



Mission X : Entraîne-toi comme un astronaute

Un bras robotique

Section « Élève »

S'engager :

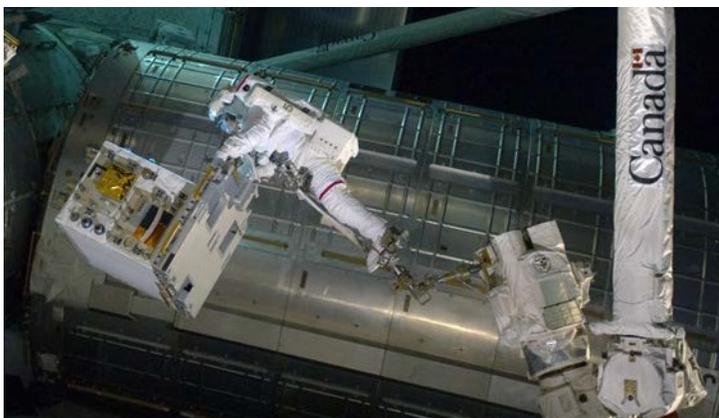
Vos bras ressemblent-ils à ceux d'un robot ? En fait, les bras robotiques de la Station spatiale internationale (ISS) présentent des similitudes avec les bras humains. Regardez vos bras. Depuis vos épaules jusqu'au bout de vos doigts, combien y a-t-il de possibilités de plier votre bras ? Chaque possibilité permet de mobiliser vos bras dans une direction différente. Maintenant, observez vos mains lorsque vous prenez un objet, un crayon par exemple; Regardez comment vos doigts, vos mains et vos poignets bougent pour vous permettre de prendre le crayon. À présent, essayez ceci : tendez les bras devant vous, les paumes de mains vers le bas. Puis comptez lentement jusqu'à cinq tout en déplaçant votre doigt pour aller toucher le bout de votre nez. Avez-vous remarqué tous les mouvements et torsions au niveau de l'articulation de votre coude et de votre poignet ? Recommencez et concentrez-vous sur votre poignet. Est-ce qu'il pivote ? Placez votre main opposée sous votre coude et posez-la sur votre bureau ou une table et recommencez à déplacer votre doigt très lentement pour aller toucher à nouveau votre nez. Pouvez-vous toucher votre nez tout en empêchant les mouvements ou rotations de votre bras et de l'articulation de votre coude ? Pouvez-vous le faire sans laisser vos doigts dépasser le niveau de vos yeux ? Cela a-t-il modifié le mouvement de vos doigts ? Sentez-vous les os de votre coude qui bougent sous votre peau ? Vos bras ont besoin de toutes ces articulations pour effectuer des mouvements complexes tout au long de la journée.

Le saviez-vous ?

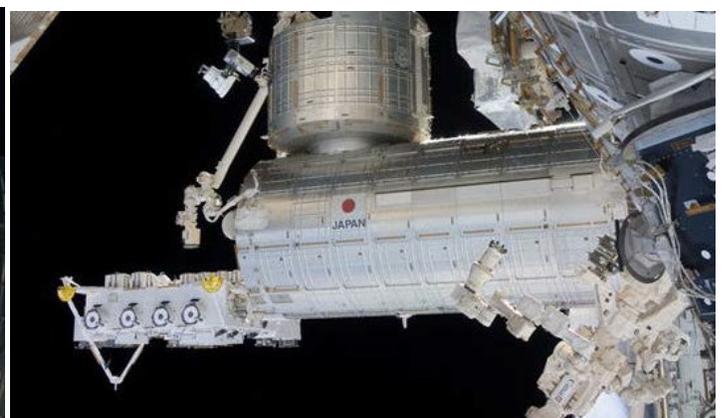
Le « système de télémanipulation » installé à bord du module d'expérimentation japonais (JEM) est constitué de deux bras – un grand et un petit – chacun doté de six articulations pour effectuer des mouvements de type humain.



Le Canadarm2 (au centre) et les ailes de panneaux solaires de l'ISS.



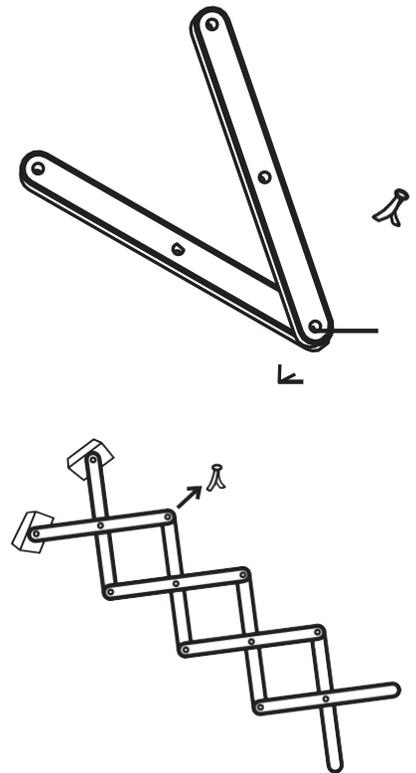
Astronaute utilisant le Canadarm2 pour travailler sur l'ISS.



L'ISS a de nombreux bras robotiques en appui des astronautes

Procédure

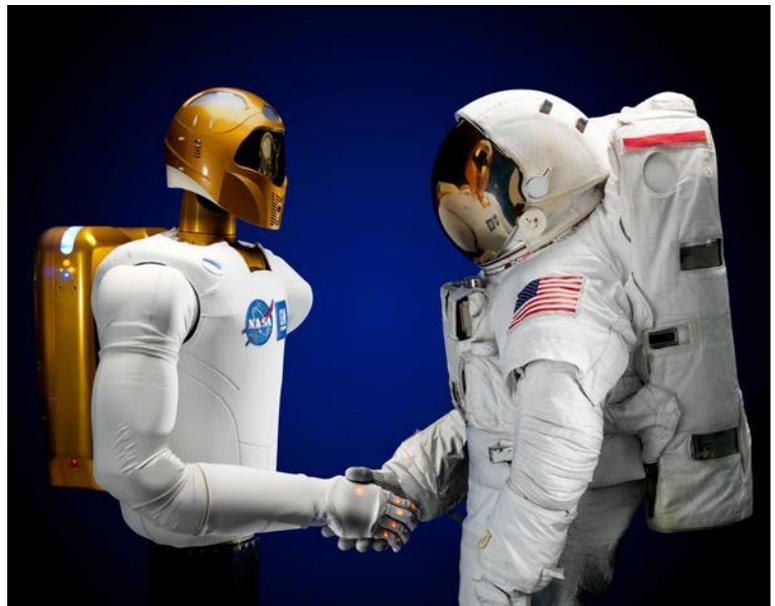
1. Récupérez le matériel auprès de votre professeur.
2. Vérifiez le matériel. Plus tard, vous pourrez vous montrer créatifs, alors commencez à réfléchir aux autres matériaux pouvant être utilisés pour fabriquer un bras robotique.
3. Faites 3 trous dans les bâtonnets à l'aide du poinçon de votre professeur. Reportez-vous à l'image pour l'emplacement des trous.
4. Reliez deux bâtonnets à l'aide d'une attache en formant une croix.
5. Répétez les étapes 3 et 4 avec tous les autres bâtonnets.
6. Reliez maintenant toutes les croix ensemble. Observez attentivement le dessin pour suivre l'exemple.
7. Faites une entaille sur le côté des deux gomes ou des éponges.
8. Fixez chaque gomme ou morceau d'éponge, grâce à l'entaille, aux extrémités du grappin.
9. Essayez d'utiliser votre bras robotique pour saisir un objet sur la table. Réussissez-vous à le faire ?
10. Utilisez votre bras robotique pour essayer de saisir une gomme et un objet rond, par exemple une balle de ping-pong. Réussissez-vous à le faire ?



Expliquer

Saisie et effecteurs finaux

1. A-t-il été plus difficile de saisir la gomme ou la balle de ping-pong ?
2. Quel type d'objet serait difficile à tenir avec votre effecteur final ?
3. Quel type d'objet votre bras ne pourrait pas saisir ?
4. La gravité a-t-elle joué un rôle dans la facilité d'utilisation de votre bras robotique ?



Les robots et les astronautes sont tous deux essentiels à la réussite des missions spatiales.

Discutez de vos réponses avec un membre d'une autre équipe. Il est important de collaborer avec les autres ! Le travail d'équipe nous permet à tous d'obtenir de meilleurs résultats que ceux que nous pourrions avoir seuls. Cela vaut pour les astronautes, les ingénieurs et pour vous ! Est-ce que vous et les autres équipes avez obtenu des résultats similaires ? Demandez-leur. Puis, en groupe, préparez-vous à vous montrer créatifs et à concevoir votre propre bras robotique pour répondre aux questions suivantes.

Adapter le bras robotique à de nouvelles conditions.....

1. Essayez de rallonger encore votre bras robotique. Le bras fonctionne-t-il mieux lorsqu'il est plus long ?
2. Retirez quelques segments du bras. Votre bras robotique fonctionne-t-il bien lorsque vous le raccourcissez ?
3. Quel matériel utiliseriez-vous pour prendre un œuf ?
4. Retirez un certain nombre d'attaches. Le bras robotique fonctionne-t-il encore ?

Le saviez-vous ?

En 1920, le mot « robot » apparaît pour la première fois dans la pièce de théâtre R.U.R. (Rossum's Universal Robots) écrite par l'auteur tchèque Karel Capek. Le mot a été créé à partir du mot tchèque « robota » qui signifie « corvée » ou « travail forcé ».

Élaborer

C'est le moment de faire preuve de créativité ! Dans cette section, votre équipe va adapter et tester vos bras robotiques dans différentes situations. Examinez dans quelle mesure les changements de paramètres de conception et de structure influencent les performances de vos bras. Déplacez des objets. Modifiez la longueur de vos bras robotiques. Ajoutez ou supprimez des articulations. Faites des essais avec le modèle que vous avez conçu, cela permettra à votre équipe d'ingénieurs d'étudier la conception des bras et de mieux comprendre leur fonctionnement. Lorsque vous êtes prêts à passer à l'étape suivante, décidez d'une tâche que vous souhaitez que votre bras robotique exécute : par exemple, aider les hommes à ouvrir une porte ou à tenir quelque chose de chaud, etc. Une fois la tâche choisie, dessinez un modèle du bras que vous souhaitez construire pour exécuter cette tâche et soumettez-le à l'approbation de votre professeur avant de passer à l'étape suivante. Sur votre dessin, indiquez les éléments tels que l'effecteur final ou l'articulation.

_____ approbation du professeur

Construisez à présent votre bras robotique et voyez comment il fonctionne pour accomplir votre tâche ! Vous êtes scientifiques et vous travaillez ensemble comme un groupe d'ingénieurs spécialisés dans les bras robotiques !

Montrez à un autre groupe comment utiliser votre bras, et apprenez à utiliser le leur. Utilisez les bras des autres équipes pour effectuer la tâche pour laquelle ils ont été conçus. Les astronautes dans l'espace et l'équipe de contrôle en vol, sur Terre, travaillent ensemble et communiquent sur les mouvements des bras robotiques. Avant leur départ pour l'espace, les astronautes apprennent à utiliser les bras robotiques en toute sécurité et sont formés à ces techniques par des scientifiques et des ingénieurs. Ils s'entraînent sur Terre afin de pouvoir utiliser les bras et faire leur travail en toute sécurité, dans l'espace. Ils veulent s'assurer de la sécurité de tous et maintenir l'équipement, l'ISS et le bras robotique en bon état. Lorsque les autres équipes vous confieront leur bras, manipulez-le avec soin afin de le garder en bon état de fonctionnement. Échangez avec les autres équipes sur les motivations de vos choix de matériel et les décisions prises par votre équipe pour créer votre bras. N'oubliez pas que l'apprentissage mutuel et le travail en équipe sont des aspects importants de l'entraînement des astronautes.

Évaluer

1. Quels objets de votre bac avez-vous choisis pour fabriquer votre bras ?
2. Votre conception a-t-elle répondu aux exigences et permis de faire ce que vous vouliez ? Entourez d'un cercle votre choix OUI / NON
3. Positionnez vos mains à différents endroits du bras. Où devriez-vous placer vos mains pour que le bras soit plus facile à utiliser ?
4. L'effecteur final est la partie du bras qui tient les objets. À part les gommes ou les éponges, quel matériau pouvez-vous utiliser pour un effecteur final ?

Élargir

Section de lecture pour les élèves

À bord de l'ISS, le principal composant du Système d'entretien mobile (SEM) est également connu sous le nom de Canadarm2. Ce grand bras robotisé possède sept articulations et peut déplacer jusqu'à 116 000 kg d'équipements de la station spatiale. Il permet de déplacer des équipements et les astronautes peuvent être attachés à l'extrémité du bras pour se mouvoir vers différentes parties de la station. Pouvez-vous vous imaginer flotter à environ 400 km au-dessus de la Terre et évoluer dans l'espace grâce à un bras robotique ? Quel voyage extra-terrestre/ordinaire !

Un autre bras à bord de l'ISS se trouve sur le module d'expérimentation japonais (JEM), le « système de télémanipulation ». Il est en fait constitué de deux bras – un grand et un petit – qui ont respectivement six articulations et sont utilisés pour mener des expériences et en appui des tâches de maintenance. À l'extrémité du bras, l'effecteur final avec son collet est l'une des pièces les plus importantes car elle permet de tenir les objets.

Sur l'ISS se trouve également un robot de taille humaine appelé Robonaut 2, ou R2. Il peut effectuer des tâches habituellement réalisées par les hommes, sans se fatiguer. Les bras et les jambes de R2 sont conçus pour des usages spécifiques qui aident les astronautes à travailler en toute sécurité dans l'espace. Les doigts et les mains de R2 ressemblent beaucoup aux mains et aux doigts humains : comme les nôtres, ils se referment sur les objets pour les tenir. L'effecteur final sur le Canadarm2 est très différent. Il utilise des câbles pour collets. Vous aurez l'occasion de construire une maquette de l'effecteur final du Canadarm2 dans la prochaine section !

Comment concevoir un effecteur final destiné à agripper et retenir un satellite ? Le satellite et l'ISS flottent tous deux dans l'espace, et si les deux objets se repoussent, ils partent dans des directions différentes. Les engins spatiaux et l'ISS sont très, très chers, et ont non seulement des êtres humains à bord mais également d'autres précieuses cargaisons ! Le procédé utilisé pour assurer le ferme maintien du véhicule spatial au fur et à mesure que le robot le déplace, est essentiel, et sa conception relativement simple. Dans la section « Élargir », vous pourrez construire une maquette de l'effecteur et des collets du Canadarm2. Il convient de garder à l'esprit que les grappins – l'équipement utilisé pour saisir et tenir des objets – doivent être vérifiés et testés. Les collets sont en effet des câbles relativement souples et risquent donc de ne pas être bien positionnés après leur utilisation. Avant toute utilisation de l'effecteur final pour saisir des objets, on peut vérifier le bon positionnement des collets. Dans la vidéo Un bras robotique, Mike Hopkins, astronaute de la NASA et ambassadeur de l'initiative Mission X, vérifie que les collets sont en place et prêts à agripper un véhicule de ravitaillement.

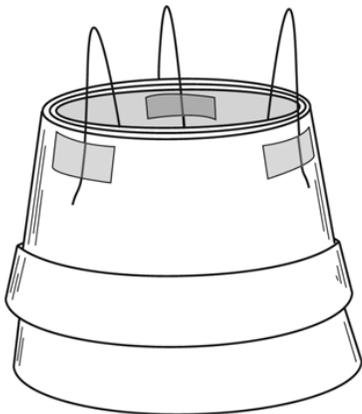
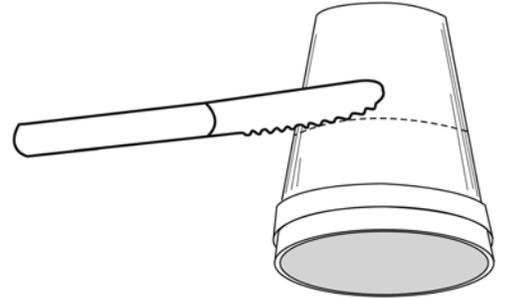


Au travail ! Comment fonctionne l'effecteur final du Canadarm2 ?

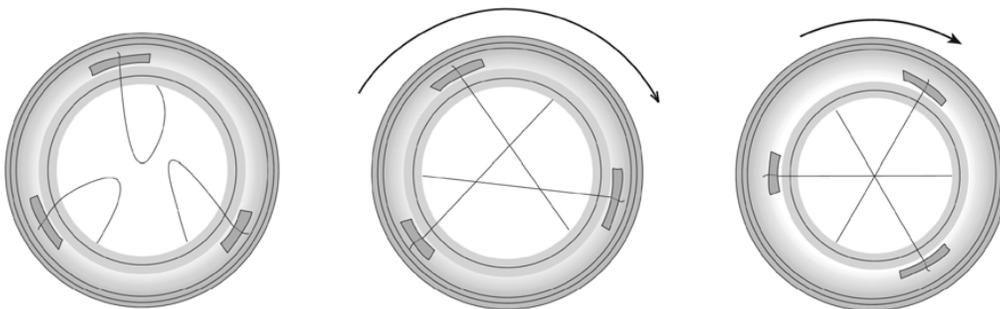
L'effecteur final du Canadarm2 est de conception élégante, et nous pouvons en faire une maquette en utilisant des matériaux simples. Cette partie de l'activité est l'adaptation d'une activité pédagogique de la NASA.

Vous travaillez maintenant comme ingénieurs robotiques pour une agence spatiale. Vous pouvez travailler en binômes pour cette section, mais votre professeur peut aussi choisir des groupes de travail plus grands.

1. Emboîtez les deux gobelets ensemble et découpez-les comme indiqué par la ligne pointillée sur le schéma. Lissez les bords de coupe y en passant (en plusieurs aller-retour) la lame dentelée du couteau de pique-nique.
2. Coupez trois bouts de ficelle d'environ 12 centimètres de long chacun.
3. Scotchez l'extrémité de la première ficelle à l'intérieur du gobelet intérieur, juste au-dessous de la découpe.
4. Scotchez l'autre extrémité de la ficelle à l'extérieur du gobelet extérieur, mais sans trop appuyer sur le ruban adhésif. Vous appuierez plus tard, après avoir ajusté la ficelle.



5. Répétez encore deux fois les étapes 3 et 4, en plaçant les ficelles à environ un tiers de distance (120 degrés) de la première ficelle, tout autour du gobelet.
6. Tout en tenant le bord du gobelet intérieur, faites tourner le gobelet extérieur jusqu'à ce que les trois ficelles se croisent. Les ficelles auront un peu de mou. Tirez délicatement sur l'extrémité des ficelles à l'extérieur jusqu'à ce qu'elles soient tendues et qu'elles se croisent exactement au centre de l'ouverture. À ce moment-là, ajustez le ruban adhésif en appuyant dessus à l'extérieur du gobelet pour tendre les ficelles.



Faites tourner les gobelets pour fermer les collets.

Utiliser votre effecteur final

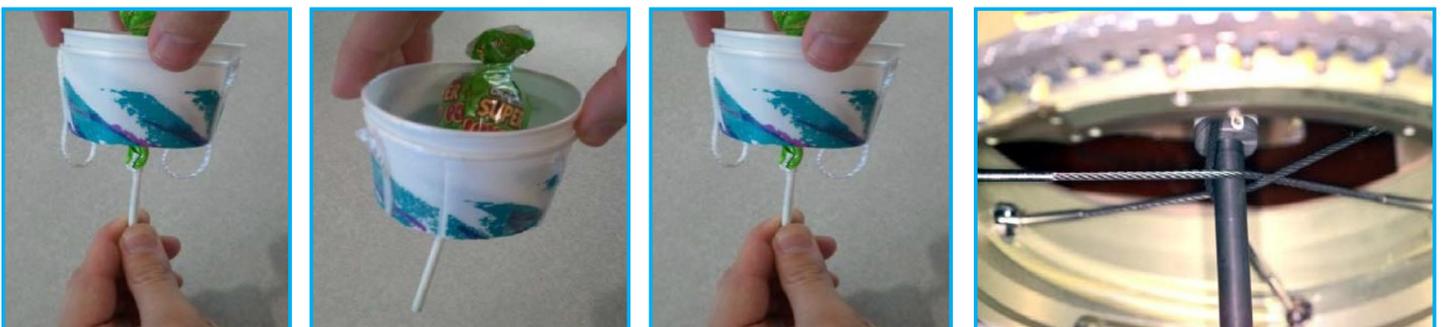
Les ingénieurs conçoivent une fixation autour de laquelle les collets pourront se refermer, et ces fixations sont ensuite mises en place sur des satellites ou d'autres objets que les robots saisiront. Ces fixations seront simulées par des pailles ou des tiges de sucettes dans le cadre de cette activité.

- Utilisez l'effecteur final pour récupérer la paille ou la sucette. Demandez à quelqu'un de tenir la paille ou la sucette droite. Ouvrez l'effecteur de façon à ce que les ficelles ne se croisent pas. Faites glisser l'effecteur autour de la paille ou de la tige de la sucette de manière à ce que celle-ci descende bien au centre et non à travers les boucles des ficelles.
- Faites tourner le gobelet extérieur jusqu'à ce que la paille ou la sucette soit piégée par la torsion des ficelles. Récupérez l'objet.

1. L'objet peut être trop glissant pour être tenu solidement. Comment modifier la paille ou la sucette pour assurer son solide maintien ?
2. Le travail en équipe, l'échange d'idées et la collaboration avec les autres sont très importants pour les ingénieurs et les autres équipes de travail. Comparez votre grappin à deux autres grappins conçus par vos camarades de classe. Dessinez-les dans les carrés ci-dessous.



4. Lequel fonctionne le mieux ? Formulez des phrases complètes pour expliquer pourquoi.
5. Dessinez votre effecteur final et évaluez les points forts et les points faibles de chacun des grappins que vous avez comparés.
6. Comment pouvez-vous améliorer le modèle que vous avez conçu ? Formulez des phrases complètes.
7. Votre équipe peut-elle trouver un moyen de faire travailler ensemble votre bras et votre effecteur final ?



Des collets fermés autour d'un axe de fixation du grappin.

Contributeurs institutionnels et privés au moment de la création de cette ressource :



Laura Lucier,
au Johnson
Space
Center de la
NASA.

À la NASA et dans les agences spatiales du monde entier, de nombreuses équipes travaillent sur la robotique et les vols spatiaux. Cette activité a été développée avec la collaboration du Netherlands Space Office (NSO), de l'équipe de la NASA chargée de l'engagement et de la communication dans le cadre du « Human Research Program », et l'assistance de Laura Lucier, experte dans ce domaine. Laura est titulaire d'une licence en génie mécanique avec mention de l'université de Calgary et d'un master en génie aérospatial de l'université McGill. Pendant ses études à McGill, elle a effectué des recherches sur la dégradation des matériaux dans l'environnement des orbites à basse altitude avec le groupe « Matériaux avancés et thermiques » de l'Agence spatiale canadienne. Au moment de cette publication, Laura travaillait au Johnson Space Center en tant que contrôleur de vol de la NASA. Spécialisée en robotique, Laura planifie les opérations impliquant les robots Canadarm2 et Dextre à bord de l'ISS et intervient sur la console du Centre de contrôle de mission lorsque ces robots sont utilisés. Ses activités favorites consistent à manœuvrer les robots depuis le sol et à former les astronautes à leur utilisation.

Sur son temps de loisir, Laura exerce ses compétences de pilote commercial et d'instructeur de plongée sous-marine. Elle est également bénévole pour CyberMentor, un programme de mentorat scientifique basé en Alberta et destiné aux jeunes femmes, et aime jouer au hockey sur glace.



Meie Van Laar,
Science Center
NEMO.

« Un bras robotique » est inspiré d'un cours développé par Meie van Laar du Science Center NEMO aux Pays-Bas. Le Science Center NEMO héberge l'ESERO NL, le bureau néerlandais du projet ESERO (European Space Education Resource Office) de l'Agence spatiale européenne (ESA). Aux Pays-Bas, l'ESERO est cofinancé par le Netherlands Space Office.

L'ESERO NL utilise les thèmes liés à l'espace ainsi que la fascination des jeunes pour l'espace afin de renforcer les connaissances et les compétences dans le domaine des STEM et d'améliorer les choix d'études et de carrière dans les sciences et les technologies. À ce titre, elle soutient les enseignants en leur proposant des cours de formation et de perfectionnement professionnel et en développant des ressources pour la classe. Pour plus d'informations, consultez le site www.ruimtevaartindeklas.nl qui propose un large éventail de cours sur l'espace (en néerlandais uniquement).



Nicole Sentse,
spécialiste des
sciences de la
vie, ESA.

Nicole Sentse a collaboré avec l'Agence spatiale européenne en tant que spécialiste des sciences de la vie pour pendant plus de 12 ans et a lancé, avec Cristina Olivotto, le projet Mission X pour l'Agence spatiale européenne, en coopération avec leurs collègues de la NASA, en réponse à une demande du groupe de travail sur les sciences de la vie de l'ISS, en 2010. Au moment de la création de cette ressource, elle travaillait comme consultante indépendante pour l'Agence spatiale européenne et le Netherlands Space Office.



Cristina Olivotto,
ESA.

Au moment de la création de cette ressource, Cristina Olivotto travaillait pour Sterrenlab et collaborait avec des programmes d'éducation formelle et informelle au niveau primaire et secondaire dans des contextes internationaux. Elle travaillait à l'élaboration d'une série de plans de cours pour les enseignants du primaire avec l'ESA.



Ed White Elementary



*American School
of the Hague*

Nous apprécions l'expérience et les conseils des professeurs et de tous les étudiants qui ont contribué à peaufiner ce cours. Nous tenons à remercier tout particulièrement Owen Davison, professeur de sciences en classe de 5^e année à l'American School de La Haye, aux Pays-Bas, et Laura Mackay, professeur de technologie à l'école élémentaire Ed White, au Texas, aux États-Unis. Tous ces ingénieurs, scientifiques et professionnels ont été des enfants comme vous. Ils ont suivi leur rêve qui les a conduits dans le monde de la robotique, et vous pouvez en faire autant !



Médias/graphiques/images

Sites web utiles pour plus d'informations

Systeme d'entretien mobile (SEM) de l'ISS (Canadarm2)

www.asc-csa.gc.ca

http://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/mss.html

<https://www.youtube.com/watch?v=K7NvsxcoDKo&feature=youtu.be>

Training on proper use of the arm

<https://www.youtube.com/watch?v=6YFQf1-7T7s>

Systeme de télémanipulation à bord du module d'expérimentation japonais (JEM)

<http://iss.jaxa.jp/en/kibo/about/kibo/rms/>

Robonaut2

<http://robonaut.jsc.nasa.gov/default.asp>

Données sur les robots spatiaux

http://er.jsc.nasa.gov/seh/robots_in_space.htm

Bras robotique européen

http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/1999/11/European_Robotic_Arm_ERA2

<http://wsn.spaceflight.esa.int/docs/Factsheets/7%20ERA%20LR.pdf>

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/European_Robotic_Arm

<http://www.airbusdefenceandspacenetherlands.nl/project/era/>

De multiples ressources en français sur le site internet ESERO France

<https://esero.fr>