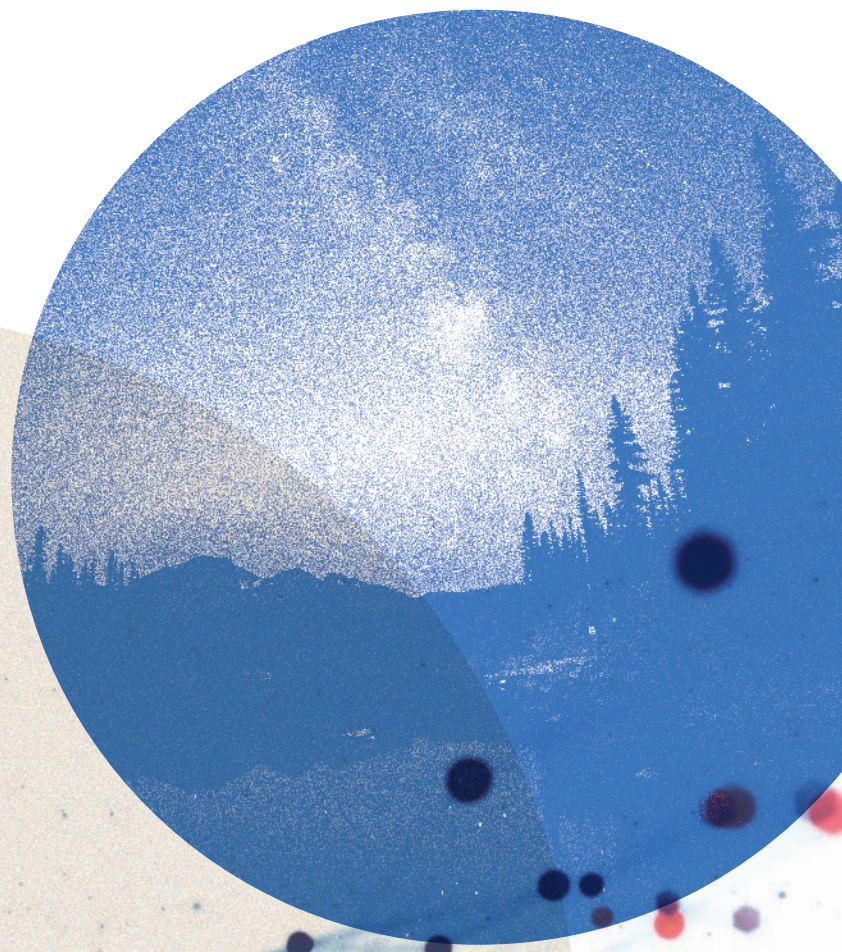


En collaboration avec les **communautés du Nord** et les aînés, l'ASC devrait rapidement établir un programme de démonstration dans le Nord, comprenant une série de sites dans des milieux nordiques éloignés appropriés. Entre autres fonctions, ces sites serviraient de bancs d'essai médicaux pour piloter les approches essentielles, les protocoles, la formation des praticiens et les technologies qui permettent les missions dans l'espace lointain. Mentionnons :

- Systèmes autonomes et semi-autonomes (diagnostiques et thérapeutiques)
- Technologies centrées sur le patient
- Technologies dans les sites d'intervention
- Approches de soins virtuels (p. ex. télémentorat et formation juste à temps)

La relation existante de l'ASC avec l'Université de la Colombie-Britannique, l'Université de Northern British Columbia, **les autorités sanitaires**, les dirigeants autochtones en matière de santé et les parties prenantes en soins de santé en milieu rural dans le nord de la Colombie-Britannique devrait appuyer le fait que cette région soit envisagée comme site de démonstration initial. Une fois que ce site fonctionnera bien, le programme pourra être étendu à d'autres sites du Nord et à d'autres communautés autochtones.

La pleine participation de la population locale et la participation des autorités sanitaires régionales et autochtones faciliteront la communication d'idées dans les deux sens et renforceront l'efficacité et la durabilité de chaque site.



6

Recommandation

TIRER PARTI DE L'EXPERTISE ET DE LA CAPACITÉ COMBINÉES DES COMMUNAUTÉS DE RECHERCHE ET D'INNOVATION DU CANADA ET DU SECTEUR DE LA SANTÉ ET DES TECHNOLOGIES BIOMÉDICALES POUR ACCÉLÉRER L'ÉLABORATION DE SOLUTIONS AUX PROBLÈMES DE SOINS DE SANTÉ DANS L'ESPACE LOINTAIN.

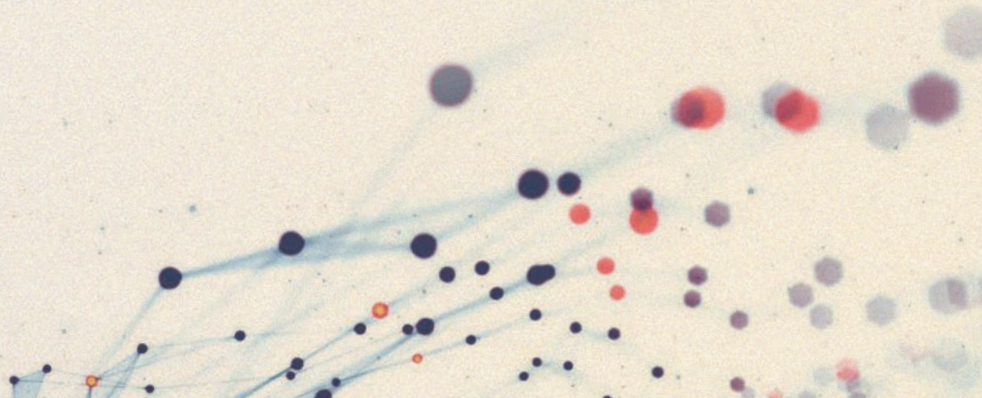
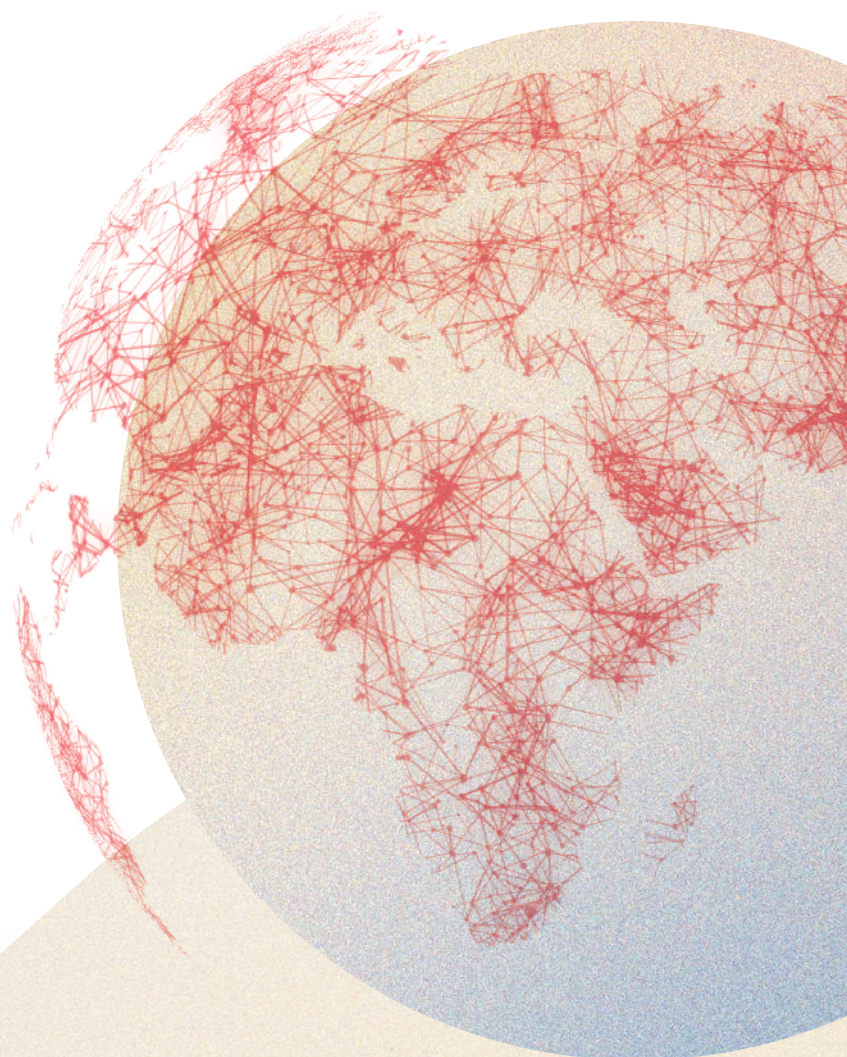
Mesures

- a. Explorer les possibilités de collaboration avec les universités, ainsi qu'avec les organismes publics et privés de recherche et d'innovation, pour :
 - Encourager et améliorer les mécanismes pour nouer le dialogue de façon significative avec les dirigeants et les équipes du milieu universitaire.
 - Établir la capacité de cerner et d'entretenir un large réseau de chercheurs et d'innovateurs dans le domaine de l'exploration et de la clinique.
 - Discuter avec les partenaires d'innovation potentiels (voir l'annexe G) des moyens de faire participer un plus large éventail de chercheurs, d'innovateurs et d'entrepreneurs canadiens aux possibilités de recherche de l'ASC, d'offrir des mesures incitatives à la collectivité pour ses possibilités de financement de la R-D et de simplifier les processus de demande.
 - Formaliser les accords de collaboration entre le programme de soins de santé dans l'espace lointain et les conseils subventionnaires potentiels (voir l'annexe G), et discuter de l'accès aux programmes de financement alignés et aux autres mécanismes de subvention.
- b. Explorer les partenariats avec des organisations du secteur de la santé et du secteur biomédical qui accélèrent l'innovation et favorisent la collaboration entre l'industrie et les chercheurs, afin de traduire les recherches et les technologies émergentes en des problèmes appliqués de prestation de soins de santé, notamment la prise en charge des patients souffrant de maladies chroniques et des personnes âgées.
- c. Examiner les leçons tirées des lacunes dans la prestation des soins de santé mises en évidence par la pandémie de COVID-19. Examiner les approches et les technologies des vols spatiaux qui pourraient renforcer la préparation aux situations d'urgence et améliorer les réponses apportées aux populations marginalisées lors de futures crises sanitaires.



Aujourd'hui, l'innovation en matière de soins de santé passe par la collaboration multisectorielle et multidisciplinaire. Le Canada jouit d'une solide réputation dans le domaine de la santé et de la recherche médicale et dispose d'un écosystème fédéral de recherche et d'innovation bien établi, qui travaille de concert pour permettre la création de partenariats de recherche et le partage des connaissances entre les établissements universitaires et le secteur privé. En outre, l'industrie canadienne des technologies médicales est soutenue par des incubateurs, des accélérateurs et d'autres réseaux de recherche.

Ces entités travaillent en collaboration pour faire progresser l'innovation et aider les entreprises à se développer en leur fournissant des conseils, de l'orientation, des ressources et du financement précieux. Elles facilitent l'intégration de solutions de pointe dans la prestation des soins de santé. Collectivement, cette communauté d'innovation pourrait former un partenariat national solide dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain et à distance.



7

Recommandation

EXPLOITER L'EXPERTISE ET LA CAPACITÉ DU CANADA EN MATIÈRE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE POUR ÉLABORER DES SOLUTIONS DE SOINS DE SANTÉ À DISTANCE DANS L'ESPACE ET SUR TERRE.

Mesures

- a. En collaboration avec des partenaires spécialisés dans l'intelligence artificielle (IA), lancer le prototypage d'un réseau informatique de santé avancé s'appuyant sur l'IA pour soutenir les fonctions préventives, prédictives, diagnostiques et thérapeutiques d'un établissement de soins de santé à distance. Inclure dans le système des technologies de diagnostic clinique, d'aide à la décision et des technologies prêt-à-porter.
- b. Afin d'asseoir sa crédibilité et d'acquérir une expérience précieuse en tant que leader, intégrateur de technologies et formateur, explorer et investir dans le développement d'une architecture de données médicales qui sera utilisée dans les sites de démonstration du Nord et mise à l'échelle pour les futures missions spatiales.
- c. Collaborer avec les dirigeants de la communauté de l' « IA au service de la santé » au Canada afin de saisir les occasions qui se présentent. Par exemple, une architecture de données médicales pourrait être évaluée dans le cadre du programme de démonstration du Nord en vue d'une application potentielle dans les communautés mal desservies où l'expertise locale en matière de soins de santé et les soins centrés sur le patient sont appréciés.

L'IA n'a pas encore la capacité de diagnostiquer les syndromes médicaux, mais elle peut accroître les capacités de diagnostic d'un médecin de bord. L'IA et d'autres technologies numériques permettront de répondre aux exigences d'autonomie des interventions dans l'espace lointain. Les nouveaux outils de diagnostic et traitements rendus possibles par l'IA amélioreront l'efficacité, l'efficience et la sécurité de la prise en charge de la santé à bord. Les technologies d'IA dans le domaine de la santé contribueront à la prévention des maladies et à l'élaboration de solutions de soins de santé à distance.

Même si les solutions à la crise sanitaire liée au réchauffement climatique seront complexes,

les technologies informatiques seront probablement à la base des solutions. Les technologies de soins de santé mises au point pour un programme de soins de santé dans l'espace lointain seront précieuses pour répondre à ces besoins de santé sur Terre. Les capacités de surveillance physiologique à distance au moyen de dispositifs prêt-à-porter et de communications en réseau, par exemple, fourniront des approches innovantes pour résoudre certains de ces problèmes de santé.

8

Recommandation

ÉLABORER UNE STRATÉGIE CANADIENNE DE SENSIBILISATION DU PUBLIC ET D'ÉCHANGES CULTURELS AXÉE SUR LES SOINS DE SANTÉ À DISTANCE DANS L'ESPACE ET SUR TERRE.

Étapes tactiques

- a. **Élaborer un programme stratégique de sensibilisation et d'éducation qui cible tous les Canadiens, en particulier les jeunes et les personnes âgées. Cette mesure démontrera l'importance des activités de l'ASC dans le développement d'approches nouvelles et innovantes pour fournir des soins de santé partout au pays, en notant le potentiel de création de possibilités de carrière viables et polyvalentes et de changement social durable.**
- b. **En partenariat avec les communautés autochtones, élaborer conjointement des programmes adaptés sur le plan culturel qui intègrent des approches autochtones de l'éducation et qui font participer les jeunes autochtones à l'aventure de l'exploration de l'espace lointain.**
- c. **Solliciter de nouvelles perspectives et de nouvelles idées en utilisant des outils de financement novateurs, tels que les défis nationaux, afin de générer des solutions innovantes qui profitent à la fois aux habitants de la Terre et aux astronautes dans l'espace.**

La capacité de l'ASC à mettre en valeur les réalisations de nos astronautes et les diverses technologies spatiales est reconnue. Les initiatives passées avec le public ont rassemblé notre nation et suscité la fierté. La prochaine décennie dans l'espace offrira à l'Agence encore plus d'occasions d'élever ses objectifs de sensibilisation du public à des niveaux supérieurs.

Nous encourageons l'Agence à exploiter de nouvelles collaborations avec des partenaires non traditionnels du secteur de la santé en étendant la portée de ses programmes de sensibilisation existants et en faisant participer encore plus de jeunes. En particulier, la nature intimidante des missions dans l'espace lointain fera appel à la fascination innée des jeunes pour l'exploration. Ce sera une occasion sans précédent de nouer le dialogue avec des étudiants inuits, Métis et des Premières Nations d'un bout à l'autre du pays pour encourager l'acquisition

de compétences en science, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM) et la poursuite de rêves de carrière dans le domaine de la prestation de soins de santé et de l'innovation. En travaillant en collaboration avec l'ASC, les organisations éducatives autochtones et d'autres partenaires aux vues similaires pourraient profiter de l'occasion pour étendre leurs initiatives éducatives partout au Canada.

Les alunissages d'Apollo ont éveillé la curiosité du public du monde entier et l'ont incité à redéfinir ce qu'il considérerait comme possible. La participation à la prochaine phase d'exploration mettra le Canada en évidence sur la scène internationale à titre de nation d'explorateurs et d'innovateurs. De plus, à l'ère de la réconciliation, il s'agira d'une occasion unique pour les Canadiens de se réunir et de participer à des échanges culturels et à des conversations bilatérales sur les rôles sociétaux de l'exploration, de l'innovation et de l'éducation.



Margaret Nazon, *Tadpole Galaxy*,
tissu avec perles, support en toile, collection de l'artiste.
Image : gracieuseté de l'artiste.



CHAPITRE
5

Constituer l'équipe

.....

*Si tu veux aller vite, marche seul,
mais si tu veux aller loin, marchons ensemble.*

Proverbe africain

Les rôles et les responsabilités associés à un partenariat

Une initiative de soins de santé pour les astronautes dans l'espace lointain serait une entreprise importante pour l'ASC puisque l'Agence ne dispose pas de l'expertise et des ressources suffisantes pour s'en charger seule. La poursuite d'un objectif aussi audacieux exigerait une collaboration extraordinaire et sans précédent entre les organismes gouvernementaux, les organismes de soins de santé, les établissements universitaires, le secteur commercial, les entreprises technologiques, les collectivités et l'écosystème d'innovation en santé du Canada.

La composition du partenariat serait rationalisée en fonction des rôles et responsabilités attendus. Pour le compte de la NASA et d'autres partenaires spatiaux internationaux, ce partenariat canadien aspirerait à jouer un rôle de chef de file dans les opérations de vol, la formation des équipages et l'intégration des sous-systèmes. Il s'agirait d'un rôle important au même titre que la surveillance traditionnelle effectuée par le Canada des systèmes et des opérations robotiques pour les programmes de la navette spatiale, de la Station spatiale internationale et de Gateway.

Ce partenariat permettrait de mettre au point conjointement de nouvelles approches à l'égard des vols spatiaux pour améliorer la prestation des soins de santé sur Terre et ainsi multiplier leur adoption dans les communautés mal desservies. Par exemple, les méthodes et les installations de formation avancées couramment utilisées pour préparer les astronautes en vue des vols pourraient être incorporées dans l'enseignement des praticiens de soins de santé à distance. De même, le partenariat pourrait permettre de mettre au point conjointement des technologies de surveillance et des approches centrées sur le patient qui seraient à la fois applicables à la gestion clinique des astronautes dans l'espace lointain et des patients souffrant de maladies chroniques.

Pour assumer ces fonctions, nous recommandons un partenariat interdisciplinaire, doté de ressources suffisantes, multisectoriel et fortement interconnecté. Sa composition serait un facteur essentiel à la réussite du programme.

Pour fournir l'expertise et les ressources nécessaires, ce partenariat devrait inclure les secteurs pertinents des écosystèmes de l'espace, des technologies et des soins de santé :

Ministères gouvernementaux

Les administrations fédérales, provinciales et territoriales qui supervisent les politiques, les règlements et les budgets en matière de soins de santé.

Organismes de prestation de soins de santé

Les autorités sanitaires provinciales et territoriales représentent l'élément opérationnel du système de santé canadien. Elles fournissent des soins coordonnés pour un large éventail de services, des **soins primaires** et de prévention aux **soins quaternaires** et de longue durée. Les autorités sanitaires supervisent un réseau impressionnant d'installations, d'outils, de systèmes, de politiques, de financement et de personnel.



Travailleurs de la santé de première ligne

Les travailleurs de la santé de première ligne sont les infirmières et infirmiers, les médecins, les sages-femmes, les agents de santé communautaires et les pharmaciens qui fournissent directement aux patients des services de santé essentiels dans leurs communautés. Ils sont des sources d'information fiables dans les régions éloignées et autres milieux mal desservis et possèdent des compétences en matière de prévention, de traitement et de gestion de diverses maladies. À bord d'un véhicule spatial dans l'espace lointain, le travailleur de première ligne est l'astronaute désigné comme médecin de bord.

Dans ce secteur de partenariat, nous incluons également les établissements d'enseignement (écoles de médecine, écoles de sciences infirmières, hôpitaux) et les associations professionnelles responsables de la formation et du soutien des praticiens de première ligne.

Établissements de recherche

Les universités axées sur la recherche, les instituts de recherche, les pôles et les accélérateurs mènent des recherches et offrent des formations dans les disciplines de la santé et des sciences biomédicales. Les conseils subventionnaires soutiennent la recherche et le développement et les installations en lien avec la santé, le bien-être et les technologies connexes.

Industrie

Des entreprises élaborent et produisent des biens et des services dans les domaines de l'espace, de la santé, de la technologie et de la médecine. Les associations avec l'industrie permettent la collaboration et favorisent le développement général du secteur.

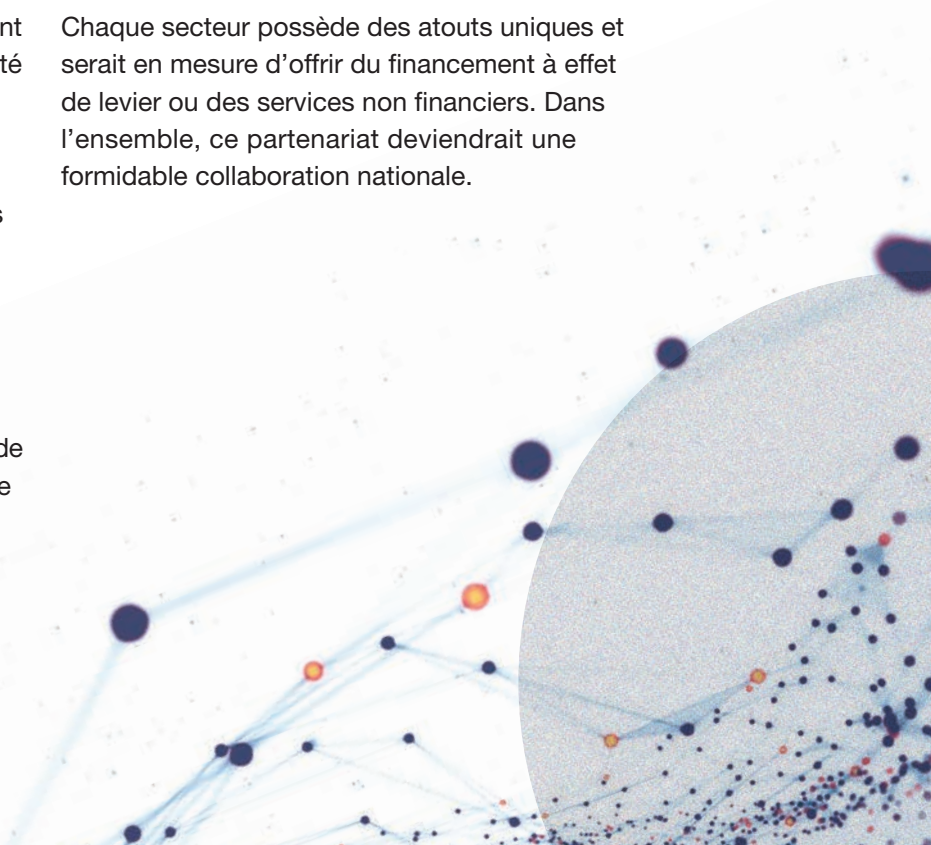
Communautés autochtones et autres communautés d'utilisateurs

La communauté d'utilisateurs comprend les résidents des communautés rurales et éloignées qui sont désavantagés par un accès limité aux installations de soins tertiaires et aux médecins spécialistes, les nouveaux Canadiens qui sont isolés pour des raisons de langue et de culture, les patients souffrant de maladies chroniques et les résidents des centres de soins de longue durée. En particulier, la principale communauté d'utilisateurs est constituée des peuples autochtones qui rencontrent de nombreux obstacles à l'accès aux soins de santé dans les zones rurales et éloignées ainsi que dans les zones urbaines. À bord d'un véhicule spatial dans l'espace lointain, la communauté d'utilisateurs est l'équipage d'astronautes.

Partenaires internationaux

Les partenaires internationaux sont par exemple des agences spatiales comme la NASA et l'ASE qui collaboreraient avec l'ASC et les participants canadiens pour la prestation de soins de santé dans l'espace lointain.

Chaque secteur possède des atouts uniques et serait en mesure d'offrir du financement à effet de levier ou des services non financiers. Dans l'ensemble, ce partenariat deviendrait une formidable collaboration nationale.



Caractéristiques du partenaire idéal

Le Conseil consultatif s'est penché sur les caractéristiques qui qualifient le partenaire idéal et qui reflètent la profondeur, l'étendue et la crédibilité d'une collaboration nationale. Ces qualités garantiraient que le partenaire :

1. Remplisse un rôle **essentiel pour la mission** du partenariat
2. Présente la capacité de **maintenir son engagement à long terme**
3. **Apporte son expertise et d'autres ressources**
4. Ait un mandat organisationnel **cohérent avec la mission** du partenariat.
5. Soit prêt à **assumer une partie des risques** de l'initiative et à **saisir les occasions**
6. Ait de l'**influence auprès des décideurs nationaux**

Propositions de valeur

Le partenariat envisagé en matière de soins de santé dans l'espace lointain doit présenter des avantages pour toutes les parties.

Naturellement, les partenaires s'informeront de ce que le partenariat leur apportera. La réponse variera d'un partenaire à l'autre. Vous trouverez ci-dessous des propositions de valeur pour différentes catégories de parties prenantes qui sont prévues comme des incitations à consacrer des ressources à cette initiative de soins de santé dans l'espace lointain.

Ministères gouvernementaux

- **Des solutions communes à des défis communs** – Les technologies de soins de santé dans l'espace lointain, élaborées et validées sur Terre, présentent un énorme potentiel pour les Canadiens des communautés mal desservies, en particulier dans les communautés autochtones éloignées. Une approche autonome et décentralisée à l'égard des soins de santé peut contribuer à améliorer l'accès, l'équité et les résultats en matière de santé pour les populations mal desservies.
- **Avantages économiques et sociaux** – Au niveau national comme au niveau communautaire, la création de technologies de soins de santé recherchées, la création d'emplois et l'amélioration de la résilience, de l'autonomie et de la stabilité des communautés présenteront des avantages.

Organismes de prestation de soins de santé

- **Contrôle des coûts** – Les coûts de prestation des soins de santé sont en constante augmentation. Notamment, de nombreux gouvernements territoriaux doivent assurer le transport des patients vers des centres médicaux tertiaires éloignés pour la prestation de services spécialisés, ce qui coûte très cher. La surveillance, le diagnostic et le traitement des patients dans leur communauté ou à domicile réduiraient le besoin de transport pour des raisons médicales.
- **Ressources humaines** – Il est difficile de recruter et de retenir des praticiens et du personnel de la santé, surtout dans les



régions éloignées, même avec des incitations financières. Une collaboration significative dans le cadre d'une initiative sur l'espace lointain, combinée à des réseaux de formation et de soins améliorés, serait bénéfique pour l'établissement d'une source constante et durable de ressources humaines pour les régions éloignées et les populations urbaines difficiles à atteindre.

Travailleurs de la santé de première ligne

- **Soutien à la télémédecine** – Les prestataires de soins de santé en régions éloignées tireront avantage de protocoles de télémédecine améliorés les reliant à leurs collègues des centres tertiaires grâce à un accès amélioré à l'Internet à haut débit et à d'autres technologies de réseautage.
- **Simulation, formation et aide à la prise de décisions médicales** – L'accès à des simulations et formations virtuelles de haute qualité ainsi qu'à des outils d'aide à la prise de décisions médicales fondée sur l'IA viendrait élargir la gamme de soins offerts aux communautés éloignées par les praticiens locaux.

Établissements de recherche

- **Gains en réputation** – Les établissements de recherche verraient leur crédibilité et leur réputation sur la scène internationale renforcées par des collaborations avec l'ASC, la NASA et d'autres agences internationales ainsi que par des engagements auprès de partenaires non traditionnels.
- **Possibilités de financement** – Des fonds de recherche dédiés ouvriraient des possibilités pour de nouveaux programmes de recherche partout au Canada et favoriseraient la culture de l'innovation à l'échelle nationale.
- **Recrutement de talents** – Des possibilités de recherche et d'enseignement passionnantes attireraient les meilleurs étudiants

diplômés et boursiers postdoctoraux internationaux. Les étudiants bénéficieraient de possibilités améliorées de formation, de stages et d'emploi.

Industrie

- **Innovation** – Les entreprises canadiennes mettraient au point des technologies de pointe qui répondraient à des besoins non comblés dans les marchés des soins de santé et de l'espace et obtiendraient un avantage concurrentiel.
- **Accès aux ressources** – Les petites et moyennes entreprises auraient la possibilité d'accéder à des bancs d'essai d'**accélération** pour l'évaluation de leurs prototypes et bénéficieraient d'incitatifs financiers.

Communautés autochtones et autres communautés d'utilisateurs

- **Autonomisation** – Les communautés et les praticiens locaux bénéficieraient d'une plus grande autonomie de décision ainsi que de l'accès aux données collectées, et auraient le pouvoir d'utiliser ces dernières. L'autodétermination est importante pour les peuples autochtones; il est primordial d'être en mesure d'élaborer conjointement des solutions et de s'associer pour améliorer les résultats en matière de santé en améliorant l'accès et en renforçant l'autonomie des professionnels de la santé locaux. Renforcer une prestation autonome des soins réduirait la nécessité des déplacements liés à la santé qui sont coûteux et perturbent la vie des patients.
- **Avantages sociaux** – Il serait possible d'apporter des avantages pratiques et durables aux communautés en matière de soins de santé et de connectivité ainsi que de former, d'employer et d'encadrer la prochaine génération de professionnels et de dirigeants autochtones.

Partenaires internationaux

- **Un partenaire de confiance** – L’ASC a acquis une solide réputation de partenaire fiable et de confiance au sein de la communauté spatiale internationale. Dans des activités allant de la recherche aux opérations, le Canada assume son rôle de façon transparente et collaborative. Les ententes de partenariat existantes avec le Canada constituent un précédent pour les futures ententes.
- **Expertise technologique** – Le Canada est reconnu pour son excellence en recherche, en technologies et en innovation dans le domaine médical. Plus particulièrement, le Canada dispose d’une vaste expertise en matière d’IA et d’un accès à un large bassin de talents dans ce domaine.

Plan du partenariat

Le plan de partenariat décrit dans les paragraphes suivants est constitué de propositions d’activités à court, moyen et long termes.

Le nombre de principaux partenaires proposé par le Conseil dans un premier temps est délibérément restreint. Les besoins pressants à court terme de l’initiative exigent des partenaires particulièrement agiles, réputés pour « former, confronter, normaliser et exécuter ».

Une liste de membres supplémentaires à considérer de même qu’une brève description des rôles envisagés pour eux sont fournies à l’Annexe G. Nous ne précisons pas d’échéance à moyen ou long terme pour leur inclusion. Puisque l’écosystème de l’innovation continuera d’évoluer au cours des prochaines années avec des acteurs différents et émergents dans le domaine des soins de santé, la composition à long terme du partenariat peut demeurer flexible à ce stade.

Néanmoins, les organisations que nous énumérons dans l’optique d’une inclusion ultérieure sont des acteurs clés ayant des visions, des missions et des valeurs similaires. Elles ont la réputation d’élaborer des initiatives novatrices à la fine pointe de l’innovation dans le domaine des soins de santé. Bien qu’elles ne soient pas formellement considérées comme des partenaires dès le départ, elles devraient toutefois être considérées comme des alliés. Au cours des premières années, il serait bénéfique pour le partenariat de soins de santé dans l’espace lointain d’entrer régulièrement en contact avec ces acteurs pour explorer les possibilités de synergie et entretenir les relations. Ils possèdent une profondeur et une étendue importantes au niveau de l’expertise, des ressources et de la crédibilité.



Horizon à court terme : un noyau de partenaires fondateurs

Au cours de ses deux premières années d'existence, le partenariat s'efforcera d'atteindre son objectif à court terme : **le gouvernement fédéral doit désigner les soins de santé dans l'espace lointain comme étant la prochaine priorité du Canada en matière d'exploration**. Obtenir ce niveau de soutien de la part des décideurs gouvernementaux est essentiel.

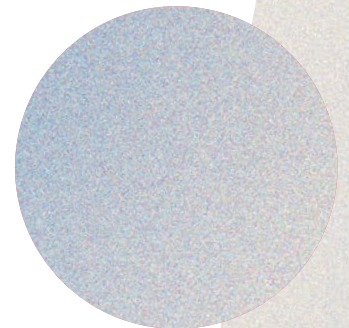
La poursuite de cet objectif principal s'accompagne d'une série de tâches dynamiques.

Tâches prioritaires à court terme :

- Officialiser les soins de santé dans l'espace lointain à titre de priorité stratégique de l'ASC.
- Élaborer un Feuille de route pour l'action afin de faire progresser les capacités, les compétences et la crédibilité nationales en matière de prestation de soins de santé à distance.
- Préparer une analyse économique et en matière de création d'emplois pour une initiative de soins de santé dans l'espace lointain.
- Veiller à ce que le Canada ait un rôle important et concret en matière de soins de santé dans le cadre des programmes Gateway et Artemis.
- Établir une infrastructure médicale à distance et le site de démonstration du Nord n° 1 pour mettre à l'essai de nouvelles approches cliniques (autonomie, point d'intervention, soins axés sur le patient, soins virtuels), la formation et l'intégration de nouvelles technologies et innovations.
- Renforcer l'écosystème des soins de santé dans l'espace lointain.
- Établir des relations avec les parties prenantes et assurer la sensibilisation du public.

En gardant ces considérations à l'esprit, le Conseil consultatif recommande qu'un partenariat de soins de santé dans l'espace lointain soit entrepris autour d'un petit groupe de partenaires fondateurs. Il convient en particulier de noter que les participants autochtones doivent être inclus pleinement, activement et dès le départ à titre de partenaires fondateurs.

Une liste de ces organisations candidates et une brève description des rôles envisagés figurent à l'Annexe G. En raison de la nature urgente de l'objectif à court terme de l'initiative, les partenaires initiaux doivent être flexibles, dynamiques et en mesure de se mettre au travail immédiatement.



Horizon à moyen terme : intensification des activités et du partenariat

Une fois le gouvernement fédéral engagé à soutenir le programme, le partenariat se concentrera sur ses prochaines activités. **À moyen terme** (environ 2023–2027), l'objectif principal serait que **la NASA désigne le Canada pour jouer un rôle de premier plan dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain.**

Une série de tâches correspondant à ce nouvel objectif viserait à accroître l'expérience du Canada en matière d'activités médicales.

Tâches prioritaires à moyen terme :

- Apporter comme contribution la technologie, le personnel et le système de formation canadiens aux programmes Gateway et Artemis.
- Établir les sites de démonstration du Nord n° 2 et 3
- Établir le partenariat de soins de santé dans l'espace lointain (gestion, administration, intensification).
- Appliquer les connaissances aux communautés mal desservies
- Élargir le mandat de recherche du groupe des sciences de la santé et de la vie de l'ASC

Pour accomplir cette liste élargie de fonctions, le partenariat aurait besoin d'un apport additionnel en expertise, efforts et engagement. Ce partenariat élargi permettrait de tirer parti de ressources médicales et d'innovation plus importantes pour atteindre cet objectif à moyen terme.



Horizon à long terme : poursuite de l'intensification du partenariat

Une fois l'objectif d'assurer un rôle de premier plan dans les soins de santé dans l'espace lointain atteint, le partenariat sera à nouveau élargi. Désormais doté de toutes les ressources nécessaires, le partenariat superviserait et mettrait en œuvre l'important rôle et les importantes responsabilités du Canada dans l'espace lointain.

L'objectif à long terme du partenariat est de **soutenir la santé, le bien-être et la performance des équipages qui se rendent sur Mars et dans d'autres destinations de l'espace lointain, de même que d'assurer l'application et l'adoption des connaissances et des technologies élaborées pour ces missions spatiales dans les milieux d'utilisation terrestres.**

Tâches prioritaires à long terme :

- Mettre sur pied une équipe de gestion du programme de soins de santé dans l'espace lointain à l'ASC
- Mettre en place un programme de classe mondiale pour la formation et la certification
 - › de l'équipage
 - › du personnel de soutien
- Contribuer à l'intégration et à la supervision des systèmes de soins de santé dans l'espace lointain avec des partenaires internationaux.
- Établir une présence continue des opérations de la mission
- Fournir des ressources pour la conception, l'élaboration et la mise à l'essai de technologies provenant du Canada.
- Favoriser les possibilités de R-D partout au Canada

Objectifs du partenariat

Horizon à court terme : un noyau de partenaires fondateurs

2021–2022

Le partenariat s'efforcera d'atteindre son objectif à court terme : **le gouvernement fédéral doit désigner les soins de santé dans l'espace lointain comme étant la prochaine priorité du Canada en matière d'exploration.**

Horizon à moyen terme : intensification des activités et du partenariat

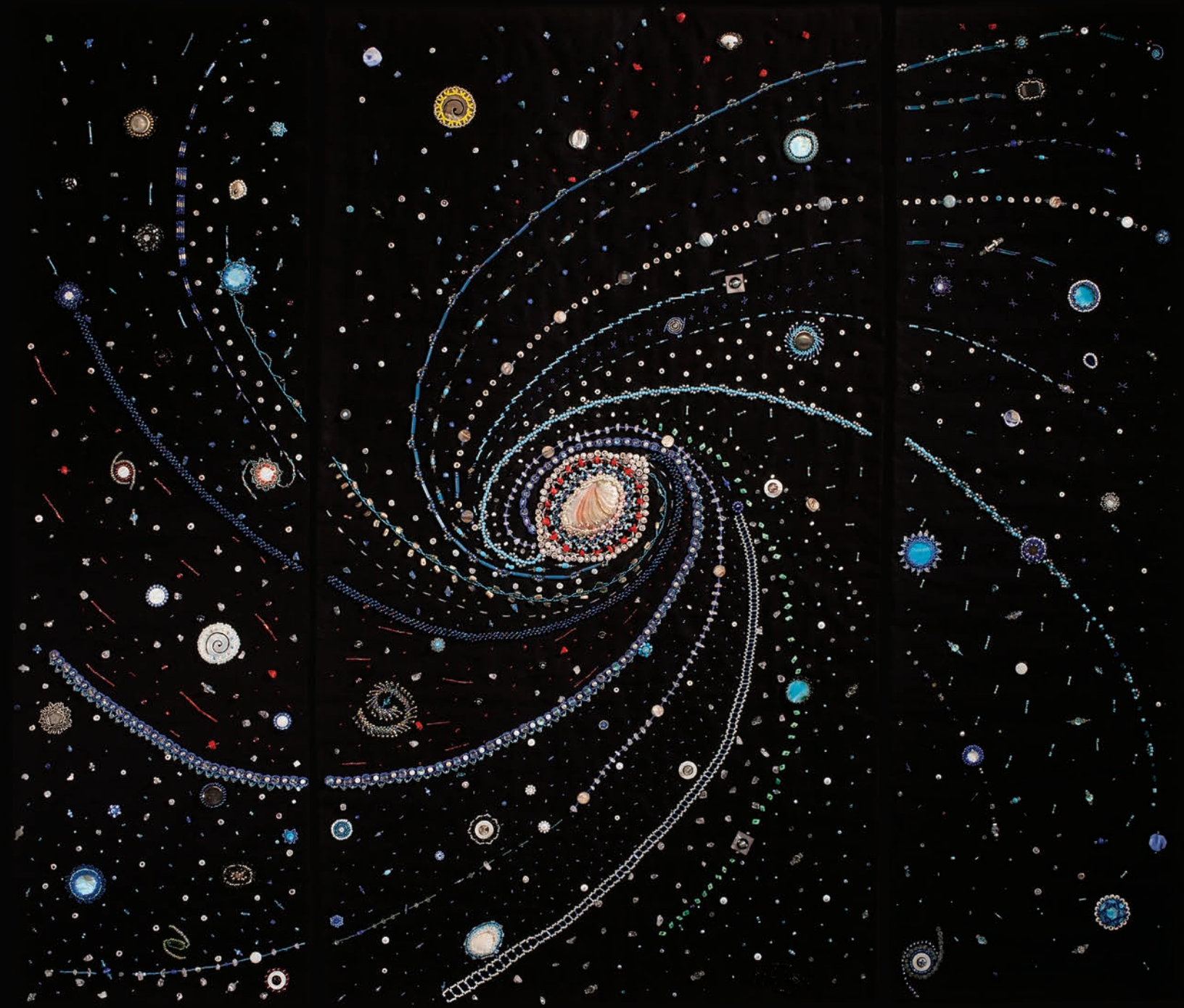
2023–2027

L'objectif principal serait que **la NASA désigne le Canada pour jouer un rôle de premier plan dans le domaine des soins de santé dans l'espace lointain.**

Horizon à long terme : poursuite de l'intensification du partenariat

2028 et au-delà

L'objectif à long terme du partenariat est de **soutenir la santé, le bien-être et la performance des équipages qui se rendent sur Mars et dans d'autres destinations de l'espace lointain, de même que d'assurer l'application et l'adoption des connaissances et des technologies élaborées pour ces missions spatiales dans les milieux d'utilisation terrestres.**



Margaret Nazon, *Andromeda Galaxy*, 2017, triptyque, collection de l'artiste. Image : gracieuseté du Glenbow Museum.



CHAPITRE

6

Mobiliser le pays



*Nous ne cesserons pas notre exploration
Et le terme de notre quête
Sera d'arriver là d'où nous étions partis
Et de connaître ce lieu pour la première fois.*

T.S. Eliot, Quatre quatuors

Essentiel, visible, évolutif, abordable et socialement bénéfique

Dans le mandat du Conseil consultatif, l'Agence spatiale canadienne nous demande de définir un programme qui soit « essentiel à l'échelle nationale, visible, évolutif, abordable et socialement bénéfique ». Il s'agit sans contredit d'un défi de taille! À première vue, cette exigence semble irréaliste et onéreuse; cela dit, le programme de soins de santé dans l'espace lointain que nous décrivons remplit toutes ces conditions.

Essentiel

Les futures missions spatiales seront caractérisées par des risques, des environnements difficiles et des difficultés opérationnelles qui n'existaient pas en orbite basse. Le défi le plus redoutable pour la communauté spatiale internationale sera la nécessité de fournir des soins de santé aux équipages embarqués. En effet, le maintien de la santé, du bien-être et des performances des astronautes sera directement lié au succès de la mission. Le leadership en matière de soins de santé dans l'espace lointain serait un rôle essentiel pour le Canada.

Visible

Faire atterrir des équipages d'astronautes sur Mars et les ramener sains et saufs sur Terre sera l'une des plus grandes réalisations du XXI^e siècle. Un rôle important du Canada dans cette entreprise inspirerait la fierté nationale et l'enthousiasme du public. Notre expertise dans le domaine des soins de santé — recherche clinique, santé numérique, robotique médicale — serait mise en valeur sur la scène internationale. Les simulateurs pour la formation des équipages et du personnel de soutien au sol et les installations nationales pour l'intégration des systèmes et les opérations de mission jouiraient d'une grande visibilité.

Évolutif

Le Conseil consultatif propose une approche progressive pour l'établissement et l'expansion du partenariat de soins de santé dans l'espace lointain qui suivra le franchissement des étapes du programme. Commençant avec un noyau de membres, le partenariat se développerait au cours des années suivantes sur le plan des objectifs, des fonctions, du personnel et du budget de fonctionnement.

L'infrastructure du programme (bancs d'essai, simulateurs de formation, consoles de commande de vol) serait également élargie au fil du temps. Des sites de démonstration seraient à terme établis dans certaines communautés des Premières nations, Inuits et Métis dans le but de favoriser l'adoption de nouveaux modèles de prestation de soins de santé dans les régions mal desservies.

Abordable

Une initiative canadienne de soins de santé dans l'espace lointain ne suffira pas à remédier à tous les problèmes du système de santé du pays. Les **déterminants sociaux de la santé** (des facteurs comme le logement, le revenu, l'éducation, l'emploi, les réseaux de soutien social) ont la plus grande incidence sur les résultats en matière de santé auprès des populations marginalisées et dépassent la portée d'une initiative de soins de santé menée par l'ASC. Cela dit, les approches associées à la prestation de soins de santé aux astronautes dans l'espace lointain pourraient permettre de réduire les coûts médicaux et d'améliorer les résultats en matière de santé sur Terre. Les coûts des soins de santé au Canada dépassent 265 milliards de dollars



par an et augmentent de façon alarmante. Les patients des communautés nordiques éloignées doivent souvent se rendre dans des centres de soins tertiaires au sud, ce qui représente un coût total de plusieurs centaines de millions de dollars par an. Outiller les praticiens et les cliniques locales de technologies de soins virtuels, autonomes et au point d'intervention pourrait permettre de réduire les coûts de transport tout en renforçant les soins communautaires.

Socialement bénéfique

L'amélioration de la prestation des soins de santé dans les régions rurales et éloignées et parmi les autres populations isolées sur le plan médical est un besoin social et économique à l'échelle nationale. Les personnes âgées représentent 17 % de la population canadienne et constituent le segment de notre société qui connaît la croissance la plus rapide. Pourtant, notre système de soins de santé n'est pas conçu pour répondre à leurs besoins changeants. Sept millions de Canadiens, soit 19 % de notre population, vivent dans des régions rurales ou éloignées. Ils ne sont desservis que par 8 % des médecins du Canada. Les Canadiens des zones urbaines bénéficient de soins médicaux de classe mondiale, mais ce n'est pas le cas pour ces personnes. Les taux de morbidité et de mortalité des Canadiens du Nord sont de loin supérieurs aux moyennes des pays de l'OCDE.

Les lacunes en matière d'accès, d'équité et de résultats de soins de santé sont particulièrement graves pour les peuples autochtones. Le rapport de 2015 de la Commission de vérité et de réconciliation du Canada répertorie les inégalités en matière de santé comme un appel à l'action spécifique et crucial, pour « déceler et combler les écarts dans les résultats en matière de santé entre les communautés autochtones et les communautés non autochtones... [y compris] la disponibilité de services de santé appropriés. » Un rôle dans les soins de santé dans l'espace lointain pourrait devenir un complément pour

mettre l'accent sur la prestation de soins de santé à distance. Les méthodes de formation mises au point pour aider les médecins de l'équipage pendant les missions dans l'espace lointain pourraient être appliquées au profit des médecins et du personnel infirmier qui travaillent dans des régions éloignées. L'annexe H fournit plusieurs vignettes cliniques qui illustrent comment les applications terrestres pourraient découler des technologies médicales développées pour l'espace lointain.

Comme à l'époque des alunissages des missions Apollo, le public pourrait être encouragé par l'audace de l'exploration de l'espace lointain à s'attaquer à d'autres enjeux sociétaux qui semblent insurmontables comme les changements climatiques, la sécurité alimentaire et la santé mentale mondiale. La prochaine génération de jeunes pourrait être incitée à suivre des études dans le domaine des STIM et à saisir les possibilités de carrière dans les soins de santé et l'innovation.

Clés de la réussite

Le Conseil consultatif a présenté une initiative à la croisée de l'exploration spatiale et des soins de santé à distance. Notre rapport est certes long et les nombreuses considérations programmatiques que nous présentons sont probablement écrasantes. En conclusion, il peut être utile de souligner une poignée de facteurs, les points les plus importants, que le Conseil consultatif considère comme les clés de la réussite du programme.

L'approche systémique

Les soins de santé, quel que soit le contexte, sont d'une complexité stupéfiante. Il existe au Canada de multiples administrations responsables des soins de santé, chacune ayant ses propres exigences en matière de législation, de politiques, de réglementation et d'autorisations. Parmi les autres considérations, on retrouve l'accès, l'équité et les résultats pour les patients, les normes de confidentialité, de contrôle de la qualité et de sécurité ainsi que les chaînes d'approvisionnement et les marchés mondiaux.

Les travailleurs de première ligne figurent au centre de toutes ces considérations. Leur capacité à gérer la santé, le bien-être et les performances de leurs patients est possible grâce au programme d'études, à la formation, aux simulateurs, aux procédures, aux réseaux de communication, aux installations et aux outils. Outre les médecins, on trouve parmi ces travailleurs des infirmiers, des ingénieurs biomédicaux, des scientifiques, des physiothérapeutes, des coordonnateurs de soins chroniques, des spécialistes de la santé mentale, des diététiciens et des pharmaciens.

Une initiative de soins de santé à distance – dans l'espace lointain ou dans les communautés mal desservies – nécessitera un style de **gestion au niveau des systèmes**. Une initiative menée par l'Agence spatiale canadienne ne consisterait pas simplement en un programme

de recherche et développement. La mise au point de technologies serait en fait la partie facile. La partie la plus difficile des soins de santé à distance sera de coordonner l'éventail des innovations, des partenaires, des administrations, des formations, des procédures et du personnel de soutien pour former un système intégré autour du médecin de bord dans l'espace lointain ou du praticien de première ligne dans une région isolée du Canada.

Mobiliser la nation

Les agences spatiales gouvernementales ont toujours passé des contrats avec l'industrie ou les instituts de recherche nationaux pour fournir des équipements ou des services dans le cadre des programmes d'exploration mondiaux. Pour que le Canada puisse contribuer aux soins de santé dans l'espace lointain, le Comité consultatif propose une approche différente. Nous suggérons qu'une alliance de partenaires – et non d'entrepreneurs – exploite les possibilités, partage les risques et apporte des solutions.

Cette idée d'alliance suscite l'intérêt des partenaires potentiels. Avant la publication du présent rapport, le Comité consultatif a rencontré individuellement plusieurs organisations partenaires potentielles. La vision de l'ASC en matière de soins de santé dans l'espace lointain et le travail de notre Comité ont suscité une certaine excitation. Toutes les organisations se sont montrées intriguées par l'audace de la vision et la nature du partenariat. Elles ont compris comment leur participation pouvait bénéficier à leur propre mandat organisationnel et ont convenu qu'une collaboration couvrant les secteurs de l'espace, de l'innovation, de la formation et des soins de santé serait formidable.



Il faut savoir que les agences spatiales internationales se disputeront le rôle de leader en matière de soins de santé dans l'espace lointain. Le leadership apporterait des avantages significatifs à toutes les nations spatiales, en améliorant leur réputation, leurs économies et leurs écosystèmes d'innovation, et deviendrait un créneau très estimé de compétence en matière de vols spatiaux.

Toutefois, la notion d'un partenariat national permettrait de différencier la candidature canadienne au leadership en matière de soins de santé dans l'espace lointain de celles des agences spatiales concurrentes. En fait, tout le potentiel du système de soins de santé public du Canada – qui représente 12 % de notre produit brut intérieur, ainsi que les vastes bassins de recherche et d'expertise industrielle du pays, seraient mis à contribution. Une alliance nationale transdisciplinaire, bien dotée en ressources et bénéficiant d'un réseau dense, constituerait un avantage concurrentiel. Une collaboration multinationale pour explorer l'espace lointain pourrait également bénéficier de la quintessence des traits de leadership canadiens : l'équité, la diversité et l'inclusion; le multiculturalisme; l'ouverture et la justice; la diplomatie; la collaboration; la fiabilité; la bonne gouvernance; et l'esprit d'exploration.

Intégrer les partenaires

On dit que l'invention se situe souvent à la croisée des compétences pluridisciplinaires. Cependant, la gestion d'une entité dynamique et multisectorielle peut s'avérer difficile. À l'instar d'un équipage international d'astronautes, un partenariat de soins de santé dans l'espace lointain rassemblera des organisations aux compétences, cultures, perspectives, pratiques et modes de gouvernance variés. Au cours des premières années, les gestionnaires devront donc consacrer du temps et des efforts pour parvenir à communiquer clairement, à établir des relations, à adapter les processus et à travailler harmonieusement avec les membres fondateurs.

Jusqu'à présent, les grandes initiatives de transformation s'appuyaient souvent sur les services d'intégrateurs de systèmes pour rassembler les divers acteurs et les différentes contributions. Ces sociétés de gestion facilitent la collaboration entre les acteurs en maximisant les synergies et en veillant à ce que les systèmes globaux (p. ex. les réseaux d'information numériques) fonctionnent sans heurt. Si l'ASC n'a pas les ressources nécessaires pour superviser l'intégration des partenaires, elle peut faire appel aux services d'une entreprise d'intégration bien établie afin de réduire les risques liés à l'initiative.

Sentiment d'urgence

L'une des dernières conditions pour réussir sera d'acquérir rapidement des capacités, de la crédibilité et de l'expérience en matière d'opérations médicales dans l'espace lointain.

Le Comité consultatif ne cautionne pas la continuation de la participation moyenne du Canada aux programmes spatiaux internationaux ni les déclarations auto-congratatoires selon lesquelles nous jouons dans la cour des grands. Le Canada a été un acteur respecté, mais mineur, dans les précédents partenariats de vols spatiaux habités. Nous devons faire mieux. Le faible taux de vol actuel des astronautes de l'ASC ne permet pas de soutenir un programme de vols spatiaux dynamique, de mettre en valeur les innovations nationales, de capter l'intérêt du public et d'inspirer la prochaine génération de leaders.

Au lieu de cela, le Comité consultatif est favorable à ce que le Canada investisse considérablement dans les soins de santé dans l'espace lointain afin d'élargir sa sphère d'influence internationale, de mieux positionner le pays parmi ses pairs de l'espace, d'assumer un rôle essentiel en matière de vols spatiaux habités et de jouer un rôle clé dans la percée des mystères du système solaire.

Ayant été l'un des petits acteurs de l'exploration spatiale, nous pouvons nous attendre à ce que les partenaires spatiaux internationaux remettent en question la capacité du Canada à assumer un rôle de premier plan. Le Canada devra donc de toute urgence assurer une contribution stratégique à l'échelle du système dans le cadre du programme de la station spatiale lunaire Gateway et du programme Artemis, puis, au cours des années suivantes, s'appuyer sur les capacités, la crédibilité et l'expérience nationales en matière d'opérations médicales.

Le dernier mot

Diriger un tel programme de transformation permettrait de renforcer la réputation du Canada en tant que nation d'explorateurs. Certes, il y aura de nombreux enjeux à gérer, notamment en ce qui a trait aux restrictions budgétaires, aux risques liés aux programmes, à la surveillance accrue dont nous serons l'objet et aux relations avec les partenaires. Néanmoins, un programme de soins de santé dans l'espace lointain pourrait constituer un formidable défi pour notre nation.

Wayne Gretzky disait que l'on rate 100 % des tirs que l'on ne tente pas. Le Comité consultatif considère les soins de santé dans l'espace lointain comme une rondelle libre devant un filet béant. Le potentiel de cette initiative, qui permettra aux astronautes d'explorer le système solaire interne et d'améliorer les résultats des patients sur Terre, est exaltant. Le Canada pourrait devenir le leader mondial des soins de santé à distance.





Références

Le Conseil consultatif a eu l'occasion de consulter un large éventail de publications, d'articles et de ressources en ligne. Nombre d'entre eux sont répertoriés en fonction des chapitres et sections du rapport où ils se sont avérés utiles.

DÉDICACE

Dr. A. Maxwell House brought health care to remote places. The Globe and Mail. Obituary published November 18, 2013, Joan Sullivan.

CHAPITRE 1 – SAISIR LE FLAMBEAU

The Global Exploration Roadmap. NP-2018-01-2502-HQ. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration Headquarters, 2018.

Global Exploration Roadmap – Supplement – Lunar Surface Exploration Scenario Update. NP-2020-07-2888-HQ. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration Headquarters, 2020.

Pathways to Exploration – Rationales and Approaches for a U.S. Program of Human Space Exploration. ISBN 978-0-309-30507-5. Washington, DC: National Academies Press, 2014.

Exploration, imagination, innovation – Une nouvelle stratégie spatiale pour le Canada. N° de catalogue : ST99-60/2019F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019.

Soins de santé canadiens dans l'espace lointain : le Canada comme chef de file en soins autonomes dans l'espace et sur terre. Rapport du groupe d'experts sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain. N° de catalogue : ST99-61/2019F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019.

CHAPITRE 2 – LANCER LA VISION

Building Your Company's Vision. Harvard Business Review. Boston, MA. Jim Collins and Jerry I. Porras, 1996.

Leading Change: Why Transformation Efforts Fail. Harvard Business Review. Boston, MA. John P. Kotter, 2007.

CHAPITRE 3 – ANALYSER L'ENVIRONNEMENT

Possibilités

The Global Exploration Roadmap. NP-2018-01-2502-HQ. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration Headquarters, 2018.

Global Exploration Roadmap – Supplement – Lunar Surface Exploration Scenario Update. NP-2020-07-2888-HQ. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration Headquarters, 2020.

Prospects for Space Exploration: An economic and strategic assessment of the space exploration sector. 2nd edition. Paris, France. Euroconsult, 2020. Accessible en ligne à : https://digital-platform.euroconsult-ec.com/wp-content/uploads/2020/07/SPX20_Brochure.pdf

Euroconsult Releases its Government Space Programs Report – Expenditures Reach US\$70.9 Billion in 2018. SpaceQ. Marc Boucher, 2019. Accessible en ligne à : <https://spaceq.ca/euroconsult-releases-its-government-space-programs-report-expenditures-reach-us70-9-in-2018/>

Review of Family Medicine Within Rural and Remote Canada: Education, Practice, and Policy. College of Family Physicians of Canada; Mississauga, ON. Carmela Bosco et Ivy Oandasan, 2016.

Possibilités rurales, prospérité nationale : une stratégie de développement économique du Canada rural. N° de catalogue : T94-13/2019F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020.

Delivering more equitable primary health care in Northern Canada. Canadian Medical Association Journal 189(45): E1377-8. T. Kue Young et Susan Chatwood, 2017.

Addressing provider turnover to improve health outcomes in Nunavut. Canadian Medical Association Journal;191(13): E361-4. Maria Cherba et coll., 2019.

Crise des soins aux aînés au Canada – Répondre à une demande deux fois plus grande. Rapport rédigé par Deloitte, demandé par l'Association médicale canadienne, 2021.

How Home-Based Primary Care Can Reduce Expensive Hospitalizations. Harvard Business Review. Boston, MA. Paul Di Capua et coll., 2019.

As COVID-19 exposes long-term care crisis, efforts grow to keep more seniors at home. CBC News. Toronto. Nicole Ireland et Natalie Kalata, 2021.

Optimizing Access to Heart Failure Care in Canada During the COVID-19 Pandemic. Canadian Journal of Cardiology, 36(7), 1148-1151. Sean Virani et coll., 2020.

Canada's Unequal Health System May Make Remote Indigenous Communities More Vulnerable To The Coronavirus. The Conversation. Ann Seymour, 2020.

How To Build A Better Canada After COVID-19: Make Telehealth The Primary Way We Deliver Health Care. The Conversation. Ahmad Firas Khalid, 2020.

Coronavirus: New Technologies Can Help Maintain Mental Health In Times Of Crisis. The Conversation. Stéphane Vial, 2020.

Rapport – Sondage national des médecins du Canada 2021 – L'utilisation de la santé numérique et des technologies de l'information par les médecins du Canada. Inforoute Santé du Canada et l'Association médicale canadienne. Leger, 2021.

Les supergrappes du Canada – Les bonnes personnes. Au bon endroit. Au bon moment. Gouvernement du Canada, 2020. Accessible en ligne à : <https://www.ic.gc.ca/eic/site/093.nsf/fra/accueil>

Innover pour un meilleur Canada. Gouvernement du Canada, 2020. Accessible en ligne à : <https://www.ic.gc.ca/eic/site/062.nsf/fra/accueil>

Federal Government Commits Additional \$250 Million In IRAP Funding To Support High Growth Startups. Canadian Startup News. Meagan Simpson, 2020.

Lettre de mandat du ministre des Services aux Autochtones. Cabinet du Premier ministre, 2019. Accessible en ligne à : <https://pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2019/12/13/lettre-de-mandat-du-ministre-des-services-aux-autochtones>

How should we act on the social determinants of health? Canadian Medical Association Journal 190 (42): E1241-2. Trevor Dummer, 2019.

Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones. Assemblée générale de l'ONU, 2007. Accessible en ligne à : https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2018/11/UNDRIP_F_web.pdf

Libre cours à l'innovation : soins de santé excellents pour le Canada. Rapport du Groupe consultatif sur l'innovation des soins de santé. N° de catalogue : H22-4/9-2015F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015.

Canada's universal health-care system: achieving its potential. The Lancet. 391(10131): 1718-1735. London, UK. Danielle Martin et coll., 2018.

Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy. CIFAR, 2017. Accessible en ligne à : <https://web.archive.org/web/20190828135412/https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy>

Ecological dynamics across the arctic associated with recent climate change. Science. 325(5946): 1355-8. Eric Post et al., 2009.

Dangerous climate change and the importance of adaptation for the Arctic's Inuit population. Environ Res Lett. 4(2). James Ford, 2009.

Menaces

Development Of an Accepted Medical Condition List for Exploration Medical Capability Scoping. NASA/TM-2019-220299. Houston, TX. Rebecca Blue, Derek Nusbaum et Erik Antonsen, 2019.

Recommendation for a Medical System Concept of Operations for Gateway Missions. Document élaboré par l'équipe de génie des systèmes de la composante des capacités médicales d'exploration. HRP-48012. Houston, TX. David Rubin, 2019.

Libre cours à l'innovation : soins de santé excellents pour le Canada. Rapport du Groupe consultatif sur l'innovation des soins de santé. N° de catalogue : H22-4/9-2015F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015.

Enabling health technology innovation in Canada: Barriers and facilitators in policy and regulatory processes. Health Policy, 123(2), pp.203-214. Maggie MacNeil et coll., 2019.

Santé et sciences biologiques – Situation actuelle et possibilités d'avenir. Rapport provisoire de la Table sur les sciences biologiques et la santé, Tables sectorielles de stratégies économiques. Karimah Es Sabar et coll., 2018.

Les industries numériques – Le secteur aujourd'hui et ses possibilités pour demain. Rapport provisoire de la Table sur les industries numériques, Tables sectorielles de stratégies économiques. Tobias Lütke et coll., 2018.

Canada has long way to go on virtual care. Canadian Medical Association Journal 192(30): E227-8. Lauren Vogel, 2020.

The Innovation Dilemma: Achieving Value, Health Outcomes and Contributing to the New Economy. The Future of Medical Technology in Canada. Publication produite par OPTIMUS | SBR pour le compte de MEDEC, association nationale représentant l'industrie des technologies médicales du Canada, 2017.

Les coûts des changements climatiques pour la santé : comment le Canada peut s'adapter, se préparer et sauver des vies. Institut canadien pour des choix climatiques, Ottawa (Ont.), Dylan Clark et coll., 2021.

« Le contexte national et mondial des changements régionaux au Canada », chapitre 8 du *Rapport sur le climat changeant du Canada*, p. 426-444. N° au catalogue : En4-368/2019F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par Environnement et Changement climatique Canada, 2019. Stewart Cohen et coll., 2019.

Forces

International Cooperation. NASA. Mark Garcia and Brian Dunbar, 2020. Accessible en ligne à : https://www.nasa.gov/mission_pages/station/cooperation/index.html

Canada Joins NASA's Lunar Gateway Station Project With 'Canadarm3' Robotic Arm. Space.com. Elizabeth Howell, 2019.

Investir au Canada : industrie de la robotique au Canada. N° de catalogue : FR5-38/25-2016F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2016.



Le Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle officiellement lancé. Montréal International, 2020. Accessible en ligne à : <https://www.montrealinternational.com/fr/actualites/le-partenariat-mondial-sur-lintelligence-artificielle-officiellement-lance/>

Soins de santé canadiens dans l'espace lointain : le Canada comme chef de file en soins autonomes dans l'espace et sur terre. Rapport du groupe d'experts sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain. N° de catalogue : ST99-61/2019F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019.

A proposal for the curriculum and evaluation for training rural family physicians in enhanced surgical skills. Canadian Journal of Surgery, 58(6), pp.419-422. Nadine Caron, Stuart Iglesias, et al., 2015.

Joint position paper on rural surgery and operative delivery. Canadian Journal of Rural Medicine, 20(4), pp. 129-138. Stuart Iglesias et al., 2015.

Fifty Years On: A Retrospective on the World's First Problem-based Learning Programme at McMaster University Medical School. Health Professions Education, 5(1), pp. 3-12. Virginie Servant-Miklos, 2018.

L'avenir de l'éducation médicale au Canada (AEMC) : une vision collective pour les études médicales prédoctorales. L'Association des facultés de médecine du Canada, 2010.

AEMC 2020 : une vision pour l'avenir – Raviver notre vision commune de l'avenir de l'éducation médicale au Canada. L'Association des facultés de médecine du Canada, 2020.

There's An AI Revolution Underway and It's Happening in Canada. Forbes. Jersey City, NJ. Bijan Khosravi, 2017.

Toronto's thriving AI ecosystem serves as a model for the world. VentureBeat. San Francisco, CA. Naheed Kurji, 2017.

World's First All-Robotic Surgery Performed in Canada. ZDNet. Andrew Nusca, 2020.

Rivaliser dans une économie mondiale axée sur l'innovation : l'état de la R-D au Canada. Rapport du Comité d'experts sur l'état de la science et de la technologie et de la recherche-développement industrielle au Canada. N° de catalogue : T177.C2C6814 2018. Conseil des académies canadiennes, Ottawa, 2018.

QS World University Rankings by Subject 2021: Life Sciences & Medicine. Accessible en ligne à : <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2021/life-sciences-medicine>

QS World University Rankings by Subject 2021: Nursing. Accessible en ligne à : <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2021/nursing>

A Canadian Take on the International Patient Engagement Revolution. Healthcare Quarterly 21 (Special Issue). Toronto, ON. Vincent Dumez et Antoine Boivin, 2018.

Faiblesses

Indigenous health research and reconciliation. Canadian Medical Association Journal 191 (34): E930-1. Marcia Anderson, 2019.

Indigenous health disparities: a challenge and an opportunity. Canadian Journal of Surgery 61(5): 300-301. Aika Lafontaine, 2018.

The mirage of universality: Canada's failure to act on social policy and health care. Canadian Medical Association Journal 192 (5): E105-6. Andrew Boozary et Andreas Laupacis, 2020.

CHAPITRE 4 – FAÇONNER LE PROGRAMME

Recommandation 1

Soins de santé canadiens dans l'espace lointain : le Canada comme chef de file en soins autonomes dans l'espace et sur terre. Rapport du groupe d'experts sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain. N° de catalogue : ST99-61/2019F-PDF. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019.

Recommandation 2

How NASA Uses Telemedicine to Care for Astronauts in Space. Harvard Business Review. Boston, MA. Anil Menon et al., 2017.

Defining the specialist generalist: The imperative for adaptive expertise in family medicine. Canadian Family Physician. Mississauga, ON. Nicole Woods et al., 2021.

Recommandation 3

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. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017.

Socio-Economic Benefits Study of Deep Space Health Care Solutions Used in Northern and Remote Communities. Euroconsult et Leap Biosystems, 2019.

Recommandation 4

Simulation in education for health care professionals. BC Medical Journal 57 (10): 444-448. Elspeth McDougall, 2015.

A proposal for the curriculum and evaluation for training rural family physicians in enhanced surgical skills. Canadian Journal of Surgery, 58(6): 419-22. Nadine Caron et coll., 2015.

Doctors need retraining to keep up with technological change. Canadian Medical Association Journal 190(30): E920. Lauren Vogel, 2018.

Training the Next Generation of Doctors and Nurses. New York Times Nov. 4, page L4. Laura Pappano, 2018.

Research: How Virtual Reality Can Help Train Surgeons. Harvard Business Review. Boston, MA. Gideon Blumstein, 2019.

Recommandation 5

Space medicine innovation and telehealth concept implementation for medical care during exploration-class missions. Acta Astronautica. Amsterdam. Annie Martin et al., 2012.

3D printers: A revolutionary frontier for medicine. The Conversation. Toronto, ON. Ivar Mendez, 2017.

Canadian national survey of point-of-care ultrasound training in family medicine residency programs. Can Fam Physician 64(Oct): e462-7. Taft Micks et al., 2018.

Recommandation 6

Investir dans l'avenir du Canada : consolider les bases de la recherche au pays. Rapport du Conseil consultatif pour l'examen du soutien fédéral à la science fondamentale, 2017. ISBN 978-0-9959243-1-4.

Building A Learning Health System for Canadians. Report of the AI for Health Task Force. CIFAR, 2020. Accessible en ligne à <https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy/building-a-learning-health-system-for-canadians>

Recommandation 7

10 Promising AI Applications in Health Care. Harvard Business Review. Boston, MA. Brian Kalis et coll., 2018.

An emotionally intelligent AI could support astronauts on a trip to Mars. MIT Technology Review. Neel V. Patel, 2020.

Canada has a chance to monopolize the artificial intelligence industry. The Globe and Mail, Toronto, ON. John Kelleher et Laura McGee, 2017.

How Artificial Intelligence Could Help Hospitals Save Lives. The Walrus. Toronto, ON. Conor Lavelle, 2017.

Recommandation 8

Equity, Diversity, and Inclusivity in Science, Technology, Engineering, and Mathematics: Forging Paths to Enhanced Innovation. Rapport sommaire de la table ronde. Université Ryerson, Toronto, ON. Imogen R. Coe et Mehrdad Hariri, 29 mai 2017.

CHAPITRE 5 – CONSTITUER L'ÉQUIPE

Managing Partner Relations in Joint Ventures. MIT Sloan Management Review. Cambridge, MA. Bettina Büchel, 2003.

3 Ways to Build a Culture of Collaborative Innovation. Harvard Business Review. Boston, MA. Kate Isaacs et Deborah Ancona, 2019.

Developmental sequence in small groups. Psychological Bulletin, 63(6), 384-399. B. W. Tuckman, 1965.

The Rural Road Map for Action – Directions. Mississauga, ON: Advancing Rural Family Medicine: The Canadian Collaborative Taskforce; 2017.

Care close to home: Progress on the Rural Road Map. Canadian Family Physician 65(Oct): 760. Francine Lemire, 2019.

Progress made on access to rural health care in Canada. Canadian Family Physician 66(Jan): 31-36. Ruth Wilson et coll., 2020.

COVID-19 and the decolonization of Indigenous public health. Canadian Medical Association Journal 192(38): E1098-1100. Lisa Richardson et Allison Crawford, 2020.

Indigenous-led health care partnerships in Canada. Canadian Medical Association Journal 192(9): E208-16. Lindsay Allen et coll., 2020.

Document de discussion sur les soins virtuels au Canada. Sommet de l'Association médicale canadienne sur la santé, août 2019.

Engagement of nurse practitioners in primary health care in northern British Columbia: a mixed-methods study. Canadian Medical Association Journal Open 9(1): E288-94. Erin Wilson et al., 2021.

CHAPITRE 6 – MOBILISER LE PAYS

Commission de vérité et réconciliation du Canada (CVR). *Honorer la vérité, réconcilier pour l'avenir : sommaire du rapport final de la Commission de vérité et réconciliation du Canada.* Ottawa, Commission de vérité et réconciliation du Canada, 2015.

ANNEXE B – BESOINS CLINIQUES, BIOMÉDICAUX ET DE RENDEMENT DES MISSIONS DANS L'ESPACE LOINTAIN

Principles of Clinical Medicine for Space Flight. Springer, New York, NY. Michael Barratt (ed.) et coll., 2019.



Glossaire

Nous avons tenté de rédiger le présent rapport de façon à ce qu'un public non spécialisé puisse le comprendre facilement et prenne plaisir à le lire. Toutefois, il contient à l'occasion des références à la terminologie des vols spatiaux, de l'innovation et des soins de santé qui peuvent ne pas être connues de tous les lecteurs. Pour faciliter la compréhension, les définitions de plusieurs termes sont fournies. En outre, de nombreux termes ont des significations différentes dans les sources publiées, en fonction du contexte. Les termes ci-dessous sont définis en fonction de leur association à une initiative de soins de santé dans l'espace lointain.

Accélérateur

Un accélérateur d'innovation est un programme de croissance qui apporte un soutien à un concept commercial validé afin de le faire évoluer rapidement. Ce soutien peut prendre la forme de ressources (personnes et argent), de mentorats, de relations et de connaissances. Un accélérateur peut aider les jeunes entreprises à progresser jusqu'au stade où elles acquièrent des clients et sont prêtes à recevoir des investissements supplémentaires ou à être rachetées.

Analyses au point d'intervention

Les analyses au point d'intervention désignent les examens diagnostiques médicaux réalisés en dehors d'un laboratoire clinique ou d'un centre de soins tertiaires, le plus souvent au chevet du patient.

Apprentissage automatique

L'apprentissage automatique, ou apprentissage machine, est un sous-ensemble de l'IA qui repose souvent sur des techniques statistiques pour donner aux machines la capacité d'« apprendre » à partir de données sans qu'on leur donne explicitement des instructions pour le faire. Ce processus est connu sous le nom d'« entraînement » d'un « modèle » à l'aide d'un algorithme d'apprentissage qui améliore progressivement le rendement du modèle pour une tâche précise.

L'apprentissage par renforcement est un domaine de l'apprentissage automatique qui englobe le développement d'agents logiciels qui apprennent un comportement orienté vers un objectif par essais et erreurs dans un environnement qui fournit des récompenses ou des pénalités en réponse aux actions de l'agent (soit la « politique ») pour atteindre cet objectif.

Apprentissage profond

L'apprentissage profond est un domaine de l'apprentissage automatique qui tente d'imiter l'activité des couches de neurones dans le cerveau pour apprendre à reconnaître des modèles complexes dans les données. Le terme « profond » dans l'expression « apprentissage profond » fait référence au grand nombre de couches de neurones dans les modèles contemporains d'apprentissage automatique, qui permettent d'apprendre des présentations élaborées des données afin d'obtenir de meilleurs gains de rendement.

Autonomie

L'autonomie médicale dans l'espace désigne la nécessité pour les humains de fonctionner indépendamment de l'assistance médicale terrestre. Le traitement de toutes les conditions lorsque la latence de communication avec la Terre est supérieure à 20 minutes devrait être considéré comme autonome. L'autonomie médicale dans

l'espace est étroitement liée à l'accès des populations mal desservies à des soins de santé locaux sur Terre. L'autonomie peut également avoir une connotation éthique, et dénoter le droit d'un patient à être impliqué dans la gestion de ses propres soins de santé.

Autorité sanitaire

Les gouvernements provinciaux et territoriaux sont responsables de la prestation des soins de santé destinés à leurs résidents. Les autorités sanitaires (ou régies régionales) sont le modèle de gestion utilisé par ces administrations pour gérer et assurer la santé publique. La plupart des autorités sanitaires sont structurées selon les frontières géographiques, mais certaines fonctionnent selon des secteurs opérationnels. Certaines provinces, comme l'Alberta et la Saskatchewan, ont une seule autorité sanitaire, tandis que d'autres, comme le Québec, en ont plusieurs. La Colombie-Britannique, pour sa part, a la First Nations Health Authority, soit la Régie de la santé des Premières Nations, une régie sanitaire dédiée à ces dernières.

Capital-risque et capital-risqueur

Le capital-risque (CR) est une forme de financement par capitaux propres pour les jeunes entreprises et les entreprises en phase de démarrage qui ont fait preuve d'une forte croissance ou qui ont un fort potentiel de croissance. Les jeunes entreprises sont généralement basées sur une technologie ou un modèle opérationnel innovant. Le capital investi est appelé capital-risque et les personnes ou entreprises qui investissent sont appelées les investisseurs en capital-risque, ou capital-risqueurs. Essentiellement, ce dernier prend le risque et investit dans l'idée d'un entrepreneur, et ce, en échange d'actions ou d'intérêts dans l'entreprise. Cela soutient la jeune entreprise pendant une courte période jusqu'à ce qu'elle atteigne une taille et une crédibilité suffisantes, puis quitte ce partenariat, avec l'aide d'un banquier d'affaires.

Collectivités du Nord

Les collectivités du Nord se trouvent dans les territoires du Nord du Canada, notamment

le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest et le Nunavut. Cette région représente 39 % de la masse terrestre du Canada, mais seulement 0,32 % de la population du pays. Toutes les communautés du Nord ne sont pas considérées comme éloignées, par exemple la ville de Whitehorse, qui compte 22 000 habitants. Les communautés du Nord sont généralement très différentes les unes des autres et de leurs homologues du Sud, mais elles possèdent également des caractéristiques communes.

Collectivités rurales et éloignées

Statistique Canada définit une région rurale ou une petite ville comme étant une ville ou une municipalité située à l'extérieur de la zone de navettage des grands centres urbains dont la population est de 10 000 habitants ou plus.

Une collectivité éloignée est définie comme une collectivité située à plus de 350 km du centre de services le plus proche ayant un accès routier toute l'année. Dans de nombreux cas, les communautés éloignées ne sont pas accessibles par voie routière ou ferroviaire, mais uniquement par voie aérienne ou maritime. Bien que les collectivités éloignées ne soient pas homogènes, elles ont les mêmes problèmes d'accès et de main-d'œuvre et sont tributaires des conditions météorologiques.

Services aux Autochtones Canada se base sur quatre degrés d'éloignement pour classer l'accès des communautés des Premières Nations aux services de santé :

Type 1 : **Isolée et éloignée** – Pas d'accès routier, pas de service aérien régulier et accès minimal au téléphone et à la radio.

Type 2 : **Isolée** – Pas d'accès routier, service aérien régulier et bons services téléphoniques.

Type 3 : **Semi-isolée** – Accès routier aux services de médecin à une distance supérieure à 90 kilomètres.

Type 4 : **Non isolée** – Accès routier aux services de médecin à une distance inférieure à 90 kilomètres.



Déterminants sociaux de la santé

Les déterminants sociaux de la santé sont des facteurs non médicaux qui influencent les résultats en matière de santé. Ils sont les circonstances dans lesquelles les individus naissent, grandissent, vivent, travaillent et vieillissent ainsi que les systèmes et forces généraux qui façonnent les conditions de la vie quotidienne. La liste inclut, sans en exclure d'autres :

- Logement, commodités essentielles et environnement
- Insécurité alimentaire
- Éducation
- Revenu et protection sociale
- Inclusion sociale et non-discrimination
- Accès à des soins et des services de santé de qualité et abordables

Les déterminants sociaux de la santé peuvent avoir un impact majeur sur la santé et le bien-être des personnes et contribuer aux disparités et aux inégalités en matière de santé parmi les populations marginalisées. Par exemple, les personnes qui n'ont pas accès à des épiceries proposant des aliments sains sont moins susceptibles d'avoir une alimentation saine. Cela augmente le risque de problèmes de santé tels que les maladies cardiaques, le diabète et l'obésité, et réduit même l'espérance de vie par rapport aux personnes qui ont accès à ces aliments.

Espace lointain

L'espace lointain est la région de l'espace située au-delà de l'orbite basse terrestre et, en particulier, la partie du système solaire interne située au-delà du système Terre-Lune.

Expert-généraliste

Les experts-généralistes sont des médecins ou du personnel infirmier dont la pratique clinique n'est pas limitée à un domaine restreint. Plutôt, leur formation, compétences et jugement contextuel leur permettent de diagnostiquer et de gérer une variété de problèmes cliniques allant des problèmes courants et simples à des cas inhabituels et très complexes. L'expertise variée (médecine d'urgence, anesthésie,

compétences chirurgicales accrues), l'ingéniosité et l'inventivité des experts-généralistes rendent ces derniers particulièrement aptes à exercer leur profession dans des environnements ruraux et éloignés sur Terre et dans l'espace.

Feuille de route mondiale pour l'exploration

La *Feuille de route mondiale pour l'exploration* est une publication (2018) du Groupe international de coordination de l'exploration spatiale (ISECG), un forum d'agences spatiales. Elle décrit un plan stratégique non contraignant et à long terme visant à explorer le système solaire interne de manière viable. Elle présente une vision commune de l'exploration spatiale humaine et robotique, qui commence par la station spatiale internationale et s'étend à la Lune, aux astéroïdes, à la planète Mars et à d'autres destinations. La *Feuille de route* met l'accent sur une collaboration internationale fondée sur un ensemble commun de buts d'exploration, d'objectifs et d'avantages précis pour l'humanité.

S'appuyant sur l'édition de 2018 et sur l'intérêt mondial croissant pour l'exploration spatiale, un récent supplément (2020) met à jour la *Feuille de route* en tenant compte des derniers développements en matière de planification de l'exploration lunaire, selon un scénario actualisé d'exploration de la surface lunaire.

FFPM

Une structure FFPM (forces, faiblesses, possibilités et menaces) est un outil d'analyse stratégique utilisé pour évaluer les capacités internes d'une organisation ou d'un ministère (forces, faiblesses) ainsi que l'environnement externe dans lequel il exerce ses activités (possibilités, menaces).

Gestion des systèmes

Une approche de gestion des systèmes prend en compte tous les éléments pertinents qui doivent interagir afin de relever efficacement les défis de la prestation des soins de santé. Elle intègre des informations, des technologies, des services, des politiques et d'autres éléments avec les organisations participantes qui, à leur tour, peuvent faire partie d'autres systèmes.

Une approche par systèmes ne fournit pas uniquement des solutions techniques; elle assure plutôt l'alignement ordonné des logiciels, du matériel et des processus de manière innovante afin de relever les défis urgents en matière de santé. De manière plus importante, une approche efficace du système de santé est centrée sur les personnes, leurs besoins et leurs capacités.

Groupe d'experts

Le Groupe d'experts sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain est un ancien groupe de travail de l'Agence spatiale canadienne. Il a fait part de ses conclusions dans un rapport publié en mars 2019. Le groupe d'experts a, globalement, recommandé que l'ASC et un groupe de partenaires nationaux connexes atteignent, au cours des prochaines années, le rôle de chef de file international dans le domaine des soins de santé prodigués aux astronautes dans l'espace lointain. Les leçons tirées de l'élaboration de nouvelles approches, formations et technologies pour l'espace lointain pourraient être transposées aux régions mal desservies de notre pays pour y améliorer la prestation des soins de santé. De plus amples informations sur le contexte sont fournies à l'annexe E.

Groupe international de coordination de l'exploration spatiale (ISECG)

L'ISECG est un forum volontaire et non contraignant composé de 26 agences spatiales qui s'efforcent de faire progresser la Stratégie mondiale d'exploration en coordonnant les efforts mutuels dans ce domaine. L'un des principaux produits du groupe est la *Feuille de route mondiale pour l'exploration*.

Incubateur

Un incubateur d'innovation est un programme de croissance et de mentorat qui permet aux jeunes entreprises en démarrage d'accéder à des investisseurs, à un soutien logistique, tel qu'un espace de bureau partagé, à des ressources techniques et à d'autres formes d'assistance pour les aider à s'établir. Certains incubateurs fonctionnent comme des organisations à but

non lucratif, tandis que d'autres fournissent un capital de départ et un soutien en échange d'une certaine participation dans l'entreprise. Les entreprises qui font appel à un incubateur ont des idées novatrices, mais sont encore en train de définir leurs objectifs, leurs modèles d'entreprise et l'adéquation de leur produit / du marché. (Les entreprises qui ont dépassé le stade de l'incubateur font appel à des accélérateurs d'entreprises pour obtenir du soutien).

Intelligence artificielle (IA)

L'intelligence artificielle, ou IA, désigne la capacité d'une machine à imiter certains aspects de l'intelligence humaine. Dans son sens le plus large, l'IA est définie comme la théorie et la mise au point de systèmes informatiques capables d'effectuer des tâches qui requièrent normalement l'intelligence humaine. Les tâches de l'IA peuvent être, par exemple, la perception visuelle, la reconnaissance de la parole et de textes, les corrélations, la prise de décision et la traduction des langues. Par exemple, dans le domaine des soins de santé, un assistant virtuel artificiel (comme Siri ou Alexa) peut tenir une conversation avec les praticiens et les patients sur les résultats de laboratoire et les prochaines étapes cliniques.

Intervenant

Un intervenant (organisation) joue un rôle important, mais qui n'est pas considéré comme vital pour la durabilité de l'initiative de soins de santé dans l'espace lointain. Bien que l'organisation puisse apporter une expertise et des ressources en nature, elle n'assume pas les risques du programme et n'est pas officiellement engagée dans le partenariat.

Médecine rurale et éloignée

La médecine rurale et éloignée est pratiquée en dehors des zones urbaines, là où la plupart des soins sont dispensés par un petit nombre de médecins ou d'infirmières praticiennes ayant un accès limité ou éloigné aux ressources spécialisées et aux établissements de santé à la pointe de la technologie. En raison de l'éloignement du cabinet, les praticiens sont obligés d'avoir des champs d'activité et des compétences procédurales qui ne sont généralement pas nécessaires en milieu urbain.



Les praticiens à distance peuvent fournir des soins primaires, secondaires et parfois tertiaires. Ils travaillent en collaboration avec une équipe locale de prestataires de soins de santé. Les consultations de spécialistes par téléphone, en personne, par vidéoconférence ou par transfert de patients vers des centres urbains permettent d'offrir des soins de qualité aux personnes vivant dans des endroits éloignés.

Nouveaux horizons et équipe de Nouveaux horizons

Nouveaux horizons est l'initiative canadienne en matière de soins de santé dans l'espace lointain. L'équipe de Nouveaux horizons a soutenu les travaux du Comité consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain. Les membres sont issus de plusieurs divisions de l'Agence spatiale canadienne et de Services aux Autochtones Canada. En plus de faire progresser l'initiative sur les soins de santé dans l'espace lointain, l'équipe a fourni un soutien administratif, de communication, d'animation d'ateliers, d'analyse et de rédaction au Comité consultatif.

Orbite basse terrestre

L'orbite basse terrestre est une région de l'espace proche de la Terre qui couvre une altitude de 160 km à 1 000 km au-dessus de la surface de la Terre. C'est la zone où gravitent la plupart des satellites artificiels de communication, de télédétection et de navigation. La Station spatiale internationale vole également en orbite basse terrestre, dans une orbite d'environ 400 km. À l'exception des missions lunaires Apollo, qui ont eu lieu de 1968 à 1972, tous les vols spatiaux habités à ce jour ont eu lieu en orbite basse terrestre.

Partenaire

Un partenaire de soins de santé dans l'espace lointain a un mandat organisationnel étroitement lié à la mission du partenariat. Il assume un rôle vital pour la réussite du programme. Il apporte une contribution directe considérable en termes de financement, d'expertise ou de ressources.

Peuples autochtones

Les peuples autochtones sont les premiers habitants du Canada. La Constitution reconnaît trois groupes d'Autochtones; les Premières Nations, les Métis et les Inuits. L'histoire des Premières Nations et des Inuits remonte à bien avant l'arrivée des Européens au Canada, tandis que les Métis ont émergé en tant que culture distincte à la suite d'unions entre colons européens et membres des Premières Nations. Le Canada compte 1,7 million d'Autochtones. Bien qu'ils ne représentent que 4,9 % de la population, ils occupent une proportion importante de la masse terrestre et des zones côtières du Canada, comme le prescrivent les revendications territoriales actuelles et les traités historiques.

Les peuples autochtones sont présents un peu partout au Canada et s'efforcent de raviver leur culture et leurs modes de vie traditionnels. Certaines communautés autochtones sont situées dans des centres urbains, mais beaucoup se trouvent sur leurs terres désignées. Les communautés Inuites, Métisses et des Premières Nations situées dans des régions rurales et éloignées ont, de manière disproportionnée, des résultats défavorables en matière de santé, ce qui s'explique en grande partie par les déterminants sociaux de la santé, notamment la colonisation. Le gouvernement actuel, l'ASC et ses partenaires se sont engagés à travailler avec les peuples autochtones pour fournir des soins adaptés à leur culture, appropriés pour chaque personne, et autodéterminés.

Bien que certains peuples autochtones aient des attributs communs, chaque population possède sa propre culture et ses propres sous-cultures. Il est indispensable d'adopter une approche fondée sur les particularités lorsqu'on collabore avec les communautés et les aînés.

Populations mal desservies

Les communautés mal desservies sont des régions géographiques, généralement rurales et éloignées, qui éprouvent des difficultés à recruter et à conserver un personnel de santé adéquat pour répondre aux besoins de la population, ou qui sont sous-équipées en certains services de santé.

Les populations mal desservies rencontrent des difficultés d'accès aux soins médicaux compte tenu de la région géographique où elles vivent, en raison d'un niveau d'éducation ou d'un statut socio-économique inférieur ou d'autres obstacles. Elles peuvent également recevoir moins de soins, des soins de moindre qualité ou un traitement qui ne répond pas à leurs besoins. Elles risquent d'avoir des résultats sur la santé inférieurs à la norme. Il s'agit des peuples autochtones, des réfugiés, des immigrants qui ne parlent aucune des deux langues officielles du Canada, des personnes âgées, des personnes en situation de handicap et de celles qui ont un mode de vie différent.

Programme Artemis

Artemis est le nouveau programme américain de vols spatiaux d'exploration humaine sur la Lune. Il est dirigé par la NASA, avec la participation de l'industrie américaine des vols spatiaux et de plusieurs partenaires internationaux qui sont signataires des accords Artemis et qui établissent des accords bilatéraux officiels avec la NASA. Artemis vise à envoyer de nouveau des humains sur la Lune, pour la première fois depuis le programme Apollo, et ce, dans la région du pôle sud lunaire. Il est prévu d'y faire atterrir la première femme astronaute et le premier astronaute issu d'une minorité visible au cours de cette décennie. Les objectifs à long terme sont l'établissement d'une présence humaine viable sur la Lune, la mise en place d'une économie lunaire pour les entreprises privées et l'envoi éventuel d'humains sur Mars.

Santé numérique

La santé numérique est l'intégration de données de santé numérisées, de processus automatisés, d'outils d'aide à la prise de décisions et d'analyses à l'aide de technologies audio, vidéo et autres afin de fournir des services de prévention, de prédiction, de diagnostic et de traitement visant à améliorer la santé des patients et de la population. Les applications logicielles et les services informatiques sont des produits livrables numériques typiques.

Soins centrés sur le patient

Dans le cadre des soins centrés sur le patient, celui-ci est un membre clé de l'équipe de soins. Cela sera particulièrement vrai dans le cadre éloigné d'un avant-poste dans l'espace lointain, où les membres de l'équipage joueront un rôle de collaboration et de coordination avec le reste de l'équipe de soutien aux soins médicaux sur Terre. En raison des latences de communication et de la nature des consultations virtuelles, qui ne se déroulent pas en temps réel, les astronautes de l'espace lointain seront formés et disposeront des ressources nécessaires pour assumer davantage de responsabilités dans la gestion de leur propre santé et de leur propre bien-être. Les renseignements médicaux personnels seront accessibles et les installations médicales à bord seront conçues de manière à ce que les astronautes puissent surveiller leur santé physiologique et prendre des décisions en connaissance de cause.

Soins primaires

Les soins primaires sont les soins de santé quotidiens dispensés par un médecin (généraliste ou médecin de famille), un adjoint au médecin, un infirmier, une infirmière praticienne ou un agent de santé communautaire. En général, ce fournisseur de soins de santé est le premier point de contact et le principal prestataire de soins continus aux patients d'un système de santé. Le rôle des soins primaires est de promouvoir la santé, de prévenir les maladies et de proposer au patient les services de diagnostic, de traitement, de réadaptation, de soutien et de soins palliatifs dont il a besoin. Ces services peuvent être fournis dans le bureau d'un médecin ou d'une infirmière praticienne, ou encore dans un centre de santé communautaire ou un poste de soins infirmiers.

Soins quaternaires

Les soins de santé quaternaires désignent un niveau de soins avancé qui est hautement spécialisé et n'est pas facilement accessible. Parmi les services quaternaires, il y a la médecine expérimentale, le traitement d'affections rares et certains types de procédures diagnostiques ou chirurgicales peu courantes. Ils ne sont



généralement proposés que dans un nombre limité de centres de soins régionaux ou nationaux.

Soins tertiaires

Les soins tertiaires sont des soins spécialisés destinés aux patients hospitalisés dans un hôpital universitaire ou un grand établissement de soins de proximité. Ces soins sont généralement dispensés par des spécialistes ayant accès à de l'équipement spécialisé pour des enquêtes et des traitements médicaux avancés. Les services de soins tertiaires sont par exemple la prise en charge du cancer, la neurochirurgie, la chirurgie cardiaque, le traitement des brûlures et les services spécialisés de néonatalogie, ainsi que d'autres interventions médicales et chirurgicales complexes.

Soins virtuels

Les soins virtuels (ou télésanté) désignent les interactions entre les patients situés à distance et leurs prestataires de soins, à l'aide de technologies numériques et de communication. Parmi les exemples de soins virtuels, on peut citer les consultations médicales, le suivi médical mobile à domicile des patients atteints de maladies chroniques et même la téléchirurgie. L'objectif des soins virtuels est de maximiser la qualité et l'efficacité des soins aux patients. Ils peuvent aider à faire face à l'augmentation de la demande de soins continus à domicile et en établissement, à mesure que la population canadienne vieillit.

Station lunaire Gateway

La station lunaire Gateway, qui sera construite dans les prochaines années, sera une petite station spatiale modulaire en orbite autour de la Lune. Elle sera assemblée par la NASA en collaboration avec des partenaires internationaux (ASC, Agence spatiale européenne et l'Agence d'exploration aérospatiale japonaise [JAXA]) et commerciaux. La station soutiendra les missions orbitales à court terme et les excursions des astronautes en servant de centre de communication, de laboratoire scientifique, avant-poste d'habitation et d'installation d'entreposage.

Travailleur de la santé de première ligne

Les travailleurs de première ligne fournissent des services de santé essentiels aux patients directement dans leurs collectivités, notamment, aux fins du présent rapport, dans les zones rurales et éloignées. Il s'agit d'infirmières et infirmiers, de médecins, de sages-femmes, d'agents de santé communautaires et de pharmaciens. Ils sont des sources d'information fiables, et possèdent des compétences en matière de prévention, de traitement et de gestion de diverses maladies. Ils sont en mesure de détecter les affections qui nécessitent des soins plus poussés, ce qui rend l'aiguillage plus facile.

À bord d'un véhicule ou d'un habitat de l'espace lointain, les travailleurs de première ligne seront le médecin-astronaute désigné comme médecin de bord, ainsi que des astronautes non-médecins, considérés comme agents paramédicaux.

Vallée de la mort

Dans le monde de l'innovation en matière de santé, la « vallée de la mort » est la métaphore utilisée pour décrire l'écart entre une découverte de recherche et son application commerciale sur le marché. C'est là que de nombreuses innovations prometteuses stagnent et meurent avant d'avoir fait leurs preuves ou d'avoir progressé suffisamment pour attirer des fonds d'investissement. Cette vallée existe en partie en raison des difficultés à mettre en œuvre, à accélérer ou à financer un projet d'innovation. Les subventions des principaux bailleurs de fonds de la recherche biomédicale visent généralement la recherche fondamentale. Cependant, les nouveaux outils, les plateformes et les produits nécessitent souvent des essais coûteux, cliniques ou sur des animaux, avant que les investisseurs ne s'engagent. Les découvertes restent donc non financées, inachevées et laissées de côté.

Sigles, acronymes et abréviations

Ce rapport comprend les acronymes et abréviations définis ci-dessous :

3D	Tridimensionnel	G7	Groupe des Sept : une organisation intergouvernementale constitué du Canada, de la France, de l'Allemagne, de l'Italie, du Japon, de l'Espagne, de l'Italie, du Royaume-Uni et des États-Unis.
AMC	Association médicale canadienne		
Amii	Institut d'intelligence artificielle de l'Alberta		
ASC	Agence spatiale canadienne		
CCRC	Comité de coordination de la recherche au Canada	G20	Le Groupe des Vingt : un forum international pour les gouvernements et les gouverneurs des banques centrales de 19 pays et de l'Union européenne.
CNRC	Conseil national de recherches du Canada		
CR	Capital-risque	IA	Intelligence artificielle
CRSHC	Conseil de recherches en sciences humaines du Canada	ICRA	Institut canadien de recherches avancées
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada	iHAB	Module d'habitation internationale de la station lunaire Gateway
ESA	Agence spatiale européenne	IRSC	Instituts de recherche en santé du Canada
FCI	Fondation canadienne pour l'innovation	ISDE	Ministère de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique
FFPM	Forces, faiblesses, possibilités et menaces	ISECG	Groupe international de coordination de l'exploration spatiale
FPT	Compétences fédérales, provinciales et territoriales	LEO	Orbite basse terrestre



Mila	Institut québécois d'intelligence artificielle	RV	Réalité virtuelle
NASA	National Aeronautics and Space Administration	SAC	Services aux Autochtones Canada
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques	SMRC	Société de la médecine rurale du Canada
ONU	Organisation des Nations Unies	SSI	Station spatiale internationale
PAEL	Programme d'accélération de l'exploration lunaire	STIM	Sciences, technologie, ingénierie et mathématiques
PCCC	Partenariat canadien contre le cancer	TI	Technologies de l'information
PDG	Président-directeur général	UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
PIB	Produit intérieur brut		
PME	Petites et moyennes entreprises		
QS	Classement mondial des universités Quacquarelli Symonds		
R-D	Recherche et développement		
RA	Réalité augmentée		
RSPN	Régie de la santé des Premières Nations		

Plans d'exploration humaine de l'espace lointain

A.1 Groupe international de coordination de l'exploration spatiale

En 2007, la communauté internationale de l'exploration spatiale s'est unie autour d'une vision commune de ce qui succédera à la Station spatiale internationale (SSI), dans le but d'étendre la présence humaine au-delà de l'orbite basse terrestre. Le Groupe international de coordination de l'exploration spatiale (ISECG) a alors été créé. Le Canada a été un partenaire fondateur et en assure aujourd'hui la présidence.

L'ISECG ne cesse d'augmenter le nombre de ses membres, ce qui témoigne de l'intérêt croissant pour l'exploration spatiale. Au moment de la rédaction de ce rapport, il y a 26 agences membres.

A.2 Feuille de route mondiale pour l'exploration

L'ISECG met régulièrement à jour et publie une *Feuille de route mondiale pour l'exploration* consensuelle. La troisième édition a été publiée en janvier 2018. Ses éléments principaux sont :

- Poursuivre le développement de technologies de survie toujours plus fiables et autres technologies spatiales en utilisant la SSI et divers analogues terrestres.
- Construire la station spatiale lunaire Gateway, une mini station spatiale en orbite lunaire, accessible avec les vaisseaux spatiaux du programme Artemis.
- Retourner des humains à la surface de la Lune, d'abord sous forme de sorties depuis Gateway, puis avec un avant-poste plus permanent à la surface de la Lune.
- Ouvrir la voie à des missions humaines vers Mars, en s'appuyant sur les technologies développées pour les missions susmentionnées.

Un supplément à la Feuille de route a été publié à l'été 2020, les dernières mises à jour reflétant l'accent actuel sur la préparation des opérations sur la surface lunaire et l'intégration des capacités commerciales émergentes parmi les pays participants à l'ISECG.

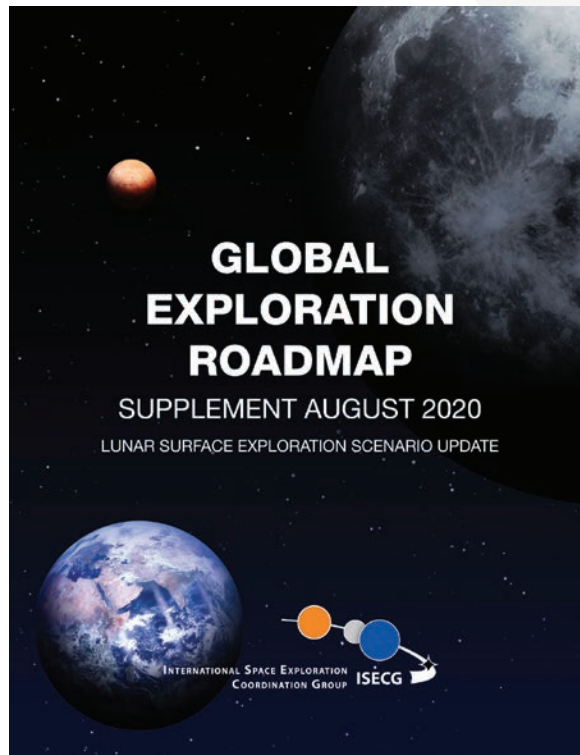


A.3 Station spatiale lunaire Gateway et Canadarm3

La station spatiale lunaire Gateway est une collaboration internationale dirigée par la NASA. La proximité de la Lune, à seulement trois jours de distance, en fait un environnement relativement sécuritaire pour tester des technologies et des systèmes spatiaux novateurs pour les futures missions dans l'espace lointain, en particulier en ce qui concerne les impacts sur la santé humaine et l'habitation.

Conçue comme une mini station spatiale sur une orbite lunaire hautement elliptique, Gateway constituera une base pour l'exploration durable et à long terme de la Lune. Une fois entièrement assemblée, elle pourra accueillir un équipage de quatre astronautes, qui vivront et travailleront à cet avant-poste jusqu'à trois mois de suite. Gateway servira également de plateforme d'étape pour les sorties robotiques et humaines vers la surface lunaire. Contrairement à la SSI, Gateway n'accueillera pas d'équipages de façon permanente. Pour cette raison, elle sera hautement automatisée.

L'assemblage se fera par étapes. Une fois terminé, l'avant-poste comprendra un module d'alimentation et de propulsion, un module d'habitation et de logistique, un module de communication, des ports d'amarrage, un sas pour les sorties dans l'espace et le Canadarm3, la contribution du Canada. Ce système robotique hautement autonome aura recours à une vision artificielle avancée et aux progrès de l'intelligence artificielle (IA) pour effectuer des tâches sans intervention humaine, garantissant ainsi des opérations sécuritaires et durables pour Gateway.



Page couverture de la *Feuille de route mondiale de l'exploration* (supplément d'août 2020, en anglais seulement).



Un concept d'artiste de la station spatiale Gateway, une petite station spatiale en orbite autour de la Lune. Le système robotique intelligent du Canada, le Canadarm3, est visible. Source : NASA

A.4 Programme Artemis

L'objectif du programme Artemis est de transporter des humains sur la Lune de manière durable au cours de cette décennie, en préparation de l'exploration humaine de Mars. Ses principaux composants sont une nouvelle fusée puissante, le Space Launch System, une capsule pour l'espace lointain, le vaisseau spatial Orion, et un atterrisseur lunaire.

La mission Artemis I, prévue pour 2022, sera un vol d'essai sans équipage vers l'orbite lunaire. Le premier vol d'essai avec équipage, Artemis II, prévu deux ans plus tard, doit envoyer des astronautes pour un voyage de huit jours autour de la Lune et retourner sur Terre, afin de tester les capacités du vaisseau spatial Orion et de recueillir de précieuses données d'essai en vol. L'équipage de quatre personnes d'Artemis II comprendra un astronaute de l'ASC. Le Canada sera ainsi le deuxième pays après les États-Unis à envoyer un astronaute dans l'espace lointain.

La mission suivante, Artemis III, vise à faire atterrir sur la Lune la première femme astronaute et le premier astronaute issu d'une minorité visible.

Cet équipage de quatre personnes doit d'abord s'amarrer à la station spatiale lunaire Gateway. Deux des astronautes doivent ensuite piloter un atterrisseur vers le pôle sud de la Lune, où ils devraient passer une semaine à explorer la surface de la Lune et à réaliser des expériences scientifiques.

Les missions suivantes seront dirigées vers Gateway, qui soit sera le terminus, soit sera utilisée comme base pour des sorties vers la surface lunaire. Le Canada a obtenu un autre vol pour un astronaute de l'ASC vers la station spatiale lunaire Gateway, à une date qui reste à déterminer.

La phase suivante consistera à développer progressivement l'infrastructure de surface, pour aboutir à une base lunaire autonome axée sur la mobilité, l'exploration et la science, en vue de créer une économie lunaire viable.

Remarque : Le programme Artemis ne doit pas être confondu avec les accords Artemis, un accord international signé en 2020 par le Canada, les États-Unis, l'Australie, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, les Émirats arabes unis et le Royaume-Uni, qui établit comment les pays peuvent coopérer pour mener de manière pacifique et responsable l'exploration de la Lune.

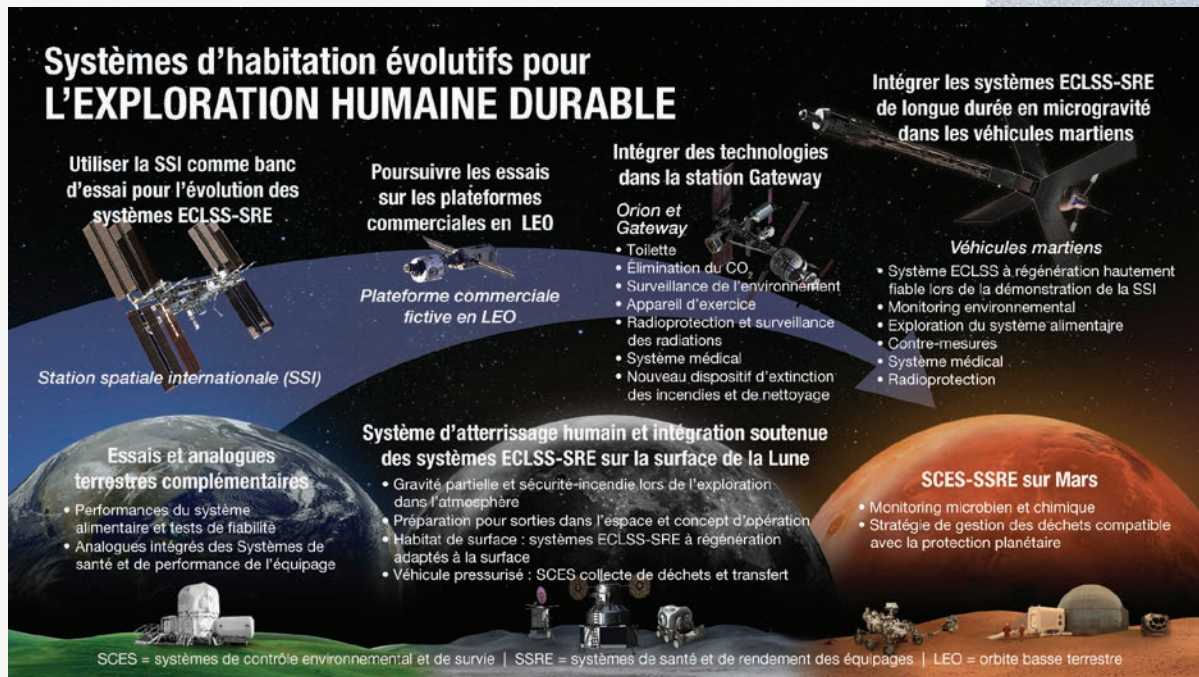




A.5 Voyage vers Mars

L'exploration de Mars est un objectif des programmes spatiaux depuis des décennies. En s'inspirant de la Feuille de route mondiale pour l'exploration, les partenaires internationaux travaillent à la réalisation de cet objectif à long terme aux côtés du secteur de l'exploration spatiale commerciale, qui connaît une croissance rapide. Un échéancier ambitieux a été fixé : les premiers humains devraient arriver sur la surface de Mars à la fin des années 2030, probablement précédés de missions robotisées pour préparer leur arrivée.

Les défis d'une telle mission sont considérables, qu'il s'agisse de son étonnante complexité technologique et opérationnelle ou des risques incroyables de cet environnement spatial hostile. Une présence humaine durable dans l'environnement lunaire sera essentielle pour tester, démontrer et maîtriser les systèmes nécessaires à ce voyage, en utilisant la Lune comme un analogue de Mars pour progresser vers l'indépendance vis-à-vis de la Terre. Gérer les menaces d'une exposition prolongée dans l'espace sur la santé et le rendement humain, et permettre l'autonomie médicale de l'équipage est considérée comme un défi clé pour le succès de ces missions ambitieuses et périlleuses. C'est là que réside l'importance d'un rôle envisagé pour le Canada dans les soins de santé dans l'espace lointain.



Besoins cliniques, biomédicaux et de rendement des missions dans l'espace lointain

B.1 Concept d'opération actuel de la médecine spatiale

Depuis les débuts de l'exploration spatiale, les spécialistes de la médecine spatiale se sont penchés sur les conséquences des vols spatiaux sur la santé des astronautes. Leurs objectifs sont triples :

- Optimiser la santé et la condition physique des astronautes avant le vol.
- Fournir des soins de santé pendant le vol, en maintenant le bien-être et le rendement de l'équipage, tant sur le plan physique que mental.
- Assurer la réhabilitation après le vol de la vie sur Terre.

Ce domaine est connu sous le nom de médecine spatiale opérationnelle. Des progrès considérables ont été réalisés dans la prestation des soins et la recherche, les cliniciens et les ingénieurs biomédicaux ayant réussi à mettre au point des mesures de prévention pour traiter la plupart des problèmes médicaux liés aux vols spatiaux.

Cet effort vise à réduire le risque global de la mission, en s'attaquant à ce que l'on appelle le « risque lié au système humain ». La recherche vise à atténuer les effets des vols spatiaux sur la santé humaine et contribue à informer les concepteurs d'engins spatiaux et les planificateurs de missions sur la meilleure façon de protéger les équipages et d'optimiser leur rendement.

Jusqu'à présent, les soins médicaux dans l'espace reposaient sur le concept de télémédecine, la santé globale des membres de l'équipage étant supervisée par des équipes au sol. Les soins sont gérés depuis le centre de contrôle de mission par le médecin de vol, un médecin spécialisé dans les soins aux équipages spatiaux, avec le soutien d'ingénieurs biomédicaux et d'un réseau de consultants surspécialisés.

Les troubles attendus et courants sont diagnostiqués et traités à bord par un astronaute ayant une formation médicale poussée, désigné comme le médecin de bord. Les problèmes plus rares ou plus compliqués sont gérés en coordination avec l'équipe au sol par l'équipe du médecin de vol. Cela est rendu possible par une communication



vocale abondante et en temps réel entre l'équipe au sol et l'équipage, facilitée par la transmission à large bande passante des données de santé.

En cas de situation médicale critique ne pouvant être résolue facilement dans l'espace, le membre d'équipage malade recevrait d'abord un traitement stabilisateur à bord, puis serait renvoyé sur Terre pour y recevoir les traitements indiqués. Ce concept de « stabilisation et de transport » n'a heureusement pas été nécessaire jusqu'à présent, mais il constitue une option, étant donné la proximité relative de la SSI par rapport à la Terre.

B.2 Santé et rendement de l'équipage en mission dans l'espace lointain

Le modèle actuel ne fonctionnera pas lorsque les astronautes s'aventureront au-delà de l'orbite terrestre pour des périodes prolongées sur la surface de la Lune, sur Mars et au-delà. Cette nouvelle catégorie de missions emmènera les astronautes au-delà d'un point pratique de non-retour. La Lune est environ 1 000 fois plus éloignée de la Terre que la SSI et Mars est environ 1 000 fois plus éloignée que la Lune.

Les missions dans l'espace lointain exacerberont les facteurs de stress physique et psychologique déjà présents sur la SSI :

- Retards au niveau des communications avec une latence à sens unique pouvant aller jusqu'à 20 minutes pour la transmission des signaux vocaux et des données entre la Terre et l'espace lointain
- Aucune option d'évacuation médicale, étant donné la distance
- Une durée plus longue : une mission aller-retour vers Mars, par exemple, devrait durer deux ans et demi, alors que les expéditions habituelles vers la SSI durent environ six mois
- Après s'être adapté à la microgravité pendant la durée du transit, l'équipage devra, lors de l'atterrissage sur une surface planétaire

ou lunaire, s'adapter à l'environnement gravitationnel partiel, puis s'adapter à nouveau à la microgravité sur le chemin du retour

- Volume, masse et puissance limités des équipements et des systèmes à bord
- Exposition à des niveaux élevés de rayonnements ionisants au-delà du champ magnétique protecteur de la Terre
- Consommation d'aliments transformés à longue durée de conservation
- Bruit ambiant élevé et continu provenant de l'équipement à bord
- Taille limitée de l'équipage
- Stress lié à l'isolement et au confinement extrêmes
- Risque de troubles de l'humeur pendant les longs transits dans l'espace lointain, en l'absence de connexion visuelle avec la Terre, car même les vols spatiaux peuvent être ennuyeux!
- Défis en matière de vie privée et d'habitabilité
- Relations avec la famille et les amis davantage mises à l'épreuve
- Risque accru de sentiment d'éloignement envers les équipes de soutien au sol

B.3 Évaluation des risques médicaux

Compte tenu de la quantité limitée d'équipements médicaux pouvant être emportés, une étape cruciale de la planification des soins médicaux pour les missions dans l'espace lointain consiste à décider des situations médicales pour lesquelles il faut équiper et préparer l'équipage.

Ces décisions sont éclairées par l'examen de situations médicales qui se sont produites dans des environnements analogues, comme dans les stations de recherche en Antarctique et à bord de sous-marins (accidents vasculaires cérébraux, appendicites, calculs rénaux, fractures osseuses, cancer, hémorragies intracérébrales et maladies psychiatriques).

Les modèles statistiques tels que le modèle médical intégré de la NASA calculent la probabilité d'apparition de diverses pathologies. Lorsqu'on les cumule en fonction de la gravité clinique de ces affections, on obtient un risque médical global pour un profil de mission donné.

Le tableau 1 classe un certain nombre d'affections médicales possibles dans l'espace lointain, celles qui sont considérées comme courantes et prévues lors d'une mission dans l'espace lointain, celles qui sont plus graves et plus rares, mais qui restent probables, et celles qui sont peu probables et plus graves, mais auxquelles il faut se préparer. Il faut ensuite décider en connaissance de cause d'ignorer les autres affections qui sont soit trop improbables, soit impossibles à traiter avec une formation médicale limitée, soit exigent trop de ressources pour être gérées de manière réaliste. Des séquelles graves ou le décès d'un membre d'équipage affecté sont sobrement acceptés en tant que pronostics possibles. Une formation en éthique médicale et en soins de fin de vie fera naturellement partie de la formation des équipages de l'espace lointain.

Tableau 1 – Conditions médicales anticipées dans l'espace lointain

Fréquentes/prévues	Occasionnelles	Rares, mais auxquelles il faut se préparer	Non traitées*
Mal des transports dans l'espace Congestion nasale/sinusale Constipation Mal de tête Mal de dos Infection des voies respiratoires supérieures Lacération mineure Traumatisme musculo-squelettique Irritation cornéenne Insomnie	Formation de calculs rénaux Rétention urinaire aiguë Dysrythmie cardiaque : - Extrasystoles - Bigéminie - Tachycardie supraventriculaire - Tachycardie ventriculaire (asymptomatique) Infection urinaire Gastroentérite Prostatite Otite moyenne séreuse Dermate de contact Accident de décompression (douleurs articulaires) Quasi-noyade après une défaillance de la combinaison spatiale Aspiration d'un corps étranger	Maladie des rayons Accident de décompression sévère Barotraumatisme Ostéoporose Convulsions Anaphylaxie Angoisse Dépression Surdosage ou mauvais usage de médicaments Traitement palliatif Diverticulite Appendicite Choc septique Récidive de l'herpès Cellulite Otite moyenne/externe Problèmes dentaires - Carie - Pulpite - Mal de dents - Avulsion, perte Pénétration de l'œil Amputation d'un membre (salvatrice) Traumatisme thoracique/pneumothorax Obstruction des voies respiratoires Choc hémorragique Brûlure (thermique ou chimique) Inhalation de fumée	Choc cardiogénique Tumeur maligne Glaucome aigu Syndrome du compartiment Traumatisme crânien Choc hypovolémique Fracture de la colonne lombaire

*Vue d'ensemble des conditions médicales qui se sont produites ou peuvent se produire pendant un vol spatial. Adapté de Barratt et Pool et Watkins. *Les conditions non traitées sont soit hautement improbables, soit impossibles à traiter avec une formation médicale limitée, soit nécessitent trop de ressources pour être traitées.*



B.4 Élargissement du rôle du médecin de bord

Dans l'espace lointain, les opérations médicales devront se faire sans aide extérieure, car il sera impossible de consulter et de faire intervenir en temps réel les équipes médicales sur Terre. En effet, certaines des responsabilités actuellement assumées par le médecin de vol au sol seront dévolues au médecin de bord. Le médecin de bord devra donc être un médecin largement expérimenté, possédant des qualifications en médecine spatiale et en médecine d'urgence, ainsi qu'une formation chirurgicale de base, car il est probable qu'une intervention chirurgicale soit nécessaire dans certains cas au cours d'une mission de longue durée.

Les compétences cliniques et procédurales nécessiteront une formation/valorisation avancée de l'équipage, en plus d'une formation et d'une simulation « juste à temps » pendant ces longs vols pour conserver les compétences médicales. Les méthodes quantitatives d'évaluation du rendement et les modèles d'éducation basés sur les compétences contribueront à garantir une formation ciblée sur les tâches pertinentes pour la mission à accomplir.

B.5 Systèmes médicaux embarqués pour les missions dans l'espace lointain

Les systèmes médicaux embarqués seront plus intelligents que l'équipement utilisé pour fournir des soins de santé dans les engins spatiaux antérieurs. Les réseaux d'information numériques intégreront des capteurs portés par l'équipage et le suivi des activités de l'équipage, comme la consommation de nourriture et de boissons, le sommeil et l'exercice. La mémoire de l'ordinateur de bord sera précieuse et la capacité de transmission des données vers la Terre sera limitée. Par conséquent, les données biomédicales devront être analysées en temps réel par des systèmes dotés de l'IA, les données brutes

n'étant pas conservées. Les systèmes d'aide à la décision clinique aideront le médecin de bord à maintenir la santé de l'équipage et à diagnostiquer et traiter les maladies.

L'envergure des installations de soins médicaux embarquées sera limitée et consistera en des troussees médicales compactes dotées d'un éventail d'équipements ambulatoires, de réanimation et chirurgicaux, de concert avec l'impression tridimensionnelle d'instruments biomédicaux et peut-être même la production sur place de médicaments. Puisque l'évacuation médicale sera impossible, les installations médicales embarquées devront fournir des soins complets et définitifs pour toute la gamme de problèmes médicaux envisagés.

Le système de soins de santé dans l'espace lointain fourni par le Canada pourrait comprendre :

- Surveillance non invasive des signes vitaux avec contrôle des données en temps réel fondé sur l'IA
- Analyseur compact d'échantillons biologiques au point de service (« laboratoire sur puce »)
- Système de surveillance de l'hygiène de l'environnement pour le vaisseau spatial et l'habitat
- Imagerie médicale polyvalente et légère comme l'échographie assistée par IA
- Base de données de connaissances médicales avec aide à la décision médicale
- Formation et simulation procédurales et soutien avec visualisation en réalité augmentée
- Fabrication de dispositifs médicaux tridimensionnels dans l'espace
- Programme intégré et automatisé de maintien de la santé et de prévention des blessures pour l'équipage
- Centre de contrôle des opérations médicales établi au Canada avec un large réseau de consultants disponibles à l'appui de la télémédecine, selon les besoins

B.6 Autres systèmes liés à la santé de l'équipage

Le maintien de la santé de l'équipage sera essentiel au succès de la mission. Les appareils d'exercice conçus pour minimiser le déconditionnement cardiovasculaire et musculo-squelettique seront, par nécessité, plus petits que ceux actuellement utilisés à bord de la SSI. Ils pourraient comprendre une composante de réalité virtuelle pour permettre à l'équipage de « s'échapper » mentalement de l'environnement de bord pendant l'exercice.

Des matériaux de protection contre les radiations seront intégrés à la structure du vaisseau spatial pour protéger l'équipage contre les radiations ionisantes. Un endroit sûr sera également prévu pour protéger l'équipage contre les fortes doses de rayonnement en cas d'éruption solaire majeure.

Les équipages devront être moins dépendants du réapprovisionnement en équipement. Compte tenu de l'éloignement de la Terre, le ravitaillement de l'engin spatial ou de son habitat en eau, en air, en nourriture, en vêtements ou en pièces de rechange sera limité, voire impossible. Les systèmes des engins spatiaux devront donc être fiables, robustes et fonctionner de manière autonome. L'équipage devra également être capable de les entretenir et de les réparer en ne bénéficiant que d'une surveillance et d'une gestion limitées de la part des contrôleurs de vol au sol. Les systèmes de survie, notamment la régénération de l'air des cabines, la récupération des eaux usées et la collecte et le traitement des déchets humains, devront être en boucle quasi fermée et surpasser en qualité et en fiabilité ceux des engins actuels. Les futurs habitats pourraient être dotés de modules horticoles qui s'ajouteront en complément aux systèmes de survie et fourniront des aliments frais.

La surveillance de l'environnement à l'intérieur de l'engin spatial, par exemple de l'atmosphère dans la cabine, de la qualité de l'eau et des niveaux sonores, ne se fera plus par l'envoi d'échantillons d'air et d'eau au sol aux fins d'analyse. Les membres de l'équipage devront effectuer une analyse à bord et suivre dans cette optique une formation pour identifier les contaminants d'origine microbienne.



Annexe C

Mandat

Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain

Contexte

En 2017, l'Agence spatiale canadienne (ASC ou l'Agence) a mis sur pied un groupe de travail composé de professionnels de la santé canadiens (connu sous le nom de Groupe d'experts sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain) chargé d'envisager un rôle possible du Canada dans les soins de santé et le rendement des astronautes lors de missions dans l'espace lointain. Ce groupe d'experts, dont les membres ne font pas partie de l'ASC, a été invité à recommander à l'ASC un rôle qui serait essentiel, visible, échelonnable, abordable et socialement bénéfique pour les Canadiens, et qui s'appuierait sur la réputation de notre pays en tant que chef de file respecté parmi les nations spatiales.

Après cinq mois de délibérations, le groupe a fait part de ses conclusions au président de l'ASC. Globalement, sa suggestion est que l'Agence et un partenariat d'intervenants nationaux devraient tenter de décrocher un rôle de chef de file en prestation de soins de santé aux astronautes dans

l'espace lointain avant le lancement des missions d'exploration de Mars. Le groupe a présenté quatre recommandations, la dernière étant :

Afin d'appuyer l'Agence spatiale canadienne dans le développement et la mise en œuvre de cette initiative potentielle, il incomberait de mettre sur pied un organisme de collaboration multidisciplinaire représentant l'expertise du Canada dans les créneaux liés aux opérations spatiales et à la prestation de services en santé, et alliant des compétences aux niveaux commercial, de la recherche et du gouvernement.

Ce mandat définit les fonctions de « l'organisme de collaboration multidisciplinaire » mentionné dans cette quatrième recommandation. Connue sous le nom de Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain et relevant du président de l'Agence, cet organisme s'appuie sur les travaux du groupe d'experts et fait progresser la définition d'un rôle possible du Canada en matière de soins de santé et de rendement des astronautes pendant les missions dans l'espace lointain.

Mandat

Le Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain (« Conseil consultatif » ou « Conseil ») aidera l'ASC à définir en détail un éventuel programme de soins de santé dans l'espace lointain pour le Canada qui soit essentiel à l'échelle nationale, visible, échelonnable, abordable et socialement bénéfique. Le Conseil recommandera la vision, la mission et les valeurs du programme et désignera les intervenants nationaux adéquats.

Responsabilités

Alors que le groupe d'experts a établi en quoi consisterait une initiative potentielle de soins de santé dans l'espace lointain du Canada et présenté les raisons pour lesquelles il devrait y en avoir une, le Conseil consultatif traitera de la manière de la mettre en place, et de qui le fera.

Les tâches du Conseil consultatif sont en particulier les suivantes :

1. Formuler des recommandations

En consultation avec l'ASC et d'autres experts, le Conseil formulera des recommandations sur la façon de définir un programme national à plusieurs partenaires à l'égard des soins de santé et du rendement des astronautes. Plus précisément, le Conseil devra :

- Recommander les domaines prioritaires à prendre en compte dans le cadre d'un éventuel programme de soins de santé dans l'espace lointain du Canada.
- Désigner des intervenants nationaux potentiels dont les mandats et priorités concordent avec ceux du programme de soins de santé dans l'espace lointain du Canada et de l'Agence et proposer une structure organisationnelle pour un partenariat multilatéral.
- Faciliter l'engagement de l'ASC auprès des communautés canadiennes des soins de santé, de la biomédecine, des sciences et du rendement, ainsi que les communautés

autochtones et gouvernementales et leurs membres concernés.

- Formuler et articuler des idées et des concepts qui pourraient être présentés à ces communautés dans le but de définir collectivement un rôle potentiel du Canada pour les soins de santé dans l'espace lointain
- Concevoir l'écosystème du partenariat multilatéral et ses liens d'interdépendance avec d'autres partenaires nationaux et internationaux
- Cerner les ressources pertinentes des différents intervenants et définir la nature potentielle de leurs contributions (fonctionnelles, financières, en nature)
- Désigner d'autres intervenants clés qui n'appartiennent pas au programme de soins de santé dans l'espace lointain

2. Fournir des avis d'expert

À titre de chefs de file nationaux dans le domaine des soins de santé, les membres du Conseil consultatif fourniront à l'Agence des avis d'expert sur les aspects cliniques, techniques, scientifiques, programmatiques et sociaux d'une initiative de soins de santé dans l'espace lointain. Ils offriront également leur avis sur les plans d'innovation et de transfert des connaissances et sur les priorités d'investissement.

3. Participer au développement de la conscience nationale

Le Conseil consultatif appuiera l'ASC pour déterminer la vision et les objectifs d'un éventuel rôle du Canada dans les soins de santé dans l'espace lointain et pour susciter de l'enthousiasme à cet égard. L'ASC communiquera ces éléments aux principaux intervenants, aux décideurs, aux médias et au public.



Les responsabilités du Conseil consultatif ne comprennent pas les éléments suivants :

- Le calcul détaillé des coûts et du budget du programme potentiel de soins de santé dans l'espace lointain du Canada
- Jouer un rôle de représentant de l'ASC ou agir en son nom, y compris, sans toutefois s'y limiter, discuter, conclure ou négocier des ententes ou des arrangements de quelque nature que ce soit avec de quelconques tiers
- Tenir des discussions avec des partenaires potentiels et négocier un rôle pour le Canada dans les soins de santé dans l'espace lointain
- Communiquer la vision et les objectifs de l'ASC à qui que ce soit

Ces responsabilités incombent à l'Agence spatiale canadienne.

Affiliations

Les membres du Conseil sont choisis en raison de leur statut d'experts et parce qu'ils ont fait preuve de leadership au sein de leurs communautés professionnelles. Il s'agit de personnes chevronnées, influentes et disposant de bons réseaux de contacts qui sont capables de faciliter l'engagement de l'ASC auprès des intervenants potentiels aux plus hauts échelons. Collectivement, les compétences, les connaissances et l'expérience des membres du Conseil consultatif contribueront au mandat et aux tâches du groupe.

Chacun des membres accepte volontairement de participer au Conseil consultatif.

Les membres incarneront la diversité (sexe, régions, ethnicité, âge) et l'expertise dans les domaines de la pratique clinique, de la santé publique, de la recherche, de la technologie, de la fonction publique, du commerce, des questions opérationnelles spatiales et des affaires autochtones.

Le Conseil consultatif sera composé de membres issus, entre autres, de ces secteurs liés à l'espace et aux soins de santé :

- Anciens astronautes et autre industrie spatiale
- Industrie et établissements d'innovation en soins de santé
- Établissements de recherche concernés (p. ex. CNRC, IRSC)
- Organisations de professionnels de la santé concernées (p. ex. : Association médicale du Commonwealth, Société de la médecine rurale du Canada, experts en santé autochtone)
- Ministères fédéraux collaborateurs (p. ex. ISDE, SC, DGSPNI)
- Un membre international (NASA)

Les personnes, organisations et groupes d'intérêts spéciaux qui peuvent avoir un conflit d'intérêts ou un intérêt direct en lien avec un programme définitif ou présenter un risque réel, potentiel ou perçu de conflit d'intérêts sont exclus de toute participation.

Le Conseil consultatif comprend également trois postes de membre d'office :

- Médecin de vol, ASC
- Directeur général, Politiques, ASC
- Directeur général, Exploration spatiale, ASC

Durée

Le Conseil consultatif remettra son rapport et ses recommandations au président de l'Agence spatiale canadienne. Ultimement, le gouvernement du Canada et l'Agence spatiale canadienne sont responsables de décider du rôle potentiel du Canada dans l'exploration spatiale humaine de l'espace au-delà de la SSI.

Le Conseil consultatif sera maintenu jusqu'au 31 décembre 2020 ou jusqu'à ce que l'ASC juge qu'il a rempli son mandat.

Biographies des membres du Conseil consultatif



Dr Robert Thirsk (président)

Astronaute à la retraite, Agence spatiale canadienne

Le Dr Robert Thirsk a obtenu un diplôme en génie mécanique de l'Université de Calgary ainsi que du Massachusetts Institute of Technology (MIT). Il est également titulaire d'un doctorat en médecine de l'Université McGill et d'une maîtrise en administration des affaires de la Sloan School of Management du MIT.

M. Thirsk s'est envolé deux fois dans l'espace à titre de membre du corps d'astronautes de l'Agence spatiale canadienne. En 1996, il était à bord de la navette spatiale Columbia avec six autres membres d'équipage provenant d'autres pays dans le cadre de la mission Spacelab sur la vie et la microgravité. Cette mission de 17 jours a été consacrée à l'étude des sciences de la vie et des matériaux.

En 2009, M. Thirsk a de nouveau quitté la Terre, cette fois à bord d'une fusée Soyouz pour se rendre à la Station spatiale internationale (ISS). À titre de membre de la mission 20/21 à bord de la SSI, lui et ses cinq coéquipiers ont mené des travaux de recherche multidisciplinaire qui ont profité à la Terre et ont pavé la voie de l'exploration spatiale future. Durant cette expédition de 188 jours, l'équipage de la mission 20/21 a aussi effectué des opérations robotiques et exécuté des travaux d'entretien des systèmes et des charges utiles sur la station. M. Thirsk est un fervent défenseur d'une économie fondée sur l'exploration et l'innovation. Il encourage les étudiants à réaliser leurs rêves professionnels en misant sur une solide base pédagogique et sur l'acquisition de compétences de pointe.



Diane Côté

PDG, MEDTEQ+

Consortium de recherche industrielle et d'innovation

Diane Côté est la PDG de MEDTEQ+, dont la mission est d'accélérer la mise au point de solutions novatrices dans le domaine de la santé grâce à des projets collaboratifs impliquant des équipes de partenaires des secteurs industriel, académique et de la médecine clinique. Elle est membre du conseil de direction de la Digital – Hôpital – Découverte – Plateforme (DHDP) dirigée par Imagia et l'Institut de recherche Terry Fox. Elle est également membre du Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain de l'Agence spatiale canadienne.

M^{me} Côté était vice-présidente du conseil d'administration du Fonds de recherche du Québec – Santé (FRQ-S). Elle a été membre du groupe consultatif sur les sciences de la vie d'Affaires mondiales Canada et membre du conseil d'administration d'AlterGo, une organisation sans but lucratif faisant la promotion de l'inclusion sociale des personnes souffrant de handicaps fonctionnels. M^{me} Côté a antérieurement occupé le poste de vice-présidente — Québec de Medtech Canada, l'association nationale créée par et pour l'industrie canadienne des technologies médicales. Dans le cadre de son travail au sein de l'industrie, elle a occupé le poste de PDG d'une entreprise de technologies des soins de santé spécialisée dans les réseaux IA et neuronaux pour les outils de gestion des risques cliniques. Elle a occupé divers postes de gestion chez IBM Canada. Elle a également dirigé des mandats de planification stratégique, de financement et de partenariats chez Innovitech, un courtier stratégique dans la mise au point de modèles économiques et commerciaux novateurs.



Valérie Gideon Ph. D.

Sous-ministre déléguée, Services aux Autochtones Canada

M^{me} Valérie Gideon est membre de la nation micmaque de Gesgapegiag au Québec et est la fière maman de deux jeunes filles.

Elle occupe actuellement le poste de sous-ministre déléguée de Services aux Autochtones Canada. De 2018 à 2020, elle a occupé le poste de sous-ministre adjointe principale, Direction générale de la santé des Premières Nations et des Inuits (DGSPNI) à Services aux Autochtones Canada. De 2012 à 2017, elle a occupé le poste de sous-ministre adjointe des Opérations régionales de Santé Canada. De 2011 à 2012, elle était directrice générale, Politique, planification et analyse stratégiques, à la DGSPNI. De 2007 à 2010, elle a occupé le poste de directrice régionale, Santé des Premières Nations et des Inuits, Région de l'Ontario, à Santé Canada.

Avant que M^{me} Gideon ne joigne les rangs de Santé Canada, son expérience de travail consistait surtout à défendre les droits en santé des Premières Nations en tant que directrice principale de la santé et du développement social à l'Assemblée des Premières Nations et de directrice du Centre des Premières Nations de l'Organisation nationale de la santé autochtone. En 2004, elle a été nommée présidente du Comité d'examen par les pairs sur la santé des Autochtones des Instituts de recherche en santé du Canada.

Elle est titulaire d'un doctorat (palmarès du doyen) en communications de l'Université McGill, à Montréal, qu'elle a obtenu en 2000. Sa thèse portait sur la télémédecine et l'habilitation des citoyens. Elle avait auparavant obtenu une maîtrise ès arts en 1996 à l'Université McGill. Elle est membre fondatrice de la Société canadienne de télésanté et ancienne membre du conseil d'administration du YMCA-YWCA de la région de la capitale nationale.



Dr Rick Glazier

Directeur scientifique, Institut des services et des politiques de la santé des Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC)

Le Dr Glazier est le directeur scientifique de l'Institut des services et des politiques de la santé des Instituts de recherche en santé du Canada. Il est également scientifique principal à l'Institut de recherche en services de santé (IRSS), médecin de famille et scientifique du Centre MAP pour des solutions de santé urbaine de l'Hôpital St. Michael de Toronto, et professeur au Département de médecine familiale et communautaire de la Faculté de médecine de l'Université de Toronto, ainsi qu'à l'École de santé publique Dalla Lana. Il est l'auteur de plus de 300 publications dans des revues à comité de lecture et a été nommé l'un des 20 plus grands pionniers de la recherche en médecine familiale par le Collège des médecins de famille du Canada. De 2006 à 2018, il a été responsable du programme scientifique des soins primaires et de la santé de la population à l'IRSS.

Ses travaux de recherche portent notamment sur l'évaluation de la transformation du système de santé, sur les modèles de prestation de services de santé de première ligne, sur la santé des populations défavorisées, sur la prise en charge des maladies chroniques et sur les méthodes populationnelles et géographiques visant à améliorer l'équité en santé.

Le Dr Glazier a obtenu un diplôme en médecine de l'Université Western et a terminé sa résidence en médecine familiale à l'Université Queen's. Il a obtenu une maîtrise en santé publique à l'Université Johns Hopkins et a effectué une résidence en médecine préventive générale et en santé publique par l'entremise de l'Université Johns Hopkins et de l'Organisation mondiale de la santé.



Jas Jaaj

Associé directeur, Deloitte

À titre d'associé directeur, IA et données (y compris Omnia AI) à Deloitte, M. Jaaj supervise une équipe de renommée internationale composée de stratèges en intelligence artificielle, de scientifiques des données, d'ingénieurs en apprentissage machine, d'ingénieurs des données et de spécialistes des risques dont l'objet est d'aider les entreprises à atteindre une croissance importante en s'appuyant sur l'innovation, la technologie et la prise de décision fondée sur les données. Il défend également l'accélération du cabinet en vue de devenir une entreprise mettant l'IA au premier plan, en collaborant avec des dirigeants d'entreprise dans les domaines de l'audit, de la fiscalité, du conseil en matière de risques, du conseil financier et de la consultation pour intégrer l'IA et une approche fondée sur les données à toutes les offres dans les marchés clés et apporter une valeur différenciée aux efforts de transformation des clients de l'entreprise.

Fort de plus de 20 ans d'expérience dans les domaines de la technologie, des données et de l'IA, M. Jaaj travaille chez Deloitte depuis 13 ans et se spécialise dans la collaboration avec les grandes entreprises pour les faire passer d'entité consciente de l'IA à une entreprise accordant le premier plan à l'IA. Avant de se joindre à Deloitte et dans le cadre de ses précédentes fonctions au sein du cabinet, M. Jaaj s'est illustré en tant que chef de file de l'innovation, ayant dirigé de multiples initiatives dans le domaine des technologies émergentes, notamment les chaînes de blocs et les technologies numériques.

M. Jaaj est passionné par l'idée de stimuler l'économie canadienne en tirant parti de la puissance de l'IA. Il est un agent de changement et un conseiller actif auprès de plusieurs conseils d'administration externes et de l'écosystème des entreprises en démarrage dans le domaine de l'IA.



Dr Deepak Kaura

Médecin hygiéniste en chef, 1Qbit

Le Dr Deepak Kaura est radiologue pédiatrique et directeur médical de 1Qbit, une société de logiciels d'informatique quantique établie à Vancouver. À titre de chef de file de l'industrie, il a établi des partenariats avec des entreprises du secteur de la santé sur le plan des données en élaborant et en validant cliniquement plusieurs produits d'apprentissage automatique pour la radiologie et en collaborant avec Santé Canada pour élaborer et peaufiner la réglementation relative aux outils d'apprentissage automatique dans le domaine de la santé. M. Kaura est également vice-président du Réseau de santé CAN.

Avant ces nominations, il était président du conseil d'administration de Joule, une filiale de l'Association médicale canadienne. M. Kaura a également passé cinq ans au Qatar avec le Sidra Medical and Research Center et plus récemment en tant que président exécutif du Foundational Clinical Services Management Group où il a contribué à établir de nouvelles normes en matière de soins aux patients pour les femmes et les enfants et a dirigé des travaux innovateurs dans l'application de l'apprentissage automatique aux soins de santé. Il a également occupé des postes dans plusieurs sociétés médicales et scientifiques, notamment au sein du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada à titre de président de sous-spécialité en radiologie pédiatrique.

Il a obtenu sa maîtrise en administration des affaires à HEC Paris, est devenu FRCPC suite à une formation à Calgary, et a obtenu son doctorat en médecine à l'Université du Manitoba. Il a occupé le poste de professeur associé à l'Université Cornell et à l'Université de Calgary.



Gilles Leclerc (membre d'office)

Directeur général, Exploration spatiale, ASC

M. Gilles Leclerc s'est joint à l'Agence spatiale canadienne en 1989. Il a acquis de l'expérience en politique spatiale et en gestion de programmes dans le cadre de divers programmes nationaux et internationaux de développement technologique, de communications par satellite, d'observation de la Terre et de simulation de vol.

Entre 1997 et 2000, M. Leclerc a été affecté à l'ambassade du Canada à Paris à titre de conseiller pour les affaires scientifiques, technologiques et spatiales et de délégué du Canada auprès de l'Agence spatiale européenne. Il est devenu directeur, Gestion des technologies et des applications, et en 2004, directeur général, Technologies spatiales.

Depuis 2010, M. Leclerc est directeur général, Exploration spatiale, et dirige les travaux de l'Agence liés à l'exploration humaine et robotisée, notamment la participation du Canada au programme de la Station spatiale internationale, aux missions planétaires et d'astronomie, aux vols spatiaux habités (astronautes canadiens), aux sciences de la santé et à la médecine spatiale.

En 2013 et en 2014, M. Leclerc a occupé le poste de président par intérim et de vice-président de l'ASC. Il est le représentant du Canada aux conseils de contrôle multilatéraux de la Station spatiale internationale et de Gateway et préside actuellement le Groupe international de coordination de l'exploration spatiale, un forum de 26 agences spatiales.

M. Leclerc a fait des études en génie physique et en géophysique appliquée à l'Université Laval et à l'Université McGill.



Dr Keith MacLellan

Cofondateur, Société de la médecine rurale du Canada

Le Dr Keith MacLellan a obtenu un baccalauréat ès arts en histoire, un baccalauréat ès sciences en biologie moléculaire et un MDCM en médecine à l'Université McGill. Après un stage en rotation à St. John's (T.-N.-L.), il a travaillé comme omnipraticien dans le Nord de Terre-Neuve-et-Labrador et dans d'autres régions rurales ou éloignées du Canada. Il est omnipraticien à Shawville, au Québec, depuis plus de 35 ans, où il met à l'œuvre un large éventail de compétences en médecine, en soins intensifs et en chirurgie, ainsi qu'en recherche et en enseignement.

M. MacLellan est le cofondateur de la Société de la médecine rurale du Canada, qui compte maintenant plus de 1 900 membres dans les régions rurales et éloignées. Il a créé la conférence nationale annuelle sur la médecine rurale et éloignée et le cours national sur les soins intensifs en milieu rural, s'engageant à offrir aux médecins des régions rurales et éloignées une formation sur les compétences médicales canadiennes et internationales. Il milite activement à l'échelle nationale et internationale en matière de politiques en faveur de soins de santé équitables pour les collectivités rurales et éloignées, avec l'appui de nombreuses publications sur l'éducation et les politiques. Il s'intéresse à l'accès aux soins spécialisés dans les collectivités rurales et éloignées et aux principes fondamentaux de la pratique générale de la médecine. Il est professeur adjoint de médecine familiale à l'Université McGill et a été nommé membre de l'Ordre du Canada en 2014.



Dr Paul McBeth

Professeur clinicien agrégé de chirurgie et de soins intensifs, Université de Calgary

Le Dr McBeth est professeur clinicien agrégé des départements de chirurgie et de médecine des soins intensifs de l'Université de Calgary. Il a débuté sa carrière comme ingénieur avec une formation d'études supérieures en robotique chirurgicale et en évaluation de la performance humaine. Il a joué le rôle d'ingénieur clinique principal dans la conception et la mise au point du projet neuroArm, un système de robot neurochirurgical guidé par imagerie fondé sur les technologies mises au point pour le Canadarm.

M. McBeth a terminé sa formation d'études supérieures en chirurgie générale à l'Université de Calgary avec une formation sous-spécialisée en médecine des soins intensifs à l'Université de la Colombie-Britannique et en chirurgie des traumatismes au Elvis Presley Memorial Trauma Centre à Memphis au Tennessee. Dans le cadre de sa formation médicale, il a poursuivi ses recherches en robotique chirurgicale, en échographie à distance et en médecine aérospatiale. M. McBeth est également professeur auxiliaire à la Schulich School of Engineering, où il participe à plusieurs projets de développement technologique.

Paul mène des recherches dans le domaine de la chirurgie et de la robotique en soins actifs depuis 15 ans et a publié plus de 150 articles de revue scientifique, articles de conférence, abrégés et brevets dans ce domaine. Il dirige actuellement un programme de recherche pour appuyer le contrôle des systèmes intelligents pour le transport préhospitalier des patients gravement malades. De plus, il est un chef de file reconnu dans l'éducation médicale et chirurgicale.



Alex Mihailidis Ph. D.

Titulaire de la chaire de recherche Barbara G. Stymiest en technologie de la réadaptation, Université de Toronto et Toronto Rehabilitation Institute

Directeur scientifique, Réseau de centres d'excellence AGE-WELL

M. Alex Mihailidis est le vice-président associé des partenariats internationaux à l'Université de Toronto et le directeur scientifique du réseau de centres d'excellence AGE WELL qui axe ses efforts sur la mise au point de technologies et de services pour les personnes âgées. Il est professeur au département des sciences du travail et d'ergothérapie et en génie biomédical à l'Université de Toronto et titulaire d'une nomination conjointe au département des sciences informatiques dans cette même université.

M. Mihailidis mène des recherches dans le domaine de la technologie au service des personnes âgées depuis 17 ans et a publié plus de 200 articles de revue, articles de conférence et résumés dans ce domaine. Il est également très actif dans le domaine du génie de la réadaptation et a occupé le poste de président de RESNA (Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America). Il a été nommé fellow de l'organisme en 2014, soit un des plus grands honneurs dans ce domaine de recherche et de pratique.

M. Mihailidis a obtenu un baccalauréat en génie mécanique en 1996 et une maîtrise en génie biomédical en 1998 à l'Université de Toronto, de même qu'un doctorat en bio-ingénierie (techniques de la réadaptation) en 2002 à l'Université de Strathclyde (Glasgow, Écosse).



Mary Preville (membre d'office)

Vice-présidente, Politiques et programmes spatiaux, Agence spatiale canadienne

M^{me} Mary Preville s'est jointe à l'Agence spatiale canadienne en 2016. Elle est actuellement vice-présidente des politiques et programmes spatiaux et est dans ce rôle responsable des politiques, de la planification et des relations internationales et commerciales de même que des communications et des affaires publiques.

Auparavant, M^{me} Preville était directrice générale des sciences de la Terre à Ressources naturelles Canada, où elle était chargée de la logistique dans l'Arctique à l'appui des progrès scientifiques, du Programme sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques, ainsi que d'un certain nombre de questions internationales et stratégiques. Elle a pendant de nombreuses années été la dirigeante principale des programmes de recherche et de développement énergétiques; elle a passé deux ans à l'Agence internationale de l'énergie, à Paris.

M^{me} Preville est titulaire d'un baccalauréat en sciences (chimie) de l'Université McGill et d'une maîtrise en administration des affaires de l'Université d'Ottawa.



Dr Rob Riddell (membre d'office)

Médecin de vol, Agence spatiale canadienne

Le Dr Riddell s'est joint à l'Agence spatiale canadienne en mai 2018. Il a occupé le poste de médecin de vol suppléant de l'équipage pour la mission de l'astronaute David Saint-Jacques à la Station spatiale internationale en 2018-2019. Il occupe actuellement le poste de responsable médical pour les efforts de soins de santé liés à l'exploration spatiale dans l'espace lointain de l'ASC.

Au moment de se joindre à l'Agence, le maj. Riddell (retraité) était médecin-chef de la Force opérationnelle interarmées 2 (FOI-2), l'unité antiterroriste du Canada au sein des Forces armées canadiennes. Avant d'entreprendre sa carrière médicale, M. Riddell a servi comme officier d'infanterie et des opérations spéciales dans les Forces armées canadiennes, dont cinq ans comme officier d'assaut dans la FOI-2. Il a participé à plusieurs opérations en Bosnie, en Afghanistan et en Iraq. Son service au sein de la FOI-2 pendant la campagne de l'Afghanistan en 2002 lui a valu la Médaille du service méritoire décernée par le gouverneur général du Canada.

M. Riddell a obtenu un baccalauréat en génie chimique au Collège militaire royal en 1997. Il a obtenu son diplôme en médecine à l'Université Dalhousie, puis a fait sa résidence à l'Université de l'Alberta, exerçant la médecine familiale en milieu rural. Il continue de travailler dans le secteur clinique à temps partiel, à titre d'urgentologue dans des communautés rurales de l'Ontario et pour Project Trauma Support, un organisme d'aide aux membres des forces armées, aux vétérans et aux premiers répondants qui souffrent de blessures morales et de SSPT. M. Riddell dirige également Prevail, un nouveau programme de soins de santé en ligne de soutien aux membres des forces d'opérations spéciales du Canada pendant leur transition de la vie militaire à la vie civile.



Dr David Saint-Jacques

Astronaute, Agence spatiale canadienne

Le Dr David Saint-Jacques est un astronaute de l'Agence spatiale canadienne. Il est également astrophysicien, ingénieur, médecin et pilote.

Né à Québec, M. Saint-Jacques a toujours démontré de l'intérêt pour l'exploration du monde qui l'entoure. Avant de se joindre au programme spatial canadien, il a pratiqué la médecine familiale au sein de différentes communautés du nord du Canada longeant la baie d'Hudson. Il a auparavant travaillé comme astrophysicien dans des observatoires partout dans le monde.

M. Saint-Jacques a été sélectionné par l'Agence spatiale canadienne en mai 2009 et a déménagé à Houston pour prendre part à la 20^e classe d'astronautes de la NASA. Après avoir achevé la formation de base, il a occupé le poste de capcom (agent au sol assurant la liaison avec l'équipage en orbite) ainsi que diverses fonctions opérationnelles, de planification et de soutien au centre de contrôle de mission et au bureau des astronautes de la NASA.

Le 3 décembre 2018, M. Saint-Jacques a occupé le siège de copilote lors du vol d'une fusée Soyouz vers la Station spatiale internationale où il est demeuré 204 jours comme membre de l'Expédition 58/59, la plus longue mission canadienne à ce jour. Il a réalisé une série d'expériences scientifiques canadiennes et internationales. Qui plus est, il est devenu le quatrième astronaute de l'ASC à effectuer une sortie dans l'espace et le premier astronaute de l'Agence à utiliser le Canadarm2 pour arrimer une capsule spatiale de ravitaillement.



Dr Terrance Taddeo (en qualité d'observateur)

Médecin en chef, JSC NASA

Le docteur Terrance A. Taddeo est le médecin en chef du Johnson Space Center (JSC) de la NASA, un poste qu'il occupe depuis décembre 2016. À ce titre, M. Taddeo dirige une équipe de médecins expérimentés en médecine spatiale qui gèrent les risques pour la santé liés aux vols spatiaux habités, assurent la supervision technique médicale et sanitaire des programmes de vols spatiaux habités de la NASA et dirigent la mise en œuvre des principes de la santé au travail pour le Centre.

M. Taddeo a lancé sa carrière en 1996 comme médecin de vol à la direction générale des opérations médicales du JSC. Il a été pendant 15 ans médecin de vol opérationnel à l'appui des missions de la NASA et Mir, du programme de la navette spatiale et du programme de la Station spatiale internationale.

M. Taddeo occupe plusieurs rôles de direction dans le cadre médical multinational établi pour le programme de la SSI, dont son rôle actuel de coprésident du Conseil multilatéral de médecine spatiale et de coprésident suppléant du conseil multilatéral de formulation des politiques médicales.

De 2000 à 2008, M. Taddeo a participé à la mission de la réserve de la United States Air Force à titre de médecin de vol. Il est récipiendaire des médailles de service exceptionnel et de leadership exceptionnel de la NASA. Il est fellow de l'Aerospace Medical Association et membre de l'American Society of Aerospace Medicine Specialists.



Gail Turner

Ancienne directrice des services de santé, gouvernement du Nunatsiavut, Nord du Labrador

M^{me} Gail Turner est une Inuit, bénéficiaire de l'Accord sur les revendications territoriales des Inuits du Labrador, qui a pris sa retraite en 2012 du poste de directrice des services de santé pour le gouvernement du Nunatsiavut, dans le nord du Labrador. Elle est titulaire d'un baccalauréat en sciences infirmières de l'Université Memorial de Terre-Neuve, d'une maîtrise en éducation des adultes de l'Université St Francis Xavier et de nombreux autres certificats en santé et en administration dans le cadre de programmes à distance. Au début de sa carrière, M^{me} Turner a travaillé en soins infirmiers actifs en Ontario et au Royaume-Uni.

Ces vingt-six dernières années, elle a travaillé au Labrador avec les Inuits, les Inuits du Sud du NunatuKavut, les immigrants, les Premières Nations. Depuis 2004, toutefois, elle travaille exclusivement avec les Inuits. M^{me} Turner a présenté des exposés sur la santé des Inuits dans le cadre de réunions et de symposiums provinciaux, régionaux, nationaux et internationaux, dont le Congrès mondial sur le cancer de 2011. Elle se passionne pour le Nord et croit ardemment que les Premières Nations, les Inuits et les Métis doivent se faire entendre et participer réellement à la planification de leurs soins de santé. M^{me} Turner est actuellement conseillère inuite pour le Partenariat canadien contre le cancer (PCCC).

Elle a récemment reçu le prix Labradorians of Distinction pour ses services en matière de santé et auprès de la collectivité. En tant qu'aînée, M^{me} Turner a un intérêt de plus en plus marqué pour le bien-être des personnes âgées, le vieillissement sur place et l'accès à des soins à domicile et à des soins de longue durée appropriés.

Groupe d'experts sur les rôles possibles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain

Créé en 2017 et composé exclusivement de membres n'appartenant pas à l'Agence spatiale canadienne, le Groupe d'experts sur les rôles que pourrait jouer le Canada en matière de santé et d'activités biomédicales pour les vols habités dans l'espace lointain (groupe d'experts) a été chargé de conseiller le président de l'ASC sur une possible contribution du Canada aux prochaines étapes de l'exploration spatiale internationale. Le groupe d'experts s'est réuni à huit reprises entre septembre 2017 et février 2018 en consultation avec les responsables de la santé, de l'espace et de l'innovation ainsi qu'avec des experts internationaux.

En mars 2019, le groupe d'experts a publié son rapport *Soins de santé canadiens dans l'espace lointain : le Canada comme chef de file en soins autonomes dans l'espace et sur Terre*.

L'avis général du groupe d'experts était que l'ASC, de concert avec un groupe de partenaires nationaux adéquats, est bien positionnée pour assurer un rôle de chef de file international en matière de soins de santé destinés aux astronautes dans l'espace lointain, tout en répondant à certains des besoins les plus urgents du système de soins de santé national du Canada. L'écosystème d'innovation en matière de santé du Canada jouit de la profondeur, de l'envergure et de la crédibilité nécessaires, et a l'expertise,



Couverture du rapport de mars 2019 intitulé *Soins de santé canadiens dans l'espace lointain : le Canada comme chef de file en soins autonomes dans l'espace et sur Terre*.

les ressources et les ambitions requises. Comme aucune autre nation spatiale n'a d'expérience préalable sur le plan des soins de santé dans l'espace lointain, l'occasion se présente de développer ce domaine émergent en tant que nouvelle niche de compétence spatiale.

Voici un résumé du rapport :

La première partie, **Feuille de route mondiale pour l'exploration**, fait le point (en 2019) sur les plans qui sont envisagés pour l'exploration internationale de l'espace lointain.

La deuxième partie, **Questions relatives à la santé et au rendement de l'équipage en mission dans l'espace lointain**, décrit les enjeux médicaux associés à cette nouvelle catégorie de missions et démontre la nécessité de repenser le modèle de prestation de soins de santé aux astronautes pour le rendre plus autonome et axé sur le patient et le point

d'intervention. On y présente également un argument en faveur de la possibilité de mettre au point et de valider ces technologies pour d'abord les utiliser sur terre au bénéfice de la société.

La troisième partie, **Forces du Canada en matière de soins de santé et de rendement**, met en évidence les domaines dans lesquels nous réussissons bien : les compétences et le talent en recherche, la recherche en santé et leadership clinique, les innovations en soins de santé, notamment les produits de diagnostic, la robotique médicale, la formation et la simulation et les tendances technologiques, en particulier l'intelligence artificielle.

La quatrième partie, **Mesures socio-économiques à privilégier**, présente les défis que doit relever le système de santé canadien : urgence à moderniser et innover au niveau de l'organisation et de la prestation des soins, besoins croissants d'une population vieillissante et impératif moral d'améliorer l'accessibilité et l'équité pour tous, des patients urbains atteints de maladies chroniques aux populations rurales et éloignées, en particulier dans les communautés autochtones.

Le rapport formule les recommandations suivantes :

Recommandation 1 – Le Canada devrait investir de manière significative dans les soins de santé autonomes pour les missions spatiales dans l'espace lointain, et ce afin d'offrir une contribution audacieuse pour l'exploration spatiale et de développer l'expertise canadienne en soins de santé virtuels au profit de tous les Canadiens.

Les approches, la formation et les technologies mises au point pour l'espace pourraient transformer la prestation des soins de santé au pays et renforcer les principes d'universalité et d'accessibilité énoncés dans la *Loi canadienne sur la santé* (1982).



Recommandation 2 – Le Canada devrait jouer le rôle d’intégrateur et de responsable principal des soins de santé aux astronautes dans le cadre des missions dans l’espace lointain.

Le Canada devrait aspirer à s’imposer en chef de file dans la prestation de soins de santé aux astronautes dans l’espace lointain et ne pas se contenter d’un rôle de contributeur. Ce rôle comprendrait la supervision des opérations médicales dans l’espace pour le compte des partenaires internationaux. Les responsabilités au sol seraient axées sur la formation et l’intégration. Le groupe d’experts a en particulier envisagé un réseau de sites de démonstration implantés dans le Nord pour mettre à l’essai les technologies destinées à l’espace lointain et les faire valider par des praticiens et des patients des communautés éloignées.

Recommandation 3 – En plus de la surveillance opérationnelle, le Canada devrait fournir des technologies médicales aux unités de soins de santé utilisées dans l’espace lointain, selon son expertise nationale.

L’industrie canadienne jouit des compétences et de la capacité nécessaires pour fournir des sous-systèmes pour le système de soins de santé

de l’équipage de bord, comme la surveillance et le diagnostic, la robotique chirurgicale, l’imagerie et l’analyse médicale; et la formation axée sur la simulation.

Recommandation 4 – Afin d’appuyer l’Agence spatiale canadienne dans le développement et la mise en œuvre de cette initiative potentielle, il incomberait de mettre sur pied un organisme de collaboration multidisciplinaire représentant l’expertise du Canada dans les créneaux liés aux opérations spatiales et à la prestation de services en santé, et alliant des compétences aux niveaux commercial, de la recherche et du gouvernement.

Une initiative de soins de santé dans l’espace lointain va au-delà du mandat, de l’expertise et des ressources actuels de l’ASC. Cela dit, une telle initiative n’est pas hors de portée pour un partenariat intégré des intervenants canadiens des milieux de l’espace, des soins de santé et de la technologie. Ce partenariat accorderait également la priorité à l’inclusion des communautés autochtones à titre de premiers partenaires actifs à part entière.



Le Bio-Analyzer est un outil que les astronautes à bord de la Station spatiale internationale (SSI) peuvent utiliser pour analyser facilement divers fluides corporels, comme le sang, la salive et l’urine. La technologie canadienne a été activée en orbite pour la première fois par l’astronaute de l’Agence spatiale canadienne David Saint-Jacques en mai 2019. Source : Agence spatiale canadienne/NASA



Annexe F

Séances d'information offertes au Conseil consultatif par des experts en la matière

S'appuyant sur un plan de travail ambitieux, le Conseil consultatif sur les soins de santé dans l'espace lointain a bénéficié de l'avis d'un certain nombre d'experts en la matière sur un large éventail de sujets. Les différents sujets couverts et les perspectives mises de l'avant nous ont permis d'offrir des avis éclairés concernant les éléments fondamentaux d'une potentielle initiative canadienne de soins de santé dans l'espace lointain.

Voici une liste en ordre chronologique des séances d'information offertes par les présentateurs experts au cours de notre mandat :

1. Aperçu de l'exploration spatiale

Gilles Leclerc
(directeur général de l'exploration spatiale, Agence spatiale canadienne)
12 novembre 2019

La séance d'information a précisé les plans pour l'exploration internationale de l'espace lointain et les plans de déploiement de la station lunaire Gateway et du programme Artemis.

2. Modèle de prestation des soins de santé en orbite basse

D^r Raffi Kuyumjian
(médecin de vol, Agence spatiale canadienne)
12 novembre 2019

Un aperçu du modèle actuel de prestation des soins de santé dans l'espace « dépendant des services au sol », y compris l'infrastructure médicale de la SSI et le soutien médical en vol.

3. Soins de santé autochtones au Canada

D^r Evan Adams
(médecin en chef, Régie de la santé des Premières Nations de la Colombie-Britannique)
12 novembre 2019

Un aperçu des perspectives et des enjeux associés à la prestation de soins de santé aux communautés autochtones du Canada.

4. Modèle de prestation des soins de santé dans l'espace lointain

D^r Robert Riddell
(médecin de vol, Agence spatiale canadienne)
12 novembre 2019

Un aperçu du contexte opérationnel de l'exploration de l'espace lointain et des difficultés inhérentes en matière de soins de santé, notamment la distance par rapport à la Terre, les communications, la logistique de réapprovisionnement et l'évacuation médicale.

5. La médecine à distance au Canada et au-delà

D^r James Rourke
(Université Memorial de Terre-Neuve)
13 novembre 2019

Un résumé des soins de santé en milieux ruraux et éloignés au Canada, y compris les enjeux associés à la prestation de soins spécialisés par des non-spécialistes et l'importance de l'expérience contextuelle dans les résultats des soins de santé au sein des communautés rurales et éloignées.

6. L'intelligence artificielle (IA) dans les soins de santé

D^r Anna Goldenberg
(présidente de l'informatique biomédicale et de l'intelligence artificielle, Hôpital pour enfants malades de Toronto)
10 décembre 2019

Un aperçu des progrès et des obstacles liés à l'IA dans le domaine des soins de santé et de son rôle potentiel dans la prestation de soins de santé dans l'espace lointain et dans les régions éloignées.

7. La téléchirurgie dans l'espace

D^r Garnette Sutherland
(projet neuroArm, Université de Calgary)
28 janvier 2020

Un aperçu des approches chirurgicales et des contraintes opérationnelles liées à la réalisation d'opérations chirurgicales dans l'espace, ainsi que des capacités chirurgicales actuelles et des innovations prévues, en particulier dans la chirurgie robotique, ayant un potentiel d'application dans l'espace.

8. La chirurgie à distance au Canada

D^r Mehran Anvari
(Centre for Surgical Invention & Innovation, Université McMaster)
28 janvier 2020

Un aperçu des approches chirurgicales et des contraintes opérationnelles liées à la réalisation d'opérations chirurgicales dans des sites terrestres éloignés, des capacités chirurgicales actuelles et des innovations prévues dans ce domaine au Canada.

9. La Supergrappe des technologies numériques du Canada et la plateforme sécurisée de santé et de génomique (Aspen) : étude de cas d'un partenariat d'innovation dans le domaine des soins de santé

M^{me} Joyce Drohan et M. Niraj Dalmia
(Deloitte Canada)
10 mars 2020

Un aperçu de la Supergrappe des technologies numériques du Canada et d'Aspen, la plateforme sécurisée de santé et de génomique, et idées mises de l'avant concernant la création et l'exploitation d'un écosystème complexe.

10. L'exemple de l'Alaska : une approche communautaire novatrice pour la prestation de soins de santé primaires

M^{me} Gail Turner
(infirmière à la retraite et anciennement directrice, Services de santé, gouvernement du Nunatsiavut, Nord du Labrador)
21 avril 2020

Un aperçu d'un modèle exemplaire de prestation de soins de santé à distance en Alaska qui implique les membres de la communauté locale dans la gestion et la prestation de soins dans leurs communautés.

11. Médecine généraliste en milieu rural et formation spécialisée pour les médecins en région éloignée

D^r Stuart Iglesias
(Société de la médecine rurale du Canada)
21 avril 2020

Présentation portant sur la médecine généraliste rurale au Canada et sur la formation spécialisée pour les médecins en région éloignée, y compris les compétences en chirurgie et en anesthésie, et leur applicabilité aux contextes de l'espace lointain.



12. Formation des praticiens de la santé

D^r Andrew Padmos
(Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada)
2 juin 2020

Un examen du paradigme actuel qui caractérise la formation de médecins spécialistes par le Collège royal, y compris la formation et certification fondée sur les compétences.

13. Perspectives de l'industrie à l'égard d'un partenariat de soins de santé dans l'espace lointain

M^{me} Diane Côté
(DG, MEDTEQ+)
22 septembre 2020

Un résumé des priorités, des moteurs et des enjeux du secteur des technologies de la santé.

14. L'avenir de la formation

M^{me} Rekha Ranganathan
(présidente, CAE Healthcare)
22 septembre 2020

Présentation sur la formation par simulation et la formation assistée par la technologie et leur potentiel pour rehausser la sécurité dans la prestation des soins de santé.

15. La Stratégie pancanadienne en matière d'IA et l'IA au service de la santé

M^{me} Elissa Strome
(AVP Research, ICRA)
22 septembre 2020

Présentation des conclusions de la stratégie du groupe de travail d'IA au service de la santé (AI4H).

16. Réseau national de santé accessible, coordonné (CAN)

D^r Deepak Kaura
(médecin en chef, 1QBit)
23 septembre 2020

Un aperçu du Réseau de santé CAN, une collaboration entre le gouvernement fédéral et l'industrie, pour aider les entreprises canadiennes des technologies de la santé à concrétiser leur potentiel économique.

17. Collaborer avec les Premières Nations, les Inuits et les Métis

M^{me} Andrea Reed
(vice-présidente des partenariats stratégiques, Partenariat canadien contre le cancer) et
M^{me} Nicole Robinson
(gestionnaire, Partenariat canadien contre le cancer)
23 septembre 2020

Un aperçu de la Stratégie canadienne de lutte contre le cancer, dont l'élaboration a été encadrée par des partenaires inuits, Métis et des Premières Nations.

18. Une introduction à l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé

D^r Deepak Kaura
(médecin en chef, 1QBit)
M. Jas Jaaj
(associé directeur, Deloitte Canada)
3 novembre 2020

Un aperçu de la signification et de l'impact de l'IA et des concepts connexes ainsi que de leur influence sur l'orientation future des technologies des soins de santé.

19. Scénarios d'exploration de la surface lunaire

D^r Christian Lange
(directeur, Planification stratégique de l'exploration spatiale, Agence spatiale canadienne)
3 novembre 2020

Architecture et échéanciers actuels pour les missions sur la surface lunaire et les missions Gateway. Implications des scénarios de mission mis à jour pour la planification des soins de santé de l'équipage et les rôles des partenaires internationaux.

20. Soins de santé en exploration – Artemis

M. Terry Taddeo, Mme. Sharmi Watkins
(Human Health and Performance Directorate, NASA)
3 novembre 2020

Un aperçu des facteurs de stress, des impacts et des risques liés au système humain dans l'espace lointain. Les influences de la stratégie et de l'architecture de la mission sur la prestation de soins de santé sur la lune.

21. Initiative de production d'aliments de l'ASC

M. Matthew Bamsey

(ingénieur principal, Planification stratégique de l'exploration spatiale, Agence spatiale canadienne)

26 janvier 2021

Un aperçu de la récente initiative de production alimentaire de l'ASC et des activités axées sur l'interface entre les systèmes de production alimentaire spatiaux et terrestres.

22. L'initiative Démonstration dans le Nord

D^r Robert Riddell

(médecin de vol, Agence spatiale canadienne)

2 mars 2021

Un aperçu de l'Initiative Démonstration dans le Nord abordant les objectifs, la collaboration avec le groupe de travail du nord de la Colombie-Britannique et le rôle de l'ASC au sein du groupe de travail.

En plus de ces séances d'information, les membres du Conseil ont communiqué de l'information sur les innovations médicales et les modèles de prestation de soins de santé dans les communautés mal desservies au Canada et à l'étranger et ont facilité des rencontres en personne avec d'autres experts en la matière et intervenants potentiels.



L'Agence spatiale canadienne (ASC) collabore avec ses partenaires pour apprendre comment produire des aliments sains dans des conditions hostiles, tant sur Terre que dans l'espace. Les techniciens locaux de Gjoa Haven posent à l'intérieur du module de culture, l'un des trois conteneurs maritimes recyclés qui ont été adaptés pour permettre la culture durable d'aliments frais tout au long de l'année : Betty Kogvik, Mark Ullikataq, Dustin Atichok et Sammy Kogvik. Source : Arctic Research Foundation



Annexe G

Candidats pour un partenariat canadien en soins de santé dans l'espace lointain

Le Conseil consultatif a considéré de nombreuses organisations à titre de candidats pour un nouveau partenariat en soins de santé dans l'espace lointain (notre écosystème national de soins de santé est avantageusement vaste et profond). En nous fondant sur les fonctions, les priorités, les échéances et les caractéristiques d'un partenaire idéal, nous recommandons les organisations suivantes comme membres d'un tel partenariat canadien.

Partenaires à court terme (2021 à 2023)

Nous recommandons les organisations suivantes comme membres fondateurs d'un partenariat canadien en soins de santé dans l'espace lointain :

Agence spatiale canadienne (dirigeant du partenariat)

Services aux autochtones Canada (représentant des ministères du gouvernement)

Réseau de santé CAN, Régie de la santé des Premières Nations
(représentant les agences de prestation de soins de santé)

Société de la médecine rurale du Canada
(représentant des travailleurs de la santé de première ligne)

AGE-WELL (représentant des instituts de recherche)

MEDTEQ+ (représentant de l'industrie)



Agence spatiale canadienne

Forte d'un effectif nombreux composé de scientifiques, d'ingénieurs et de gestionnaires de projets qualifiés, l'Agence spatiale canadienne (ASC) possède une expertise considérable en matière de vols spatiaux. L'Agence gère plusieurs installations nationales pour la qualification en vol, l'intégration des systèmes et la conduite opérationnelle des missions. Elle a formé de nombreux astronautes internationaux et membres du personnel de soutien au sol grâce aux programmes, outils d'apprentissage et simulateurs qu'elle a développés, et à ses propres instructeurs. La division de la médecine spatiale opérationnelle a fourni un soutien médical de plusieurs des missions auxquelles des astronautes canadiens ont pris part. Cette division continue de faire progresser les contre-mesures médicales visant à réduire les effets néfastes de l'environnement spatial sur la santé des équipages. Le groupe des Sciences de la vie dans l'espace de l'ASC appuie une communauté de chercheurs canadiens qui axent leurs efforts sur la compréhension de l'adaptation biologique et physique survenant dans l'espace.

L'ASC apporterait un leadership en matière de programmes, de politiques et d'activités à un partenariat en soins de santé dans l'espace lointain. Elle superviserait la préparation de la feuille de route pour la mise en œuvre des mesures. À plus long terme, l'Agence gérerait les activités, le contrôle de la qualité, les délais et le calendrier des produits livrables du programme.

Services aux Autochtones Canada

Services aux Autochtones Canada (SAC) travaille en collaboration avec des partenaires en vue d'améliorer l'accès à des services de haute qualité pour les Premières Nations, les Inuits et les Métis. Le ministère appuie et outille les peuples autochtones afin qu'ils puissent offrir des services de façon indépendante et améliorer les conditions socio-économiques au sein de leurs collectivités.

L'amélioration des résultats en matière de santé est l'une des cinq grandes priorités de SAC. L'accès rapide des Premières nations et des Inuits

aux services de santé est essentiel. SAC travaille en partenariat avec des organisations des Premières Nations pour déterminer, concevoir et fournir des solutions en matière de services de santé qui répondent mieux aux besoins de leurs communautés. Le secteur des soins cliniques et des soins aux clients de SAC a été mis sur pied pour répondre aux besoins en soins de santé primaires des communautés autochtones éloignées ou isolées, où les services provinciaux sont limités ou inexistantes.

Dans son budget 2021, le gouvernement fédéral a prévu 18 milliards de dollars pour les cinq prochaines années afin d'améliorer la qualité de vie et créer de nouvelles possibilités pour les communautés autochtones, y compris un investissement de 2,6 milliards de dollars dans la santé.

Réseau de santé CAN

Le Réseau de santé CAN est le fruit d'une réponse nationale à la recommandation du Groupe consultatif sur l'innovation des soins de santé formulée en 2014, à savoir de renforcer la collaboration entre l'industrie, les chercheurs et les gouvernements. Le Réseau s'efforce de créer un marché de l'innovation concurrentiel dans le domaine des soins de santé au Canada pour les solutions locales. Pour ce faire, il détermine les possibilités d'affaires, sélectionne les meilleures entreprises de soins de santé pour tirer parti de ces possibilités, donne à ces entreprises l'accès, les connaissances et le soutien nécessaires pour garantir la supériorité de leur produit, puis leur fournit un vaste marché pour leur permettre d'élargir rapidement leurs activités.

Le Réseau de santé CAN est soutenu par le gouvernement fédéral par l'intermédiaire de l'Agence de développement économique du Canada et de Diversification de l'économie de l'Ouest Canada. Il a travaillé avec les entreprises biomédicales les plus prometteuses du Canada pour développer, mettre à l'essai, mettre à l'échelle et commercialiser de nouvelles technologies. Le Réseau serait un partenaire important pour l'initiative de soins de santé dans l'espace lointain, grâce



à la combinaison des innovations terrestres et spatiales. Il pourrait élargir la portée du groupe des Sciences de la vie dans l'espace de l'ASC aux parties prenantes concernées.

Régie de la santé des Premières Nations

En 2013, la Régie de la santé des Premières Nations (RSPN) de la Colombie-Britannique a assumé la responsabilité des programmes et des services qui relevaient auparavant de la Direction générale de la santé des Premières Nations et des Inuits – Région du Pacifique de Santé Canada. Il s'agit de la première autorité sanitaire autochtone provinciale en son genre au Canada.

Aujourd'hui, la RSPN supervise la conception, la gestion, la prestation et le financement des programmes de santé des Premières nations en Colombie-Britannique. Elle est dirigée et gérée par des dirigeants des Premières Nations. Elle ne remplace pas le rôle ni les services du ministère de la Santé de la Colombie-Britannique et des autorités sanitaires régionales : elle s'affaire plutôt à collaborer aux programmes et services de santé respectifs ainsi qu'à les coordonner et les intégrer afin d'obtenir de meilleurs résultats en matière de santé. Plus précisément, la RSPN s'efforce de combler les écarts qui existent entre les Premières nations de la Colombie-Britannique et le reste de la population de la province en matière de soins de santé.

La RSPN dessert la population autochtone tant urbaine que rurale, qui compte 203 communautés dans toute la province. Les services communautaires sont largement axés sur la promotion de la santé et la prévention des maladies.

Société de la médecine rurale du Canada

La Société de la médecine rurale du Canada (SMRC) est la voix nationale de plus de 1 900 médecins ruraux membres. Sa vision est d'offrir d'excellents soins de santé à proximité du domicile pour tous les Canadiens vivant en milieu rural. Elle fait la promotion des soins médicaux dispensés par les généralistes en milieu rural au moyen de l'éducation, de la collaboration,

de la défense des intérêts et de la recherche. La SMRC créé et préconise des mécanismes de prestation de services de santé, soutient les médecins ruraux et les communautés en crise, promeut et dispense une formation médicale continue en milieu rural, et encourage et facilite la recherche sur les questions de santé rurale.

La SMRC est l'un des champions du Plan d'action pour la médecine rurale, un cadre d'orientation pour assurer une approche coordonnée et pancanadienne de la planification de la main-d'œuvre médicale rurale et de l'amélioration de l'accès à des soins de santé ruraux sûrs et de qualité.

De concert avec le Collège des médecins de famille du Canada et le Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada, elle favorise l'acquisition de compétences accrues en chirurgie et en anesthésie ainsi que d'autres compétences spécialisées pour les praticiens ruraux.

AGE-WELL

AGE-WELL fait partie du programme des Réseaux de centres d'excellence du gouvernement fédéral. Il se concentre sur le développement de nouvelles technologies et de nouveaux services destinés aux personnes âgées et à leurs soignants qui augmentent la sûreté et la sécurité personnelles, favorisent une vie indépendante et améliorent la participation sociale. AGE-WELL traite ces questions de santé et de vieillissement avec un réseau pancanadien de chercheurs interdisciplinaires, d'industries, d'organismes à but non lucratif, de gouvernements, de fournisseurs de soins et d'utilisateurs finaux. L'organisme gère également des programmes de formation, des partenariats, la mobilisation des connaissances et le développement commercial des technologies.

Le réseau exploite la puissance des nouvelles technologies. Par exemple, les maisons intelligentes équipées de capteurs et d'un système de vision par ordinateur fournissent un flux constant de données à des systèmes dotés d'intelligence artificielle qui détectent et gèrent les problèmes de santé. Des assistants virtuels rappellent aux personnes souffrant de troubles de la mémoire

où elles ont laissé leurs lunettes ou comment prendre leurs médicaments. Les robots sociaux guident les personnes atteintes de démence dans les tâches quotidiennes, comme s'habiller ou se faire une tasse de thé.

MEDTEQ+

MEDTEQ+ est le Consortium industriel de recherche et d'innovation en technologies médicales du Québec. Il s'agit d'une association industrielle nationale de précommercialisation regroupant des innovateurs dans le domaine des soins de santé. Sa mission est d'accélérer l'innovation et de positionner les produits et services canadiens sur le marché mondial. MEDTEQ+ est l'organisme qui soutient le plus, financièrement, l'innovation technologique dans le domaine de la santé au Canada. Il a financé plus de 100 projets dans des domaines comme l'intelligence artificielle, la réalité augmentée et virtuelle, les nanotechnologies, l'optique-photonique, les biomatériaux, l'impression 3D et la robotique.

Le Consortium supervise un écosystème de 200 entreprises membres, centres de santé, universités et investisseurs, et s'efforce de réunir les compétences complémentaires des partenaires industriels et universitaires avec celles des prestataires de soins de santé. Il encourage la collaboration à long terme comme moyen d'obtenir de meilleurs résultats, d'instaurer la confiance et de créer des possibilités. Les PME sont soutenues par des investissements, des innovations au risque atténué et des alliances stratégiques.

Grâce à l'aide de MEDTEQ+, l'ASC pourrait avoir accès à l'écosystème croissant d'innovation en matière de soins de santé du Canada et tirer parti de l'expertise et de la capacité du réseau de collaborateurs du consortium.

Partenaires à ajouter à moyen et long terme

Bien qu'il soit impossible de prévoir les futurs rôles et besoins associés au partenariat, certains des organismes suivants deviendraient des membres

importants d'un partenariat élargi à moyen et long terme. Ils contribueraient à compléter un partenariat diversifié, reposant sur des ressources et des synergies, en plus d'avoir une incidence internationale.

Santé Canada (représentant les autres ministères)

Autorités sanitaires provinciales et territoriales (représentant les organismes de prestation de soins de santé)

Association médicale canadienne, Association des infirmières et infirmiers du Canada, Association des facultés de médecine du Canada, Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada (représentant les praticiens de la santé de première ligne)

Institut canadien de recherches avancées, Comité de la coordination de la recherche au Canada, Regroupement des universités de recherche du Canada (représentant les institutions de recherche)

Creative Destruction Lab (représentant l'industrie)

Aînés de la communauté, astronautes canadiens (représentant les communautés autochtones et autres communautés d'utilisateurs)

Opérations médicales de la NASA, autres partenaires internationaux (représentant les partenaires internationaux ayant un statut d'observateur)

Santé Canada

Santé Canada est le ministère fédéral responsable d'aider les Canadiens à maintenir et à améliorer leur santé. Pour ce faire, il s'investit dans des activités qui :

- maintiennent et modernisent le système de soins de santé canadien;
- améliorent et protègent la santé des Canadiens, notamment en surveillant la vente et l'utilisation de médicaments et de dispositifs médicaux dans tout le Canada;
- sont réalisées en partenariat, notamment avec les provinces, les territoires et les organismes de santé, pour veiller à ce que



les besoins de tous les Canadiens soient satisfaits;

- renseignement sur la promotion de la santé et la prévention de la maladie.

Santé Canada est un organisme de réglementation, un fournisseur de services, un promoteur de l'innovation et une source fiable d'information. Ses fonctions consistent notamment à financer des organismes afin de promouvoir l'innovation dans tout le Canada, à soutenir la prestation de soins de santé aux Premières nations et aux Inuits, à réglementer les aliments, la santé et les produits de consommation, ainsi qu'à établir et à administrer des principes nationaux afin de garantir que des soins de santé de qualité sont disponibles pour tous les Canadiens.

L'étendue et la profondeur de l'expertise de Santé Canada, associées à son mandat de surveillance des soins de santé, pourraient contribuer à la réalisation des objectifs à long terme en matière de soins de santé dans l'espace lointain.

Autorités sanitaires provinciales et territoriales

Au Canada, des soins de santé complets sont fournis à la plupart des Canadiens par de multiples autorités sanitaires régionales. Les rôles et les services des autorités sanitaires comprennent :

- Prestation de services cliniques variés avec une expertise dans divers domaines de soins
- Personnel diplômé et autorisé travaillant dans les systèmes de soins où la qualité est contrôlée, de l'éducation est dispensée et les compétences sont maintenues
- Systèmes de prestation qui sont continuellement mis à jour
- Systèmes informatiques reposant sur des politiques appropriées en matière de sécurité et de gestion des données
- Fonctions de recherche bien développées et pouvant être exploitées
- Étroite collaboration avec les universités pour la formation et la recherche, notamment au sein des centres de santé universitaires

- Expérience de la prestation de soins dans des régions éloignées et rurales
- Évaluation et mise en œuvre d'innovations

En s'associant à des autorités sanitaires progressistes dans des régions clés, notamment au cours des premières étapes du partenariat en soins de santé dans l'espace lointain, l'ASC pourrait mieux naviguer dans l'écosystème complexe des prestataires de soins de santé. (Remarque : la collaboration actuelle de l'Agence avec les autorités sanitaires de la Colombie-Britannique pour faire avancer l'initiative de démonstration dans le Nord révèle déjà les avantages d'une telle collaboration.)

Association médicale canadienne

L'Association médicale canadienne (AMC) est la plus grande organisation de médecins au Canada, comptant plus de 75 000 membres (médecins, résidents et étudiants en médecine). L'AMC favorise des changements significatifs dans les soins de santé en s'engageant dans la défense de la santé, les politiques publiques, les programmes et les partenariats. Elle traite les questions auxquelles est confrontée la profession médicale et a pour objet d'améliorer la santé des Canadiens.

L'AMC soutient les besoins des médecins en matière de leadership, d'innovation et de formation. Elle fournit des ressources aux médecins pour qu'ils intègrent la technologie dans leur pratique. AMC Joule, une filiale de l'AMC, soutient l'innovation dirigée par les médecins et encourage l'adoption de produits de connaissance ainsi que de technologies et de services innovants par les médecins. AMC Joule dispose de ressources financières considérables.

Un partenariat en soins de santé dans l'espace lointain bénéficierait grandement de l'aide que pourrait offrir l'AMC pour naviguer à travers les considérations réglementaires fragmentées des technologies médicales et sanitaires émergentes. L'AMC pourrait également contribuer aux questions de politique et de formation, ainsi que mobiliser l'expertise médicale nécessaire

pour préparer une feuille de route nationale pour les soins de santé dans l'espace lointain.

Association des infirmières et infirmiers du Canada

L'Association des infirmières et infirmiers du Canada (AIIIC) est la voix nationale de 139 000 infirmières et infirmiers répartis dans les 13 provinces et territoires. Elle fournit des certifications reconnues d'infirmière autorisée et d'infirmier autorisé au niveau national dans 21 spécialités, et offre des programmes de perfectionnement professionnel pour faire progresser l'excellence en soins infirmiers et favoriser des résultats positifs pour la santé.

L'AIIIC promeut la politique et la réglementation dans l'intérêt public et a de l'influence sur les décideurs nationaux. Dans son rapport *Vision de 2020 : améliorer les soins de longue durée pour les personnes au Canada*, elle appelle à l'action face aux effets de la pandémie de COVID-19 sur notre système de santé, notre économie et nos vies. Elle appelle notamment à une refonte des soins de longue durée afin de maximiser la sécurité, le confort, la dignité et la santé des résidents.

En 2021, l'AIIIC et les organisations infirmières associées se sont engagées à agir contre le racisme en publiant une déclaration contre le racisme envers les Autochtones dans les soins infirmiers et de santé. Ces groupes organiseront le premier sommet national sur le racisme dans les soins infirmiers et de santé fin 2021.

Association des facultés de médecine du Canada

L'Association des facultés de médecine du Canada (AFMC) est un partenariat entre les 17 facultés de médecine du Canada et la voix de la médecine universitaire au Canada. Les facultés membres délivrent 2 700 diplômes de médecine par an et entreprennent chaque année des recherches dans le domaine biomédical et des soins de santé totalisant 3 milliards de dollars en financement. L'AFMC constitue une ressource importante pour les décideurs de ce pays, en veillant à ce que la recherche, l'enseignement

en médecine et les soins cliniques figurent en bonne place dans les priorités du gouvernement fédéral.

Dans le cadre de son mandat de responsabilité sociale, l'AFMC s'efforce d'améliorer la santé et le bien-être des Premières nations en formant davantage de professionnels de la santé autochtones et en créant des environnements de travail et d'apprentissage sûrs pour les apprenants, les professeurs et le personnel. L'AFMC collabore avec les facultés de médecine pour la planification des ressources en médecine, en s'efforçant d'obtenir un effectif de médecins qui répond aux besoins de santé des Canadiens.

La série de projets de l'AFMC intitulée *L'avenir de l'éducation médicale au Canada* vise à améliorer la formation des médecins, la prestation des soins de santé et, en fin de compte, la santé de tous les Canadiens.

Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada

Le Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada (Collège royal) est une association de 44 000 médecins qui établit des normes nationales pour la formation médicale des spécialistes au Canada et le perfectionnement professionnel continu. Cet organisme de réglementation veille à ce que la formation et l'évaluation des médecins et chirurgiens spécialistes dans 80 domaines de spécialité respectent certaines normes de qualité.

En 2018, le Collège royal a mandaté le Groupe de travail sur l'intelligence artificielle et les nouvelles technologies numériques pour aider la profession médicale au Canada à se préparer aux changements que l'intelligence artificielle et les technologies numériques apporteront au programme de résidence et à la prestation des soins.

Le Collège royal s'est associé à l'AMC et au Collège des médecins de famille du Canada en 2019 pour mettre sur pied le Groupe de travail sur les soins virtuels. Il a déterminé les changements réglementaires et administratifs nécessaires pour soutenir les soins virtuels au Canada, et pour



permettre aux médecins de fournir des soins aux patients au-delà des frontières provinciales et territoriales.

Institut canadien de recherches avancées (ICRA)

La recherche sur l'intelligence artificielle est une compétence essentielle incontestée du Canada. Nos trois instituts nationaux d'intelligence artificielle (Amii – Alberta Machine Intelligence Institute à Edmonton, Mila – Institut québécois d'intelligence artificielle à Montréal et l'Institut Vecteur à Toronto) ont une renommée internationale.

En 2017, le gouvernement du Canada a nommé l'ICRA pour développer et diriger la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle, dont la valeur s'élève à 125 millions de dollars. Cette stratégie a permis à ces trois instituts d'intelligence artificielle, ainsi qu'à des universités, des hôpitaux et des organismes dans tout le pays, d'attirer et de retenir les meilleurs chercheurs.

En 2019, l'ICRA a créé le groupe de travail sur l'intelligence artificielle au service de la santé. À la suite de consultations et délibérations nationales, il a publié ses conclusions en 2020 dans son rapport *Bâtir un système de santé apprenant pour les Canadiens*.

Le budget fédéral 2021 a renouvelé la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle, avec un engagement supplémentaire de 444 millions de dollars sur 10 ans. L'un des quatre piliers de sa stratégie actualisée est « l'intelligence artificielle au service de la santé ».

Le leadership du Canada en matière de recherche sur l'intelligence artificielle et les investissements du gouvernement sont des atouts sur lesquels s'appuyer afin de créer une infrastructure de soins de santé numériques pour l'espace lointain.

Comité de coordination de la recherche au Canada

Le Comité de coordination de la recherche du Canada (CCRC) fait avancer les priorités de recherche fédérales, et coordonne les politiques et les programmes des organismes fédéraux de financement de la recherche du Canada et de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI).

Il s'agit d'un forum stratégique supérieur pour les initiatives qui renforcent les projets de recherche du Canada, favorisent la recherche de calibre mondial et améliorent le bien-être socio-économique des Canadiens.

Le CCRC est composé des directeurs généraux de la FCI, 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 du Canada, ainsi que des sous-ministres d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada et de Santé Canada, du président du Conseil national de recherches du Canada et du conseiller scientifique en chef.

En ce qui concerne les soins de santé dans l'espace lointain, le CCRC supervise le Fonds Nouvelles frontières en recherche. Il investit 275 millions de dollars sur une période de 5 ans à partir de l'exercice 2018-2019, et 124 millions de dollars par année par la suite, pour soutenir la recherche internationale, interdisciplinaire, de pointe ainsi qu'à haut risque et à haut rendement.

Regroupement des universités de recherche du Canada (U15)

U15 est un collectif des universités canadiennes les plus actives en matière de recherche. Il favorise l'établissement et la mise en œuvre de politiques durables et à long terme en matière d'enseignement supérieur et de recherche, tant au Canada que dans le reste du monde.

Le rôle du collectif U15 est de favoriser un environnement de recherche où les universités peuvent continuer à mener des recherches avant-gardistes. Les établissements du collectif canadien U15 entreprennent de la recherche fondamentale, forment les citoyens, les entrepreneurs et les dirigeants de demain, et collaborent avec des partenaires des secteurs public et privé pour mobiliser les connaissances et en tirer profit. Ils influencent le programme d'établissement des politiques nationales et fournissent des conseils essentiels sur l'enseignement supérieur ainsi que la recherche et développement.

La recherche universitaire de grande qualité est le fondement de notre écosystème d'innovation, qui est l'un des principaux avantages concurrentiels du Canada. Les universités membres du collectif U15 renforcent l'économie du Canada et attirent des étudiants et des professeurs talentueux. Les institutions membres entreprennent 80 % de toute la recherche universitaire concurrentielle au Canada, effectuent des recherches pour un montant de 8,5 milliards de dollars par année et contribuent à l'économie nationale avec plus de 36 milliards de dollars annuellement.

Creative Destruction Lab

Creative Destruction Lab (CDL) est une organisation sans but lucratif qui offre un programme de mentorat par des entrepreneurs et des investisseurs providentiels aux jeunes entreprises scientifiques et technologiques. Le programme fournit des conseils sur les feuilles de route technologiques, un soutien au développement des entreprises et des possibilités de lever des capitaux. CDL exploite 10 sites dans le monde, dont cinq au Canada.

Il comporte 16 volets de travail, dont un propre à l'espace et un autre à la santé. Le volet sur l'espace réunit des mentors issus de domaines liés à l'exploration et au développement de l'espace. Ce volet est destiné aux entreprises en phase de démarrage qui appliquent l'intelligence artificielle et d'autres technologies avancées aux services spatiaux. Les jeunes entreprises travaillent avec des mentors pour affiner leurs objectifs, établir la priorité des échéances et des ressources, recueillir des fonds, créer des réseaux et entrer en relation avec des spécialistes travaillant dans les domaines frontières de la recherche.

De même, le volet sur la santé de CDL aide les équipes en phase d'amorçage à commercialiser des innovations en matière de santé humaine. Ce volet est axé sur l'amélioration de la qualité, de la rapidité, du coût et de l'accessibilité de la prestation des soins de santé ainsi que sur

l'amélioration de l'efficacité opérationnelle du système de santé.

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Les États-Unis ont le programme spatial le plus important et le plus complet du monde. Le budget proposé par la NASA pour 2022 s'élève à 24,8 milliards de dollars, soit une augmentation de près de 7 % par rapport à son financement actuel. Les programmes d'exploration de l'espace lointain, de missions scientifiques, de technologie spatiale et de sensibilisation aux sciences, aux technologies, à l'ingénierie et aux mathématiques (STIM) de la NASA sont les principaux bénéficiaires de cette augmentation proposée du financement.

L'ASC et la NASA ont un long historique de partenariats fructueux, qui s'étend aux activités spatiales dans tous les domaines, notamment l'exploration spatiale, l'observation de la Terre, la science, la technologie, l'éducation et la vulgarisation, ainsi que l'établissement de politiques internationales. La confiance mutuelle dans nos capacités, qui a été établie grâce à cette relation, se traduit par l'intégration des astronautes canadiens au sein du Corps des astronautes des États-Unis à Houston, et dans l'intégration des opérations robotiques de la Station spatiale internationale entre les équipes de l'ASC et de la NASA.

Dans le cadre du prochain programme de la station spatiale lunaire Gateway, l'ASC et le secteur spatial canadien travaillent à fournir à la NASA et à ses partenaires le Canadarm3, le système de robotique spatiale le plus perfectionné jamais mis au point. La première mission Artemis habitée autour de la Lune, prévue pour 2023, sera une mission importante dans l'espace lointain et comptera un astronaute canadien parmi les quatre membres d'équipage.



Annexe H

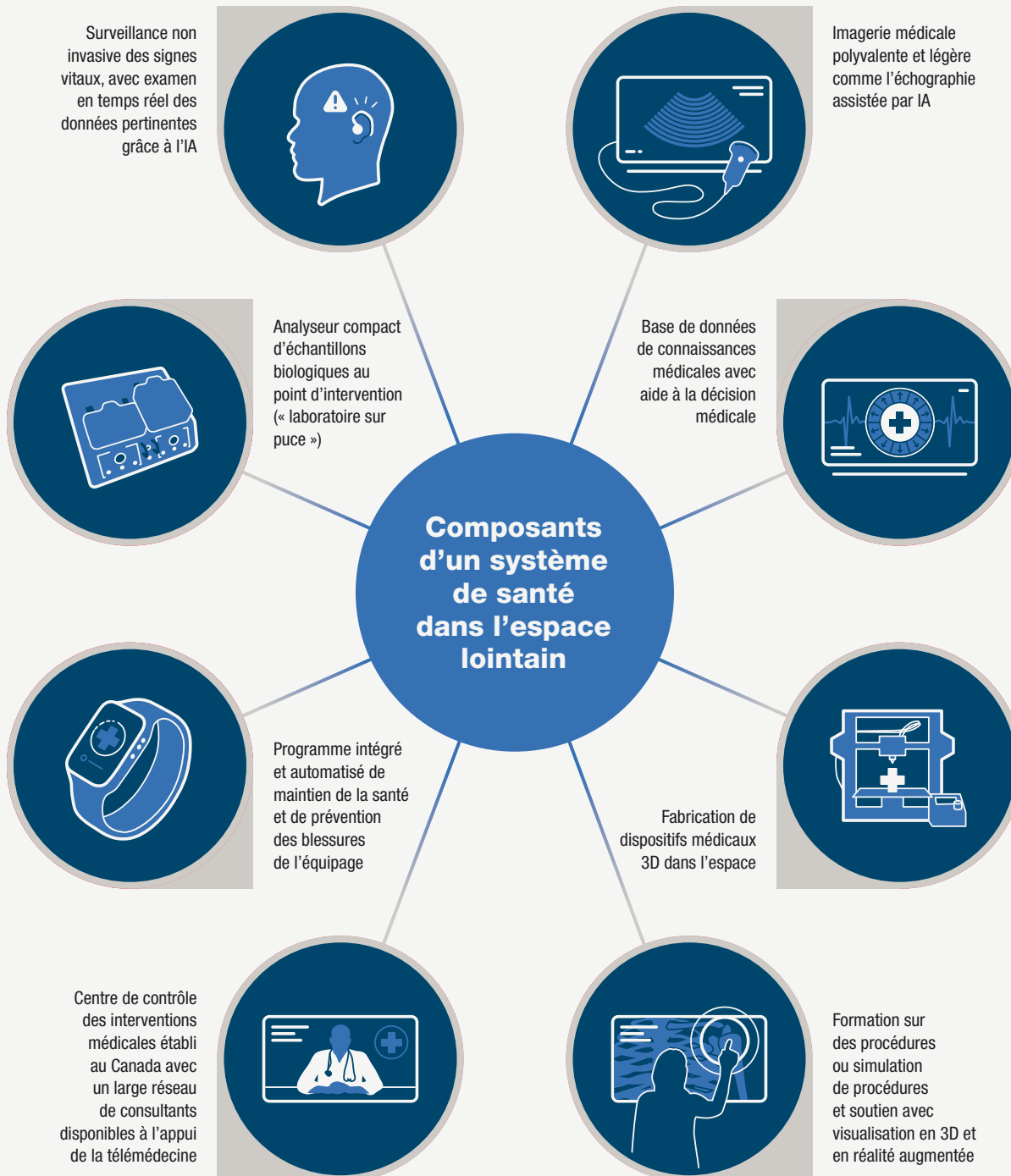
Transfert de technologies médicales aux environnements éloignés

Au cours des prochaines décennies, la nature de la prestation des soins de santé dans l'espace va changer de façon significative. À mesure que les astronautes s'aventureront plus loin dans le système solaire, la surveillance au sol des soins médicaux à bord deviendra plus limitée en raison des distances astronomiques entre la Terre et l'équipage. Plus particulièrement, l'évacuation médicale depuis l'espace lointain d'un astronaute gravement malade pour des soins d'urgence sur Terre ne sera plus une option.

Par conséquent, les installations médicales de l'équipage à bord des astronefs doivent être repensées afin d'accroître l'autonomie des astronautes de l'espace lointain pour qu'ils puissent prendre en charge un plus large éventail de situations médicales et chirurgicales. Les futures installations intégreront des méthodes de soins virtuels, centrées sur le patient et sur le lieu de soins. Des systèmes intelligents seront intégrés pour aider le médecin de bord à surveiller, diagnostiquer et traiter.



Le graphique suivant présente quelques technologies essentielles qui deviendront des éléments des systèmes médicaux de la prochaine génération destinés à l'équipage.

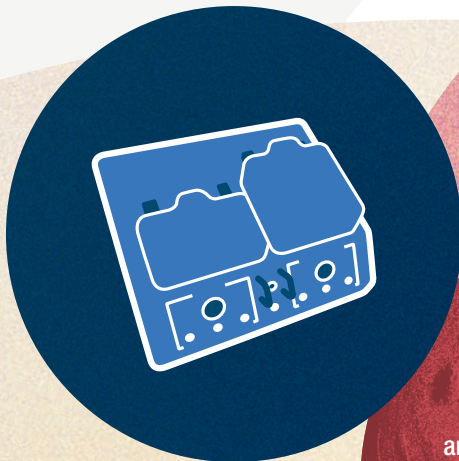




Sur Terre, les régions éloignées sont aussi, d'une façon quelque peu similaire, vastes, austères et isolées. Les conditions de travail des médecins et des infirmières dans le nord du Canada, où l'accès aux spécialistes cliniques, aux ingénieurs biomédicaux et aux technologies de pointe est limité, peuvent être aussi difficiles que dans l'espace. Les approches et les méthodes élaborées pour les futurs astronautes pourraient elles également présenter des avantages pour la gestion des soins de santé sur Terre? La formation et le soutien avancé mis au point pour l'espace lointain pourraient ils également donner des moyens d'action aux praticiens travaillant dans des environnements ruraux et éloignés?

La série suivante de capsules cliniques donne un aperçu des applications terrestres possibles des nouvelles technologies mises au point pour l'espace lointain.

Analyseur au point d'intervention



Le médecin de bord d'un astronef en route pour Mars examine les résultats des analyses sanguines de routine des biomarqueurs de l'ensemble de l'équipage afin de dépister toutes mutations cancéreuses dues à l'exposition aux radiations dans l'espace lointain.

Une infirmière praticienne gérant une clinique rurale sans rendez vous examine les résultats d'une analyse des marqueurs d'infection dans un échantillon de sang d'un patient d'âge moyen traité localement pour une infection des voies urinaires supérieures, plutôt que de l'envoyer à l'hôpital régional.

Télémédecine à distance



Un médecin de l'équipage d'un avant poste lunaire est télémentoré (reçoit des instructions verbales) par un spécialiste médical sur Terre et voit sur son affichage tête haute comment insérer un drain thoracique sur un membre de l'équipage qui a subi un affaissement du poumon durant un accident de décompression.

Un urgentologue d'une communauté nordique est guidé, à l'aide de la même technologie, dans une procédure de trépanation pour traiter une hémorragie cérébrale traumatique.

Maintien de la santé et prévention des blessures chez l'équipage



Un système utilisant l'IA assure un suivi autonome des activités physiques, de la consommation de nourriture et de liquides, des habitudes de sommeil et de l'exposition à la lumière et au bruit, puis présente des suggestions personnalisées pour optimiser la santé et le rendement de l'équipage.

Une femme âgée vit de manière autonome grâce à un système intelligent de surveillance du domicile qui lui permet de se déplacer en toute sécurité grâce à des capteurs de prévention des chutes.



Aide à la décision clinique



Un médecin communautaire effectuant sa tournée auprès de patients gravement malades utilise son assistant clinique portable basé sur l'IA pour comprendre l'ensemble complexe de signes vitaux et de résultats de laboratoire d'un patient.

Le médecin de bord de la base de Mars prend des photos de l'éruption cutanée apparue chez un autre astronaute, les verse dans l'assistant clinique basé sur l'IA et obtient un diagnostic et une suggestion de traitement.

Formation/simulation



Dans son cabinet, un médecin de famille utilise le même système pour revoir l'anatomie et la technique procédurale avant de procéder à une infiltration articulaire chez un patient souffrant d'arthrose.

Le médecin de bord d'un véhicule de transfert vers Mars utilise un affichage tête haute avec superposition de réalité augmentée pour revoir la technique d'anesthésie et de suture nécessaire pour traiter le sourcil lacéré d'un membre de l'équipage.

Suivi non invasif des signes vitaux



Une infirmière communautaire de l'Arctique reçoit une alarme sur son téléphone intelligent concernant les signes précoces de détresse respiratoire chez un aîné du village souffrant d'une maladie pulmonaire obstructive chronique.

Alors qu'il travaille sur une expérience à l'intérieur du Gateway, le médecin de bord reçoit une alarme dans son oreillette concernant les signes subtils d'un rythme cardiaque anormal chez un membre de l'équipage qui effectue une sortie dans l'espace.

Imagerie



Dans une collectivité rurale, une sage femme effectue une échographie de suivi de grossesse à l'aide du même système.

Pendant le voyage entre la Terre et Mars, des échographies rénales sont régulièrement réalisées sur tous les membres de l'équipage pour la détection précoce des calculs rénaux, à l'aide d'un système basé sur l'IA qui fournit à l'utilisateur une rétroaction corrective immédiate sur la position de la sonde.



Ce ne sont là que quelques exemples de technologies qui pourraient être transférées d'un lieu de pratique à d'autres. Les besoins en matière de prestation de soins de santé dans l'espace lointain et dans les régions éloignées étant comparables, on peut s'attendre à ce que les solutions soient également similaires. Les leçons apprises de l'espace lointain peuvent être adaptées pour bénéficier aux populations autochtones et mal desservies ou aux patients souffrant de maladies chroniques qui sont suivis à distance depuis leur domicile. Ces innovations pourraient transformer les soins de santé nationaux et entraîner une réduction des coûts et une amélioration des résultats en matière de santé.







Nouveaux horizons en santé

Rapport du
Conseil consultatif
sur les soins
de santé dans
l'espace lointain