

La santé dans l'espace : l'audace d'explorer

Visite de l'exposition autoguidée

Introduction au présent guide

La santé dans l'espace est présentée au niveau de la mezzanine du Musée, dans une salle qui donne sur le couloir supérieur principal. On peut y accéder à partir du côté gauche, si l'on arrive de l'ascenseur avant du Musée, ou du côté droit, si l'on emprunte l'escalier situé dans l'exposition *Le Canada dans l'espace*. La salle où est présentée l'exposition *La santé dans l'espace* n'a pas de porte. Par contre, il y a un mur de présentation en forme de demi-hexagone qui fait saillie dans le couloir. Vous pouvez accéder à l'exposition d'un côté ou de l'autre de ce mur.

À l'intérieur de la salle d'exposition, vous trouverez une série de stations comportant des panneaux de texte, des artefacts et des appareils vidéo, et offrant des expériences interactives. Certaines des stations sont autoportantes; d'autres couvrent les murs de la salle d'exposition. Les stations sont regroupées selon les zones thématiques suivantes : Introduction; Pleins feux sur David Saint-Jacques; Isolement; Gravité; Rayonnement; L'avenir de l'exploration spatiale. Bien que les visiteurs puissent circuler librement entre ces zones, le présent guide décrit un parcours dirigé afin de faciliter le cheminement.

Réparties dans l'ensemble de l'exposition, les vidéos sont généralement présentées sur le côté gauche des panneaux. Les éléments visuels qui composent les vidéos ne sont pas indispensables à la compréhension de ces dernières. Les boutons et l'écouteur sont dotés d'étiquettes en braille, et des instructions sonores aident les visiteurs à assurer le fonctionnement des appareils.

Le présent guide renferme tous les textes de l'exposition, depuis ceux des panneaux principaux jusqu'à ceux qui portent sur les artefacts. Il contient également la description des artefacts et images importantes qui font partie de l'exposition.

Nous vous souhaitons une agréable visite.

Section 1 : Introduction

Instructions

Commencez votre visite à la structure murale en forme de demi-hexagone qui fait saillie dans le couloir. Le mur de gauche présente le texte d'introduction principal. Le mur du centre est couvert de moniteurs présentant un montage muet de mots et d'éléments graphiques qui soulignent les principaux thèmes de l'exposition. Le mur de droite présente du contenu supplémentaire ainsi qu'une vidéo d'introduction.

Contenu de l'exposition

(mur de gauche)

Texte du panneau :

L'espace est un endroit dangereux pour ceux qui l'explorent. Gravité, rayonnement et isolement posent des risques particuliers pour leur santé. La santé des astronautes est une priorité absolue dès leur

sélection et longtemps après leur dernière mission. Des médecins, scientifiques, techniciens, et ingénieurs, même les astronautes eux-mêmes, travaillent ensemble pour appuyer la santé des personnes qui travaillent dans l'espace. Cette collaboration est essentielle à la réussite des missions actuelles et des futures expéditions dans l'espace lointain. Ce qu'ils apprennent peut aussi aider à résoudre des défis médicaux sur Terre.

(mur de droite)

Textes des panneaux :

Santé et médecine: des priorités d'une importance interplanétaire

C'est avec fierté que le Canada contribue à l'avancement des sciences de la santé dans l'espace, ouvrant la voie à la médecine spatiale de demain. Le Canada est à l'avant-plan dans l'étude des effets de la vie dans l'espace sur le corps humain. En vue des futures missions vers Mars, les experts s'efforcent de surmonter les risques que posent les expéditions spatiales de longue durée. Imaginez tous les progrès qui pourraient être réalisés.

Ici sur Terre : qu'est-ce que ça nous rapporte?

Le programme spatial canadien se spécialise en sciences de la santé. Ce que nous apprenons dans l'espace a le potentiel d'améliorer les traitements médicaux sur Terre.

Image avec légende :

David Saint-Jacques (ASC) fait l'essai du neuroArm, un système de neurochirurgie robotisé. Conçu à partir de la technologie du Canadarm, neuroArm a été élaboré à l'université de Calgary. 2016

Section 2 : Pleins feux sur David Saint-Jacques

Instructions

Si vous entrez dans la salle d'exposition en passant à droite de la structure murale d'introduction et si vous tournez ensuite à gauche, vous trouverez le contenu de la partie intérieure du demi-hexagone. Les trois murs présentent des renseignements sur David Saint-Jacques.

Contenu de l'exposition

(mur de gauche)

Textes des panneaux :

Une brillante étoile canadienne

Avant de devenir astronaute, David Saint-Jacques a exercé plusieurs professions : ingénieur, astrophysicien et médecin de famille. David est membre du corps des astronautes canadiens depuis 2009. Il a été sélectionné, tout comme Jeremy Hansen, parmi 5 350 candidats. David est qualifié pour piloter le vaisseau spatial Soyouz, commander le Canadarm2 et sortir dans l'espace. Il est également un médecin de bord et formé pour utiliser l'équipement spécialisé nécessaire pour mener des expériences scientifiques dans l'espace.

Astro Stats

Ville natale : Québec, Québec

Date de naissance : 6 janvier 1970

Études : baccalauréat en génie physique, doctorat en astrophysique, doctorat en médecine

Parcours professionnel : ingénieur, astrophysicien, médecin de famille

Langues : français, anglais, russe, espagnol et japonais

Grande image avec légende :

David Saint-Jacques, qui porte une combinaison de vol, devant un Northrop T-38 Talon, un avion à réaction supersonique d'entraînement. Décembre 2017

Images supplémentaires :

Image sépia de David Saint-Jacques enfant avec des cheveux bouclés, assis à un pupitre d'écolier à l'École primaire des Saints-Anges à Saint-Lambert, Québec. 1977

David et son frère participent, habillés en astronautes, à un concours de costumes à l'école de ski. Mont Saint-Bruno, Québec. 1976

Appareil vidéo :

Qui est David Saint-Jacques?

(mur du centre)

Artefact avec légende :

Les astronautes portent leur célèbre combinaison bleue pendant l'entraînement et lors d'activités publiques. David a porté cette combinaison jusqu'à la fin de 2017. Il l'a ensuite prêtée au Musée de l'aviation et de l'espace du Canada pour la présente exposition.

Combinaison de vol

Gibson & Barnes

El Cajon (Californie)

2017

Prêt : Agence spatiale canadienne

(mur de droite)

Texte du panneau:

Formation d'astronaute : un engagement de longue haleine

David s'est joint au corps des astronautes canadiens en 2009 et a aura passé près de dix ans à se préparer au voyage de sa vie. David a suivi une formation de base entre 2009 et 2011. Il a étudié de nombreux sujets, des principes fondamentaux de la navigation spatiale à la langue russe. Il a maintenu ses compétences à jour en soutenant les missions spatiales à partir du centre spatial Johnson de la NASA jusqu'à ce qu'il soit affecté à sa mission en mai 2016. David a ensuite voyagé au Canada, aux États-Unis,

en Allemagne, en Russie et au Japon pour suivre une formation spécifique à la mission sur le Soyouz, la Station et plus encore.

Artefacts avec légende :

(Sachets scellés sous vide remplis d'aliments)

David, qu'est-ce qu'on mange pour souper?

Avant sa mission, David a goûté et choisi les aliments qu'il mangerait pendant son séjour dans la Station spatiale. De nombreuses restrictions s'appliquent : les aliments ne peuvent être réfrigérés ou congelés, et ils ne doivent pas faire trop de miettes. Les repas choisis ont été emballés spécialement pour être conservés et préparés de façon sûre à bord de la Station.

Nourriture préparée pour la mission de David Saint-Jacques

fabricants variés

vers 2018

Prêt : Agence spatiale canadienne

Instructions

Lorsque vous faites face au demi-hexagone, trois murs autoportants se trouvent derrière vous. Bien qu'espacés, ils forment un autre demi-hexagone, plus grand. Sur chacun de ces murs, vous trouverez d'autres renseignements sur David Saint-Jacques. Commencez cette section par le mur de droite.

Contenu de l'exposition

(mur de droite)

Textes des panneaux :

En mission dans l'espace

La Station spatiale internationale est un laboratoire scientifique. Dans cet environnement unique, les astronautes réalisent un vaste éventail d'expériences. Ils étudient le corps humain, des plantes et d'autres organismes vivants ainsi que les propriétés de divers matériaux. Ils mettent à l'essai aussi de nouvelles technologies.

La participation de David à des initiatives canadiennes

Étude *At Home in Space* : La première expérience psychosociale du Canada à la Station spatiale porte sur ce que font les astronautes du monde entier pour se sentir chez eux à bord de la Station.

Biomoniteur : David est le premier à tester et à utiliser le biomoniteur. Cette technologie prêt-à-porter permet de mesurer et d'enregistrer en continu les signes vitaux des astronautes pour surveiller leur état de santé et fournir des données aux chercheurs.

Étude TBone : En situation de microgravité, les os des astronautes se fragilisent. Dans le cadre de l'étude TBone, des images 3D et des échantillons de sang et d'urine sont utilisés pour étudier les changements

dans l'état des os des astronautes.

Étude MARROW : Les effets de la microgravité sur la moelle osseuse ne sont pas entièrement connus. L'étude MARROW vise à déterminer si la microgravité entraîne une accumulation de graisse dans la moelle osseuse, ce qui aurait un impact sur la production, la fonction et la destruction des globules rouges et blancs.

Expérience Vascular Echo : Les analyses de sang et les échographies de l'expérience Vascular Echo permettent d'approfondir nos connaissances sur les effets de la microgravité sur le système cardiovasculaire des astronautes.

Étude Wayfinding : Pour les astronautes à bord de la Station spatiale, il n'y a pas vraiment de haut ou de bas. L'étude Wayfinding permet d'examiner l'activité cérébrale des astronautes pendant qu'ils exécutent des tâches exigeant une orientation spatiale, avant et après leurs missions. Elle vise à découvrir comment les astronautes s'orientent en microgravité.

Étude Vection : Le système de réalité virtuelle utilisé dans l'étude Vection permet d'examiner comment la microgravité affecte la capacité des astronautes à évaluer les distances et à percevoir leurs propres mouvements.

Expérience Radi-N2 : Dans l'espace, les astronautes sont exposés à un niveau élevé de rayonnement neutronique. L'expérience Radi-N2 permet de mesurer les concentrations de rayonnement neutronique à bord de la Station spatiale et de surveiller la dose absorbée par les astronautes.

La nouvelle perspective de David

David a nommé sa mission *Perspective* pour traduire l'expérience unique que constitue le fait de voir la Terre à partir de l'espace. Il peut être difficile de prendre la mesure des complexités de notre planète depuis le sol. Comme les astronautes ont le rare privilège de pouvoir observer la Terre de loin, ils peuvent envisager sa beauté et sa fragilité dans une perspective globale. L'écusson de la mission de David est également symbolique et représente le pouvoir du rêve. En attendant la créativité et le génie humain, les rêves contribuent au progrès de l'humanité.

Interpréter l'écusson de la mission de David

L'écusson de la mission de David Saint-Jacques représente le pouvoir du rêve. Chaque élément du dessin a une signification particulière, telle qu'indiquée sur ce diagramme annoté.

Étoile Polaire : L'étoile Polaire, qui symbolise le rêve, ressemble à une rose des vents, emblème de la raison. Tout comme l'étoile Polaire et la rose des vents guident les explorateurs, le rêve nous éclaire et nous inspire.

Trajectoire de l'étoile : Les couleurs de la trajectoire de l'étoile Polaire soulignent ce qui permet à l'humanité d'innover et de repousser les frontières. Le rouge symbolise l'énergie et la passion, l'orangé dénote la créativité et le blanc représente la science. Le bleu, qui s'étire en un croissant et rappelle le reflet d'une lentille, symbolise la collaboration internationale, essentielle au programme spatial, tant par le passé qu'à l'heure actuelle, et assurément dans l'avenir.

Quatre étoiles : Les quatre autres étoiles correspondent aux gens qui travaillent en coulisses pour assurer le succès de la mission. Elles font également référence aux membres de la famille de David.

Terre : La Terre vue de l'espace met en lumière la perspective nouvelle et unique que nous en avons, ce qui nous incite à assumer nos responsabilités à l'égard de l'environnement et à cultiver des idéaux de paix.

(mur du centre)

Possibilité de prise d'images :

Ce mur comporte une image grandeur réelle de David Saint-Jacques regardant par une écoutille ronde découpée, comme s'il regardait à l'intérieur de la Station spatiale internationale. De l'arrière du mur, les visiteurs peuvent se placer dans la même ouverture pour donner l'illusion qu'ils regardent par l'écoutille en compagnie de David.

(mur de gauche)

Texte du panneau :

D^r Saint-Jacques, prêt pour le service

Avant de se joindre au corps des astronautes canadiens, David était médecin de famille. David et sa femme, Véronique Morin, ont tous deux été médecins dans le nord du Canada. David a pratiqué la médecine au Centre de santé Inuulitsivik de Puvirnituk, une communauté inuite du Nunavik, au Québec. Médecin de première ligne, il a travaillé avec des moyens limités et a souvent compté sur la technologie pour avoir accès aux ressources médicales des grands centres. Il s'agit d'une expérience bien utile quand vient le temps de travailler dans la Station spatiale... le lieu habité le plus éloigné qui soit.

Ici sur Terre : au service des communautés du Nord

L'isolement de nombreuses régions sur Terre rend difficile la prestation des services de santé. Dans le nord du Canada, par exemple, les hôpitaux se trouvent souvent à plusieurs heures de vol. Des technologies spatiales de diagnostic et de communication, une fois adaptées pour utilisation sur Terre, auront le potentiel d'améliorer les soins de santé partout au Canada et dans le monde.

Images avec légende :

Les technologies de télémédecine améliorent l'accès des collectivités éloignées à des spécialistes médicaux. Ici, un médecin de l'université de la Saskatchewan communique avec une patiente à la clinique communautaire de Nain, au Labrador, en 2013. Une image montre un médecin qui utilise de la technologie informatique pour voir et communiquer avec une patiente. Une seconde image montre la patiente et deux professionnelles de la santé qui regardent un écran, où ils peuvent voir et communiquer le médecin.

Appareil vidéo : Les soins de santé dans le Nord canadien

Section 3 : Isolement

Instructions

De l'autre côté du mur de gauche se trouve la section consacrée à l'isolement. Il s'agit de la première de trois sections présentant les principaux facteurs qui constituent un défi pour la santé des astronautes dans l'espace. Bien que le contenu de l'autre côté du mur porte sur l'isolement, rendez-vous d'abord à la console située le long du mur arrière de la salle d'exposition.

Contenu de l'exposition

(console)

Texte du panneau :

Isolement

Prendre soin de la santé physique et mentale des gens est compliqué. Travailler 400 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre ne facilite pas les choses. Avec le soutien des médecins de vol sur Terre, les astronautes jouent un rôle concret dans leurs propres soins médicaux. Une formation spécialisée et des technologies leur permettent de gérer de nombreuses situations médicales dans l'espace. Les astronautes reçoivent un soutien pour soulager les tensions mentales de l'isolement, et ils profitent d'activités qui les relient à leur vie sur Terre.

Y a-t-il un médecin à bord?

Chaque équipage à bord de la Station spatiale compte un médecin de bord. Il reçoit un entraînement spécifique, mais il n'est pas toujours docteur de formation en médecine. Tous les astronautes suivent une formation médicale d'environ 40 heures. Ils acquièrent les habiletés de base nécessaires pour prendre soin des autres membres de l'équipage, de la pose de points de suture à la réalisation d'un examen physique et de soins dentaires élémentaires. Les astronautes communiquent avec les médecins sur Terre, mais l'autonomie est importante. Si un problème médical ne peut être résolu dans l'espace, l'astronaute serait évacué vers la Terre.

Médecins de vol : toujours sur appel

Chaque astronaute a un médecin de vol désigné sur Terre. Cette personne suit l'astronaute tout au long de la mission, de l'entraînement préalable au lancement jusqu'aux soins après le retour sur Terre. Les astronautes à bord de la Station spatiale font des vidéoconférences privées chaque semaine avec leur médecin de vol.

Appareil vidéo : Le rôle du médecin de vol

Texte du panneau :

Maintenir la concentration mentale

Travailler dans l'espace est l'aventure de toute une vie, mais les exigences peuvent être exhaustives. En mission à bord de la Station spatiale, les astronautes passent habituellement six mois avec les cinq mêmes personnes dans un milieu bruyant et artificiel. Il peut être difficile de dormir, et il y a peu de moments de détente. Loin de leurs famille et amis, les astronautes se font du souci pour leurs proches à la maison. Les agences spatiales sélectionnent les astronautes avec soin. Elles les entraînent pour qu'ils apprennent à gérer ces pressions mentales et elles prennent des mesures contribuant à maintenir le moral des équipages.

Appareil vidéo : La santé et l'isolement (multiples vidéos)

Texte du panneau :

Favoriser le bien-être mental

Les agences spatiales soutiennent les astronautes de différentes façons pendant une mission.

- Des simulations et des exercices d'entraînement poussés préparent les astronautes en vue des stress qu'ils vivront.
- Les astronautes font des vidéoconférences avec leur famille chaque semaine.
- Les astronautes reçoivent des colis surprises qui comprennent de petits cadeaux de leurs proches.
- Durant leur temps libre restreint, les astronautes s'adonnent à des passe-temps, comme la photographie et la musique.
- À bord de la Station spatiale, des célébrations soulignent les dates importantes et les jours fériés.
- Les agences spatiales s'efforcent de soulager les soucis des astronautes en apportant du soutien à leur famille.

Élément interactif numérique :

Que ferait un astronaute?

(Ce questionnaire à choix multiples, qui s'adresse aux jeunes visiteurs, ne s'accompagne d'aucun enregistrement sonore. En répondant aux questions, les visiteurs accumulent des points — davantage de points pour les réponses qui sont plus exactes — ce qui détermine le résultat qu'ils voient à la fin du questionnaire. Le texte qui suit comprend la présentation du questionnaire, les questions suivies des réponses et de leurs valeurs respectives en points, et les textes des écrans concernant le résultat final.)

Les astronautes ont des carrières extraordinaires, mais leur travail pose de nombreux défis. Savez-vous comment ils gèrent la pression liée à leur vie d'astronaute?

Question 1 : Les astronautes voyagent partout dans le monde pour s'entraîner. Quelle serait normalement leur réaction à l'idée de voyager?

- A. Ils seraient prêts à voyager au besoin.
- B. Ils préféreraient rester à la maison.
- C. Ils auraient hâte de partir pour tout voir et tout faire.

Question 2 : Lorsque les astronautes « flottent » en microgravité, il peut être difficile pour eux de distinguer le haut du bas. Parfois, ils ont le mal de l'espace pendant les premiers jours de leur mission. Selon cette information, quel type de personne convient le mieux au travail d'astronaute?

- A. Quelqu'un qui adore les montagnes russes.
- B. Quelqu'un qui aime voyager en train.
- C. Quelqu'un qui a facilement le mal des transports.

Question 3 : Une astronaute est en désaccord avec un membre de l'équipage sur la façon de réparer un instrument de laboratoire essentiel. Que ferait-elle?

- A. En discuter avec l'autre astronaute. Deux têtes valent mieux qu'une!
- B. Le réparer à sa façon.
- C. Laisser l'autre astronaute faire la réparation seul.

Question 4 : Il y a très peu d'intimité dans la Station. Les astronautes peuvent tous entendre les conversations vidéo des autres. Que ferait un astronaute s'il entend un des membres de l'équipage en conversation vidéo?

- A. Il tend l'oreille!
- B. Il écoute de la musique pour ne pas être dérangé.
- C. Il respecte l'intimité de l'autre astronaute et va travailler ailleurs.

Question 5 : Les astronautes ont toujours hâte de recevoir des colis surprises remplis de cadeaux de leurs proches. Quels cadeaux un astronaute souhaite-t-il recevoir dans l'espace?

- A. Des vêtements. Ils ont besoin de belles chemises!
- B. Des lettres, des dessins de leurs enfants, de petits trucs qui leur rappellent leur chez-eux.
- C. Un vélo.

Question 6 : Les astronautes sont très occupés. Leur horaire est réglé au quart de tour puisqu'ils mènent des expériences et s'occupent du maintien de la Station spatiale. Qu'est-ce qui les aide à gérer la pression?

- A. Ils font des remarques désagréables aux contrôleurs au sol.
- B. Ils grignotent!
- C. Ils prennent de courtes pauses pour des loisirs comme la musique et la photo.

Question 7 : La vie continue sur Terre. Les astronautes s'ennuient de leur famille et de leurs amis. Quelle technologie un astronaute pourrait-il utiliser pour gérer la situation?

- A. Les téléporteurs, comme dans *Star Trek* : « Téléportation, Scotty! »
- B. Des appels téléphoniques quotidiens et des conversations vidéo hebdomadaires.
- C. Un ordinateur pour avoir accès à des articles de magazines et de presse.

Question 8 : Les astronautes dorment dans de petits compartiments. Autour d'eux, c'est bruyant et il y a toujours de la lumière. Comment se comporterait un astronaute en manque de sommeil?

- A. Il garderait son calme, il a été formé pour ça.
- B. Il serait impatient avec les autres membres de l'équipage.
- C. Il serait grincheux et somnolent.

Question 9 : C'est l'heure des corvées à la Station spatiale. Quelle tâche choisirait un astronaute?

- A. La tâche la plus facile.
- B. La tâche qui ne comporte pas de nettoyage.
- C. La tâche qui aide à garantir la sécurité et la santé de l'équipage.

Question 10 : Pour l'astronaute, quelle est la partie la plus intéressante de son travail?

- A. Pouvoir « flotter » dans l'espace.
- B. Réaliser des expériences scientifiques dans l'espace. La Station spatiale, c'est le laboratoire extrême!
- C. Déboucher la toilette de la Station spatiale.

Pointage:

Pour chaque réponse ci-dessous, la première lettre affichée vaut 2 points, la seconde 1 point et la troisième 0 points.

1. C, A, B
2. A, B, C
3. A, B, C
4. C, B, A
5. B, A, C
6. C, B, A
7. B, C, A
8. A, B, C
9. C, B, A
10. B, A, C

Résultats possibles:

(0 à 6 points)

Un astronaute ne se comporterait pas de cette façon. Les astronautes font preuve d'esprit d'équipe. Ils s'efforcent de rester calmes et vigilants dans les situations les plus stressantes par respect pour le reste de l'équipage. Ils savent que tout le monde doit travailler ensemble pour que la mission soit un succès.

(7 à 14 points)

Vous commencez à comprendre comment un astronaute se comporterait. Les astronautes font passer les besoins de l'équipe avant les leurs : la réussite de la mission spatiale est l'objectif de chacun d'entre eux. Prendre une pause pour pratiquer un loisir, parler à leurs proches et recevoir d'eux de petits cadeaux aident les astronautes à conserver une attitude positive dans des situations extrêmes.

(15 à 20 points)

Les astronautes n'ont plus de secrets pour vous! Peu importe le niveau de stress qu'ils subissent, les astronautes respectent les autres membres de l'équipage. Ils ont hâte de parler à leur famille et à leurs

amis, et de recevoir des colis surprises, car ce contact avec leurs proches sur Terre les aide à contrer la solitude. Ils peuvent ainsi mieux se concentrer sur leur mission spatiale.

Instructions

Les présentoirs situés immédiatement à droite de cette console renferment du contenu supplémentaire.

Contenu de l'exposition

Artefacts avec légendes :

(Polo de golf bleu pâle à manches courtes, avec petit logo de la NASA sur la poitrine.)

Il s'agit de la chemise officielle que Dave Williams (ASC) et ses coéquipiers ont portée à bord de la navette spatiale *Endeavour* durant la mission STS-118, en 2007.

Chemise d'équipage de Dave Williams

2007

Prêt : D^r Dave Williams

(Petit écusson en tissu)

Le groupe de médecine spatiale opérationnelle de l'Agence spatiale canadienne est responsable de la santé et de la sécurité des astronautes canadiens. Cet écusson appartient à l'astronaute Dave Williams (ASC), qui a dirigé ce groupe dans les années 1990.

vers 1993

Prêt : D^r Dave Williams

(Cadre renfermant un CD, un collage de photos de la mission STS-118 ainsi qu'un certificat d'authenticité signé.)

Dave Williams (ASC) aimait bien écouter des CD dans l'espace, même si le format MP3 avait supplanté les CD lors de sa deuxième mission en 2007. Il a écouté *World Container* à bord de la navette spatiale *Endeavour*. La NASA a encadré ce CD après son retour sur Terre.

Album des Tragically Hip, encadré pour exposition

NASA

Houston, Texas

vers 2007

Prêt : D^r Dave Williams

Instructions

Retournez au mur autoportant.

Contenu de l'exposition

Texte du panneau :

Avancées technologiques, autonomie accrue

Les médecins sur Terre utilisent une foule d'outils pour établir un diagnostic et traiter leurs patients. Sur la Station spatiale, les options sont limitées. Les astronautes ont accès à une quantité déterminée d'équipement médical. Si certains sont achetés en vente libre, certaines technologies sont spécialement conçues pour des missions spatiales. Le Canada a développé un certain nombre de technologies médicales notables, et continue d'innover dans ce domaine. Les agences spatiales préparent des missions plus longues, de nouveaux outils sont donc en cours d'élaboration pour accroître l'autonomie des équipages.

Artefact avec légende :

(Petite boîte métallique grise ayant à peu près la dimension d'un grille-pain. La partie avant comporte de nombreux cadrans et boutons.)

Cytomètre Microflow

Les cytomètres de flux sont utilisés depuis les années 1960 pour examiner des échantillons médicaux. Microflow, mis au point pour l'ASC, est un cytomètre simplifié et miniaturisé. Les astronautes peuvent utiliser l'appareil et lire eux-mêmes les résultats dans l'espace. Microflow a été mis à l'essai à bord de la Station spatiale en 2012-2013.

Cytomètre Microflow (reproduction)

Institut national d'optique

Québec (Québec)

vers 2012

Prêt : Institut national d'optique

Images avec légendes :

Tom Marshburn (NASA) effectue une échographie sur Chris Hadfield (ASC) à bord de la Station spatiale. Hadfield est en position couchée alors que Marshburn tient l'extrémité de l'appareil à ultrasons contre son cou. Mars 2013

Microflow est une technologie canadienne utilisée pour analyser le sang et d'autres échantillons biologiques à bord de la Station spatiale. Chris Hadfield (ASC) a mis l'appareil en marche pour la première fois en mars 2013. Dans cette image, Hadfield pointe du doigt l'appareil Microflow, qui flotte en microgravité.

Artefact avec légende :

(Maillot noir sans manches et bandeau noir sur un mannequin.)

Maillot et bandeau du biomoniteur

Il faut beaucoup d'équipement pour surveiller les signes vitaux des astronautes dans l'espace. Le biomoniteur, une technologie prêt-à-porter canadienne, vise à changer la situation. Les astronautes portent ce maillot et ce bandeau intelligents pendant des expériences physiques, au repos et même pendant le sommeil. Un petit appareil alimenté par piles enregistre continuellement les données qui sont ensuite facilement transmises au sol.

Maillot et bandeau du biomoniteur

Carré Technologies

Montréal (Québec)

vers 2018

Image avec légende :

Pendant son entraînement, David Saint-Jacques (ASC) porte le biomoniteur, un maillot intelligent lié à une application mobile. Dans cette image, il porte le maillot et le bandeau alors qu'il court par une belle journée ensoleillée.

Section 4 : Gravité

Instructions

Le long du mur arrière, à droite de la console et des présentoirs renfermant des artefacts qui portent sur l'isolement, se trouve la console principale de la section consacrée à la gravité. Vous pouvez commencer à explorer cette section ici.

Contenu de l'exposition

(console)

Textes des panneaux :

Gravité

Du décollage à l'atterrissage, la gravité teste les limites du corps des astronautes. Les astronautes subissent de fortes accélérations au lancement et au retour sur Terre, mais en réalité, ils passent la majeure partie de leur mission à « flotter » en microgravité. Il ne faut pas s'y tromper toutefois. La microgravité n'est pas sans risque : elle diminue la densité osseuse, affaiblit le cœur et provoque une perte musculaire. Elle peut aussi faire éprouver aux astronautes des problèmes de vision et d'orientation. Bon nombre de ces effets sont temporaires, mais certains peuvent perdurer bien après la fin de la mission. Voilà pourquoi les astronautes doivent prendre des précautions spéciales pour minimiser les risques.

Effet secondaire : vision floue

Les astronautes doivent bien voir pour lire à l'écran et utiliser des tableaux de commande. Si leur vision est floue, la mission pourrait être compromise. En microgravité, les fluides corporels se concentrent dans le haut du corps des astronautes, ce qui peut exercer une pression sur les globes oculaires et les nerfs optiques, et modifier leur forme. Résultat? Leur vue peut s'embrouiller. Ce problème n'est pas rare : près de la moitié des astronautes disent ne pas bien voir après une mission de six mois. Des recherches en cours visent à mieux comprendre le phénomène, en préparation de futures missions de longue durée.

Expérience interactive : Les visiteurs peuvent regarder par deux grandes ouvertures dans une boîte surélevée et comparer deux images d'une scène se déroulant à bord de la Station spatiale internationale. Une des scènes est couverte par une lentille qui imite l'effet visuel d'une enflure du nerf optique. Le texte qui suit accompagne l'expérience : Une enflure du nerf optique peut causer de nombreux problèmes de vision. Une vue embrouillée au point focal ou à différents endroits du champ de vision constitue un phénomène courant chez les personnes atteintes. Il s'agit d'une situation dangereuse pour les astronautes, qui comptent sur leur vision pour lire et pour exécuter des tâches techniques de haute précision.

Diagramme : Sur le panneau central de cette zone sont illustrés des diagrammes montrant une coupe transversale de deux globes oculaires humains. Le premier diagramme présente un globe oculaire normal; le second montre la façon dont un nerf optique enflé peut comprimer et aplatir la partie arrière du globe oculaire.

Appareil vidéo : Les problèmes de vision

Texte du panneau :

Effet secondaire : perte osseuse

Sur Terre, nos os restent forts puisqu'ils soutiennent le poids de notre corps. Dans l'espace, à cause de la microgravité, ils n'ont plus à le faire, alors ils se fragilisent. Les os des gens en santé se renouvellent constamment sur Terre : le corps absorbe les tissus osseux, mais en régénère tout aussi rapidement. Ce n'est pas le cas dans l'espace. En microgravité, les astronautes perdent généralement de 1 % à 2 % de leur masse osseuse chaque mois ce qui rend leurs os plus fragiles. Ce n'est pas un problème tant qu'ils « flottent » dans la Station spatiale, mais ils sont plus susceptibles de subir une fracture quand ils reviennent sur Terre... ou lorsqu'ils atterriront un jour sur Mars.

Expérience interactive : Touchez et comparez deux scintigraphies osseuses tridimensionnelles. Il s'agit de coupes transversales agrandies du tibia d'un astronaute avant et après une mission. Les scintigraphies ont été effectuées à l'université de Calgary dans le cadre de TBone, expérience canadienne visant à étudier l'évolution de la santé osseuse des astronautes en fonction du temps passé dans l'espace. Touchez la zone moins dense. Elle illustre ce qui se produit lorsqu'un astronaute subit une perte osseuse.

Texte du panneau :

De retour sur Terre : lutter contre l'ostéoporose

Environ 1,5 million de Canadiens souffrent d'ostéoporose. Après 50 ans, une femme sur quatre et un homme sur huit sont atteints de cette maladie, qui entraîne une diminution de la densité et un

affaiblissement des os. L'étude de la perte osseuse que subissent les astronautes pourrait mener à une meilleure compréhension de ce problème de santé.

Instructions

À la droite de la console de la section consacrée à la gravité se trouve un présentoir renfermant un artefact.

Contenu de l'exposition

Artefact avec légende :

(Plateau métallique à quatre côtés contenant une série de seringues et de tubes colorés reliés entre eux.)

Plateau de vol pour une expérience canadienne sur l'ostéoporose

Ce plateau est un laboratoire miniature entièrement automatisé. Il a été envoyé dans l'espace à bord d'un satellite russe en septembre 2007 dans le cadre d'eOSTEO, des expériences sur l'ostéoporose menées en orbite. Dans le plateau à température contrôlée, un système de valves et de seringues a servi à fournir des nutriments et des fluides à des cultures de cellules osseuses.

Plateau de vol d'eOSTEO

Systems Technologies

Kingston (Ontario)

2007

Prêt : Agence spatiale canadienne

Instructions

Directement derrière vous, de biais, se trouve un grand présentoir avec, à sa droite, un mur autoportant qui présente une expérience interactive liée à la désorientation dans l'espace.

Contenu de l'exposition

(présentoir)

Artefact avec légende :

Traineau pour l'expérience de physiologie spatiale

(Cadre métallique d'une longueur approximative d'un mètre, installé près du sol et doté d'un petit siège et d'un objet ressemblant à un petit parapluie à pois.)

Cet appareil canadien intrigant a été utilisé à bord de la navette spatiale *Discovery*. Il a servi à une expérience sur le mal de l'espace à laquelle a participé Roberta Bondar (ASC), la toute première femme astronaute au Canada. Les astronautes devaient s'asseoir dans le traineau et leur équilibre était analysé pendant que le « parapluie à pois » tournait.

Traineau pour l'expérience de physiologie spatiale
CAE Electronics et l'unité de recherche médicale aérospatiale de l'Université McGill
Montréal (Québec)
1991
N° d'artefact : 1992.0029

Image avec légende :

Roberta Bondar (ASC), son visage caché par le « parapluie à pois », assise dans le traineau pour l'expérience de physiologie spatiale. Elle et Norm Thagard (NASA) se préparent pour leur mission au centre de vol spatial Marshall. Huntsville (Alabama). Août 1991

(sur le mur adjacent)

Expérience interactive :

Station de désorientation

Les visiteurs se tiennent à un endroit déterminé, placent leur visage dans la sphère à pois, et découvrent à quel point ils sont affectés par la désorientation visuelle. Le texte explicatif dit : Êtes-vous étourdi? Avez-vous la nausée? Dans l'espace, les astronautes n'ont aucun sens du haut ni du bas. Le cerveau reçoit des messages contradictoires des yeux et des oreilles internes, ce qui peut provoquer des nausées.

Instructions

Contournez le grand présentoir pour aller de l'autre côté. Immédiatement à votre gauche, vous trouverez des renseignements plus approfondis sur la désorientation.

Contenu de l'exposition

Texte des panneaux :

Effet secondaire : désorientation

Les astronautes ont besoin de distinguer le haut du bas, même si cette réalité n'existe pas vraiment dans l'espace. Les astronautes peuvent avoir de la difficulté à se repérer sans la gravité de la Terre. Ils sont parfois désorientés et ont l'impression d'avoir la tête en bas. Certains ressentent même des nausées : ils ont alors ce qu'on appelle le « mal de l'espace ». D'autres ont la sensation qu'ils se déplacent, alors qu'ils sont immobiles, si du mouvement se produit dans leur champ de vision périphérique. La recherche aide les experts médicaux à comprendre comment la désorientation nuit à la santé et perturbe le travail des astronautes.

Ici sur Terre : prévenir les chutes

Les problèmes d'orientation présentent un risque sérieux pour ceux qui sont susceptibles de chuter, comme les aînés et les personnes souffrant de troubles neurologiques, telle la maladie de Parkinson. Étudier la désorientation des astronautes pourrait nous aider à mieux comprendre ses effets sur la population.

Images avec légendes :

Dave Williams (ASC) « fait un tour » dans une chaise tournante. James Pawelczyk (NASA) surveille cette expérience sur la désorientation à bord de la navette spatiale *Columbia*. Avril 1998

Dave Williams (ASC) participe à une des 26 expériences de la mission Neurolab à bord de la navette spatiale *Columbia*. Cette mission portait sur les effets de la microgravité sur le système nerveux. Dans cette image, il est torse nu, avec des instruments scientifiques encombrants attachés à son visage et à son corps. Un autre astronaute l'assiste. Avril 1998

Appareil vidéo : La désorientation

Section 5 : Rayonnement

Instructions

À partir du mur présentant le contenu lié à la désorientation, dirigez-vous vers la gauche afin de retourner au mur arrière de la salle d'exposition. Vous y trouverez une troisième console, qui présente la section de l'exposition consacrée au rayonnement.

Contenu de l'exposition

(console)

Texte des panneaux :

Rayonnement

Le rayonnement pose un risque pour les astronautes quand ils travaillent hors de l'atmosphère protectrice de la Terre. Plus les astronautes s'éloignent de la Terre, plus ils sont exposés au rayonnement. Au fil du temps, l'exposition à certains rayons peut accroître le risque de développer diverses maladies, comme des cataractes et le cancer. Les astronautes prennent des précautions spéciales pour réduire leur exposition. Ils participent aussi à des travaux de recherche afin d'améliorer les mesures de protection nécessaires lors des futures missions dans l'espace lointain.

Ondes préoccupantes, particules périlleuses

Le rayonnement, c'est de l'énergie en mouvement dans l'espace. Le rayonnement de faible énergie, comme les ondes radio et la lumière visible, se propage sous forme d'ondes longues. Certains types de rayonnement de haute énergie, comme les rayons X et gamma, sont émis sous forme d'ondes courtes, alors que d'autres, comme les rayons cosmiques, sont composés de particules subatomiques en mouvement rapide. L'exposition à un rayonnement de faible énergie est généralement considérée sécuritaire, tandis que le rayonnement de haute énergie peut endommager sérieusement les cellules du corps humain.

Artefacts avec légendes :

(Une petite boîte métallique bleue dotée de boutons est ouverte. Des boîtiers en tissu noir sont fixés à l'intérieur du couvercle.)

Cette petite boîte bleue renferme beaucoup de science! L'expérience canadienne EVARM visait à mesurer l'exposition des astronautes lors de sorties dans l'espace, de 2001 à 2003. Le lecteur enregistrait les données captées par des dosimètres qui étaient portés près de différentes parties du corps dans une combinaison spatiale.

Moniteur de rayonnement et dosimètres EVARM

Thomson Nielsen

Ottawa (Ontario)

vers 2001

N° d'artefact : 2014.0363

(Flacons cylindriques remplis de résine transparente, à l'intérieur de laquelle on aperçoit de minuscules bulles.)

Les détecteurs à bulles sont remplis de minuscules gouttes de liquide suspendues dans un polymère élastique. Lorsqu'un neutron entre en collision avec une des gouttes, une petite bulle de gaz se forme dans le polymère. On peut donc compter exactement le nombre de neutrons qui heurtent le détecteur.

Détecteurs à bulles

Bubble Technology Industries

Chalk River (Ontario)

ca 2018

Prêt : Bubble Technology Industries

(Petit objet rectangulaire dont la dimension est à peu près celle d'une pile de type D)

En partenariat avec l'Institut de recherche sur les problèmes biomédicaux de Russie, l'ASC a placé ces dosimètres dans les aires de repos des cosmonautes à bord de la station spatiale Mir, de novembre 1993 à février 1994. Des relevés de ces appareils ont été effectués lorsque les cosmonautes sont revenus sur Terre.

Dosimètre

Thomson Nielsen

Ottawa (Ontario)

vers 1993

N° d'artefact : 1995.0966

Texte des panneaux :

Sources de rayonnement spatial

Les astronautes en orbite basse terrestre sont exposés au rayonnement de différentes sources, comme des étoiles qui explosent ou des tempêtes solaires. Les supernovas (des étoiles qui explosent) émettent des rayons cosmiques. Le vent solaire transporte le rayonnement du Soleil. Le champ magnétique terrestre nous protège contre la majeure partie de ces rayons, mais il en passe quand même un peu. Les particules sont alors emprisonnées dans le champ magnétique terrestre, particulièrement dans les

ceintures de Van Allen. Plus les astronautes s'éloignent de la Terre, plus ils sont exposés au rayonnement de haute énergie.

Neutrons : les trouble-fêtes

Lorsque les rayons cosmiques entrent en collision avec de la matière, comme les murs de la Station spatiale internationale, ils peuvent émettre des particules subatomiques appelées neutrons. Les neutrons traversent les tissus humains, ce qui peut, à la longue, détériorer l'ADN, endommager la moelle osseuse et causer des cataractes et le cancer. Le Canada a mis au point l'expérience Radi-N2 pour surveiller l'émission de neutrons à bord de la Station.

Image avec légende :

Chris Hadfield (ASC) tient des détecteurs à bulles de l'expérience Radi-N2 de l'ASC à bord de la Station spatiale internationale. Radi-N2 vise à mesurer les niveaux de rayonnement neutronique à bord de la Station spatiale.

Diagramme annoté :

Rayonnement spatial selon l'altitude

Ce diagramme illustre comment l'intensité du rayonnement spatial augmente à mesure qu'on s'éloigne de la surface de la Terre. Les points clés comprennent :

Terre : 0 m

Transport aérien international : 10,7 km

Le rayonnement spatial est 10 fois plus intense qu'au niveau de la mer.

Ligne de Karman : 100 km

Frontière entre l'atmosphère et l'espace

Station spatiale internationale : 400 km

Le rayonnement spatial est 100 fois plus intense qu'au niveau de la mer.

Diagramme annoté :

Sources de rayonnement spatial

Ce diagramme illustre la façon dont le rayonnement produit par le Soleil voyage dans l'espace en direction de la Terre. Des rayons cosmiques d'origine encore plus lointaine se dirigent également vers la Terre. Le champ magnétique de la Terre agit à la manière d'un bouclier, faisant dévier le rayonnement. Le rayonnement qui réussit à pénétrer dans le champ magnétique de la Terre circule à l'intérieur de celui-ci, principalement autour des ceintures de Van Allen ainsi que des pôles Nord et Sud de la Terre.

Texte du panneau :

Mesurer le rayonnement dans l'espace

Il est important de surveiller l'exposition des astronautes au rayonnement. Des dosimètres enregistrent la quantité, ou dose, de rayonnement à laquelle les astronautes sont exposés. Le Canada a joué un rôle actif dans le développement de technologies visant à mesurer le rayonnement dans l'espace.

Appareil vidéo :
La santé et le rayonnement

Instructions

En partant de l'extrémité droite de la console consacrée au rayonnement, retournez vers la gauche. Vous trouverez un mur autoportant qui présente du contenu supplémentaire sur le rayonnement.

Contenu de l'exposition

(mur autoportant)

Texte des panneaux :

Réduire le risque

Il faut concevoir l'équipement et planifier les missions dans les moindres détails pour réduire l'exposition des astronautes au rayonnement. La Station spatiale internationale et les combinaisons portées pendant les sorties dans l'espace sont fabriquées de matériaux légers, dont le Kevlar® et le polyéthylène, qui offrent une protection contre certains types de particules. Pour minimiser leur exposition, les astronautes ne sortent jamais dans l'espace pendant les tempêtes solaires, lorsque les niveaux de rayonnement sont à leur maximum. Ils peuvent également se retirer dans des sections mieux protégées de la Station, comme dans le module japonais Kibo, où des réservoirs d'eau leur servent de « boucliers » contre le rayonnement.

Ici sur Terre : protéger les travailleurs

La recherche spatiale permet des avancées dans la protection des travailleurs possiblement exposés à un rayonnement de haute énergie, comme les techniciens médicaux et les employés de centrales nucléaires. L'expérience EVARM de l'Agence spatiale canadienne, par exemple, consistait à tester de petits détecteurs de rayonnement portés par des astronautes en sortie dans l'espace. Cette expérience a permis d'améliorer un détecteur de rayonnement maintenant utilisé dans plus de 1 000 centres d'oncologie partout dans le monde.

Expérience numérique :

Avec quoi bloqueriez-vous le rayonnement dans l'espace?

(Ce questionnaire à choix multiples ne s'accompagne d'aucun enregistrement sonore. Le texte ci-après comprend la présentation du questionnaire ainsi que les questions et les bonnes réponses.)

Plus on s'éloigne de la Terre et de son champ magnétique protecteur, plus on est exposé au rayonnement spatial. Pour garantir la sécurité des astronautes en mission vers Mars, le vaisseau spatial devra être construit avec des matériaux de blindage contre le rayonnement et résister aux conditions dans l'espace. Savez-vous quels matériaux conviendraient le mieux?

Le blindage contre le rayonnement devrait-il être en fer?

Non. Le fer est très solide, mais trop lourd pour envoyer dans l'espace. Le fer ne peut bloquer que certains types de rayonnement.

Le blindage contre le rayonnement devrait-il être fait de papier?

Non. Le papier est léger, mais il n'est pas très solide et ne peut bloquer qu'une petite quantité de rayonnement, comme des particules à faible énergie.

Le blindage contre le rayonnement devrait-il être fait de kevlar?

Oui. Le kevlar est une fibre synthétique légère et cinq fois plus solide que l'acier! Le kevlar peut bloquer le rayonnement et protéger le vaisseau contre les bombardements de micrométéoroïdes.

Le blindage contre le rayonnement devrait-il être en plomb?

Non. Le plomb procure une certaine protection contre le rayonnement, mais il est dense et lourd. De plus, il peut être toxique pour les humains.

Le blindage contre le rayonnement devrait-il être fait d'aluminium?

Non. L'aluminium est léger et solide, mais n'offre qu'une certaine protection contre le rayonnement spatial. C'est un bon choix pour la structure du vaisseau spatial, mais pas pour le blindage.

Est-ce que l'eau peut servir au blindage contre le rayonnement?

Oui. L'eau contient un taux élevé d'hydrogène, ce qui en fait un bon matériau pour absorber ou disperser les particules de taille semblable, comme les neutrons. Le blindage du vaisseau spatial peut être rempli d'eau potable. L'eau sert déjà comme blindage contre le rayonnement dans le module Kibo de la Station spatiale internationale.

Le blindage contre le rayonnement devrait-il être en béton?

Non. Le béton bloque efficacement le rayonnement, mais il est très lourd. On l'utilise souvent sur Terre pour le blindage contre la radioactivité, mais il est impossible de le transporter dans l'espace ou de le malaxer et de le couler en microgravité.

Le blindage contre le rayonnement devrait-il être fait de polyéthylène?

Oui. Le polyéthylène est léger et polyvalent. Il contient beaucoup d'hydrogène, donc il peut bien bloquer les protons et les neutrons (de taille semblable aux atomes d'hydrogène). On peut utiliser le polyéthylène pour fabriquer du tissu qui est moulé en plusieurs couches pour en faire des structures solides.

Section 6 : L'avenir de l'exploration spatiale

Instructions

À partir du mur autoportant consacré au rayonnement, retournez vers le couloir de la mezzanine. Le long du mur latéral de la salle d'exposition, vous trouverez le panneau dont le contenu sert à conclure l'exposition.

Contenu de l'exposition

Texte du panneau :

L'avenir de l'exploration spatiale

Les astronautes en mission de longue durée, comme lorsqu'ils iront sur Mars, devront être plus autonomes que jamais. Se rendre sur Mars prendra des mois. Toutes ces missions dureront bien au-delà d'un an. Les astronautes ne pourront pas communiquer en temps réel avec le centre de contrôle de mission ou encore revenir sur Terre en cas d'urgence. Plus les humains s'éloigneront de la Terre, plus les risques pour la santé posés par le rayonnement, l'isolement et la gravité réduite seront grands. Les activités de recherche et d'innovation canadiennes en cours seront essentielles à la réussite des futures missions spatiales.

Console vidéo :

La santé et les futures missions d'exploration

Instructions

Voilà qui conclut votre visite de l'exposition *La santé dans l'espace : l'audace d'explorer*. Pour sortir de la salle d'exposition, tournez à droite. Vous n'êtes qu'à quelques pas du couloir de la mezzanine qui longe cette salle d'exposition.

Profitez bien du reste de votre visite!