

Âges : 8 -12

**Thème :** Conception technique et travail d'équipe  
**Normes :** Cette activité est alignée sur les normes nationales en matière de science, de technologie, de santé et de mathématiques.

*Next Generation Science Standards :*

**3-5-ETS1-2.** Trouver plusieurs solutions possibles à un problème et les comparer en fonction de leur capacité à répondre aux critères et aux contraintes de la problématique.

**3-5-ETS1-3.** Planifier et réaliser des essais objectifs dans lesquels les variables sont contrôlées et les défaillances prises en compte pour identifier les aspects à améliorer d'une maquette ou d'un prototype.

France  
esero

## Mission X : Entraîne-toi comme un astronaute

# Un bras robotique

**SECTION « PROFESSEUR » (PAGES 1-8)**

**SECTION « ÉLÈVE » (PAGES 9-16)**

### Contexte

Pourquoi avons-nous besoin de bras robotiques pour travailler dans l'espace ? À titre d'exemple, essayez de tenir un livre à bout de bras, sans bouger, pendant une ou deux minutes. Après un certain temps, vos mains commencent-elles à trembler ou à bouger ? Imaginez combien il serait difficile de tenir vos mains immobiles pendant plusieurs jours d'affilée, ou de soulever quelque chose de très lourd. Ne préféreriez-vous pas disposer d'un bras vraiment long qui ne se fatigue jamais ? Pour faciliter les opérations dans l'espace, les scientifiques conçoivent et utilisent des bras robotiques depuis des années. Sur Terre, des bras robotiques sont développés pour un large éventail d'applications, pour le déplacement d'équipements lourds ou des opérations chirurgicales délicates par exemple. Ces dispositifs essentiels aident les professionnels à travailler sur Terre comme dans l'espace.



*Astronaute attaché à un bras robotique sur l'ISS*

Regardez vos bras. La peau qui recouvre vos bras assure une fonction de protection. Sous la peau se trouvent des nerfs, des muscles et des os qui rendent les mouvements possibles. Les bras robotiques dans l'espace sont également recouverts de tissus. Ces différentes couches servent à protéger les fils, les moteurs et les pièces métalliques des bras robotiques de l'ISS contre les radiations spatiales, tout comme votre peau protège les nerfs, les muscles et les os de vos bras. Les bras robotiques ont aussi des articulations semblables à celles de nos coudes et de nos poignets, y compris des dispositifs semblables à nos mains et capables de tenir des objets.

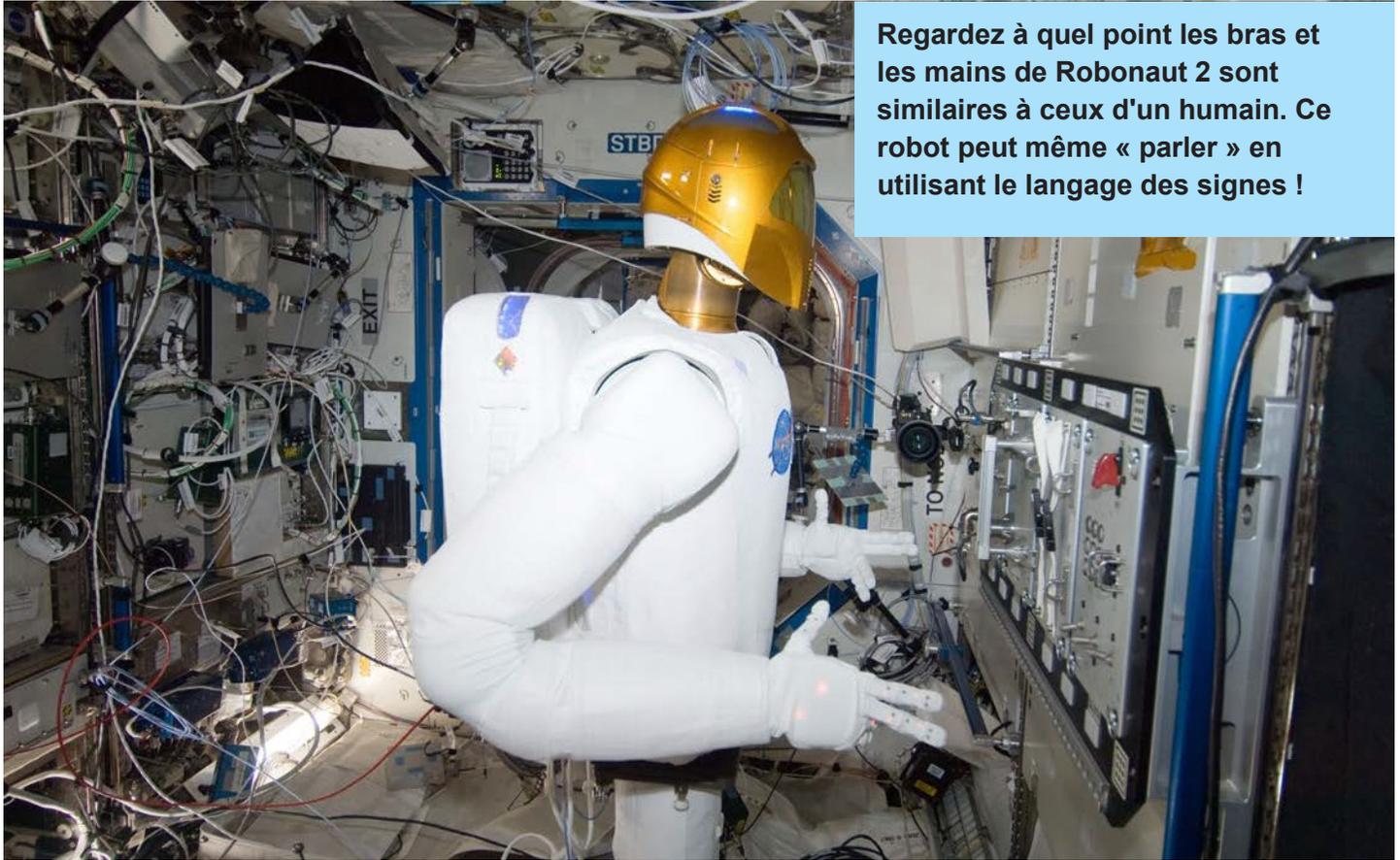
**Objectifs du cours. Les élèves devront :**

- découvrir la corrélation entre la longueur d'un bras robotique et le niveau de difficulté à saisir des objets
- étudier l'importance des charnières / articulations du bras
- collaborer entre coéquipiers pour concevoir un bras
- tester divers matériaux pour les préhenseurs / effecteurs finaux
- comparer et modifier les modèles conçus pour assurer leur conformité aux critères de performance et aux contraintes

**Notes aux professeurs/ suggestions pour l'engagement des élèves :**

*Pour inciter les élèves à s'intéresser au matériel, posez des questions qui leur permettront de faire le lien entre les bras robotiques et leurs propres bras, ainsi qu'avec des bras mécaniques (grues, chariots élévateurs ou prothèses de bras). Demandez-leur de mobiliser leurs articulations pour observer comment ça fonctionne.*

*Cette activité les amènera à concevoir et à construire un bras robotique pour effectuer des tâches simples.*



Le principal composant du Système d'entretien mobile (SEM) de la station spatiale est 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 même 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 extraordinaire ! 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 chacun six articulations et sont utilisés pour mener des expériences et en support à des tâches de maintenance.

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.

Le bras robotique européen (ERA) présente des caractéristiques similaires à celles des autres bras de l'ISS : conçu pour fonctionner avec le module russe, il peut également déplacer des équipements directement de l'intérieur de l'ISS vers l'extérieur. Il utilise des caméras infra-rouge pour inspecter l'extérieur de l'ISS et est aussi conçu pour faciliter les déplacements et le travail des astronautes à l'extérieur de la station.

**Notes aux professeurs / suggestions concernant la vidéo « Un bras robotique » :**

*Cette activité est accompagnée d'une courte vidéo. Si vous disposez de suffisamment de temps, demandez aux élèves de regarder la vidéo avant de commencer l'activité afin de susciter leur intérêt pour le sujet et d'obtenir leur adhésion. Ensuite, à la fin de l'activité, ils peuvent regarder la vidéo et réfléchir à ce qu'ils ont appris sur les bras robotiques. La vidéo « Un bras robotique » est disponible à l'adresse <https://www.stem.org.uk/missionx>.*

## Problématique : Pouvons-nous concevoir un bras robotique pour saisir des objets à distance ?



### SECTION SÉCURITÉ !!

Danger ! Soyez prudents lorsque vous ferez des trous dans les bâtonnets.

### Explorer

#### Effecteurs finaux et bras : comment prendre et tenir des objets

Répartissez les élèves par deux. Donnez à chaque binôme un jeu de baguettes. Expliquez aux élèves qu'ils doivent utiliser les baguettes et les saisir à leur extrémité pour prolonger au maximum leurs bras. Proposez-leur d'essayer d'utiliser les baguettes pour tenir une petite balle (comme une balle de ping-pong) ou une gomme. Ensuite, demandez-leur s'ils ont réussi à accomplir la tâche, et pourquoi cela a marché, ou n'a pas marché.

Comment cela s'est-il passé ? A-t-il été plus difficile de saisir la gomme ou la balle de ping-pong ? Expliquez aux élèves que les astronautes doivent parfois saisir des objets éloignés d'eux. Pour ce faire, ils utilisent des bras robotiques spéciaux, et non des baguettes bien évidemment !



Canadarm2 et son effecteur final, vu depuis l'ISS.

Regardez, à la page 1, les photos d'un bras robotique et de l'astronaute rattaché à son extrémité. À quoi sert le bras robotique ? Il est utilisé pour aider les astronautes à effectuer des réparations à l'extérieur de la station spatiale. Se déplacer dans l'espace exige beaucoup de temps et d'efforts, c'est pourquoi le bras robotique doit faciliter les déplacements des astronautes et des équipements à l'extérieur de la station spatiale, notamment en cas de réparations à effectuer. Demandez aux élèves de déplacer leurs bras, prolongés par des baguettes, lentement et avec précaution ; les astronautes et opérateurs doivent aussi agir avec précision pour manœuvrer un bras robotique, notamment lorsqu'un astronaute est attaché à son extrémité !

#### Conception et essais : longueur de bras et charnières

Pouvons-nous concevoir un bras robotique pour effectuer des tâches spécifiques ?

Dans cette section, les élèves fabriquent un bras robotique avec charnières qui leur permettra de saisir des objets à distance.

#### Préparation du cours :

Préparez douze bacs de stockage pour l'activité Un bras robotique.

Dans chaque bac, mettez :

- huit bâtonnets (de sucettes glacées)
- une paire de ciseaux
- des attaches (en métal, pour assembler deux éléments)
- deux gommes ou morceaux d'éponge

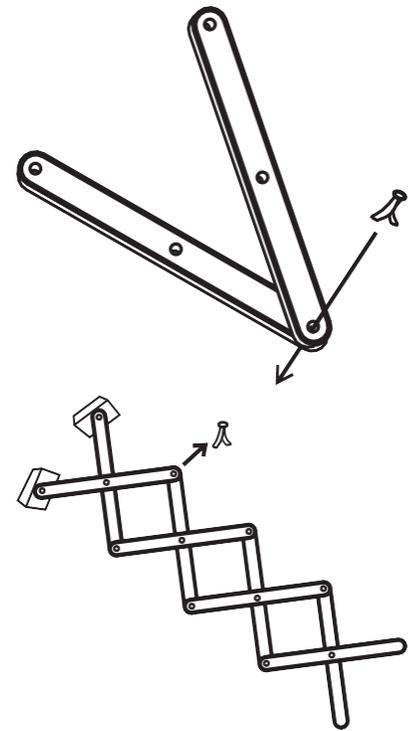
#### Matériel :

- 96 bâtonnets (de sucettes glacées)
- 24 gommes ou morceaux d'éponge
- 12 jeux de baguettes
- 12 paires de pinces à épiler
- 12 bacs de stockage
- 12 balles de ping-pong
- ciseaux
- attaches en métal
- emporte-pièce ou alêne (pour le cuir)

## Procédure :

Les modalités suivantes sont tirées de la section « Élève ».

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 trois 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 4 et 5 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 gomme 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 :

Ces questions sont tirées de la section « Élève ».

1. A-t-il été plus difficile de saisir la gomme ou la balle de ping-pong ? [Les réponses peuvent varier mais la plupart trouveront la gomme plus facile à saisir en raison de sa forme et de la friction de surface.]
2. Quel type d'objet serait difficile à tenir avec votre effecteur final ? [Précisez, par ex., des objets glissants, lourds, petits ou très grands.]
3. Quel type d'objet votre bras ne pourrait pas saisir ? [Les réponses peuvent varier]
4. La gravité a-t-elle joué un rôle dans la facilité d'utilisation de votre bras robotique ? [Les réponses peuvent varier mais, de manière générale, la gravité rend le déplacement d'un objet plus difficile en raison du poids de l'objet. Sur l'ISS, la gravité est quasiment la même que sur Terre, mais étant donné que l'ISS, les bras, les astronautes et les objets tombent tous dans la même direction, les effets de la gravité sont négligeables.]

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 ? [Les réponses peuvent varier mais, en général, le bras est plus difficile à utiliser lorsqu'il est plus long.]
2. Retirez quelques segments du bras. Votre bras robotique fonctionne-t-il bien lorsque vous le raccourcissez ? [Les réponses peuvent varier]
3. Quel matériel utiliseriez-vous pour prendre un œuf ? [Les réponses peuvent varier]
4. Retirez un certain nombre d'attaches. Le bras robotique fonctionne-t-il encore ? [Les réponses peuvent varier] En fonction de l'attache retirée, si le bras fonctionne toujours, il est fort probable qu'il ne fonctionne plus aussi bien.

## Élaborer :

Les élèves adapteront et testeront leurs bras robotiques dans différentes situations et devront faire preuve de créativité pour concevoir et construire un nouveau bras robotique pour effectuer une tâche. Ils observeront dans quelle mesure des changements de paramètres de conception et de structure influencent les performances de leur bras. Cela leur permettra d'explorer et de mieux comprendre les liens entre la conception, la forme, la fonctionnalité, les résultats et les spécifications.

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 effectuer leur travail en toute sécurité, dans l'espace. Ils veulent s'assurer de la sécurité de tous et maintenir les équipements, 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 et effectuez la tâche pour laquelle il a été conçu. Où devriez-vous placer vos mains pour que le bras soit plus facile à utiliser ? **[Les réponses peuvent varier]**
4. L'effecteur final est la partie du bras qui tient les objets. À part les gommes ou les éponges, quels matériaux pourriez-vous utiliser pour un effecteur final ? **[Les réponses peuvent varier] Les surfaces plus rugueuses sont de bons choix. Gardez à l'esprit que l'effecteur final et les objets à saisir doivent bien fonctionner ensemble.**

## Élargir : Comment fonctionne l'effecteur final du Canadarm2 ?

### Notes aux professeurs / suggestions concernant la vidéo « Un bras robotique » :

*Examinez les défis proposés et adaptez les tâches à la tranche d'âge de vos élèves. Demandez aux élèves de lire la section « Lecture pour les élèves » ou lisez-la à la classe. Les vidéos sont intéressantes pour les informations de fond et montrent clairement les dessins.*

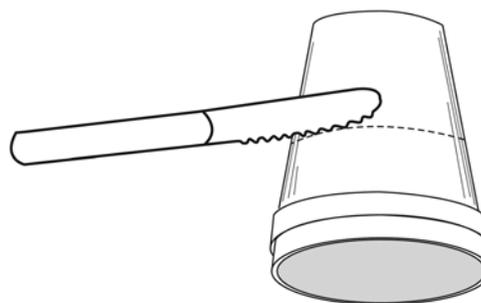
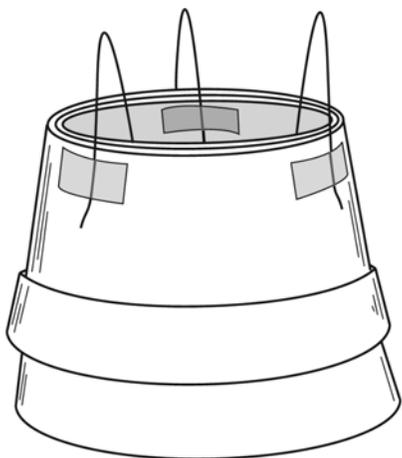
L'effecteur final du Canadarm2 est de conception élégante, et nous pouvons en faire une maquette en utilisant des matériaux simples. Cette partie de l'activité est l'adaptation d'une activité pédagogique de la NASA. Demandez aux élèves de regarder la vidéo avant de réaliser l'activité proposée dans cette section. En fait, ils voudront peut-être revenir à la vidéo par la suite. Le contenu suivant est tiré de la section « Élève » à la fin de cette activité.

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.

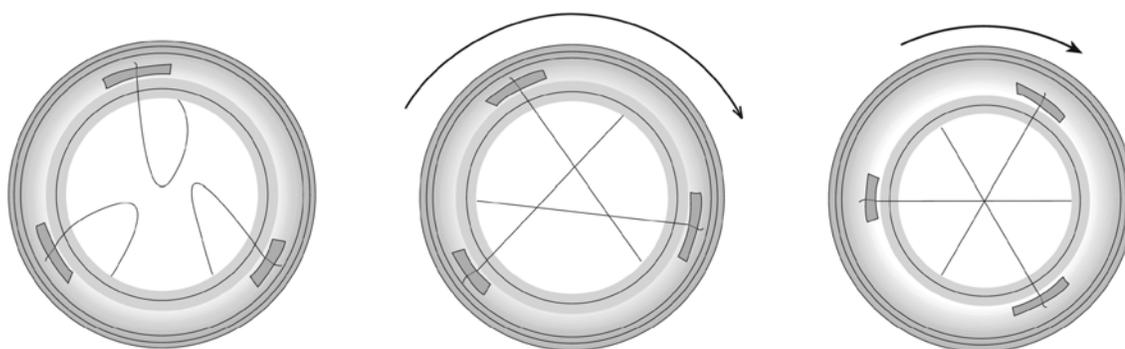
### Matériel :

- gobelets en polystyrène ou en papier (2 par effecteur final)
- 12 cm de ficelle (3 par effecteur final)
- ruban adhésif
- couteaux de pique-nique en plastique (dentelés)
- paille ou sucette (1 par effecteur final)

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.
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.



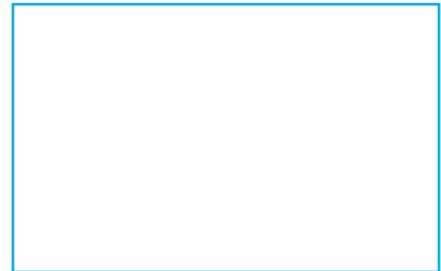
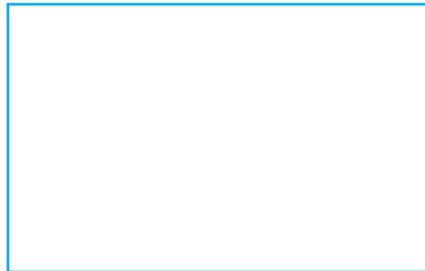
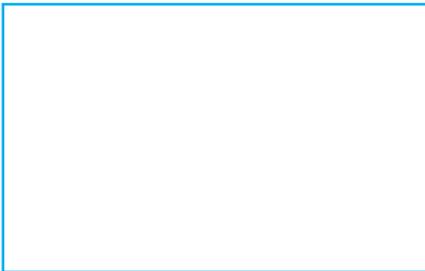
5. Répétez encore deux fois les étapes 3 et 4, en plaçant les ficelles à environ un tiers de distance (120 degrés) de la première ficelle, tout autour du gobelet.
6. Tout en tenant le bord du gobelet intérieur, faites tourner le gobelet extérieur jusqu'à ce que les trois ficelles se croisent. Les ficelles 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 bien tenir les ficelles.



Faites tourner les gobelets pour fermer les collets. Les collets du Canadarm2 sont conçus pour assurer un solide maintien des objets tels que les véhicules spatiaux.

## Utiliser votre effecteur final

- Utilisez l'effecteur final pour saisir la paille. Demandez à quelqu'un de tenir la paille 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. Les ficelles sont comme les collets du bras robotique de l'ISS et la torsion des collets permet au bras d'agripper ou de tenir fermement des objets tels que des véhicules spatiaux. Amusez-vous en essayant de saisir d'autres objets.
1. L'objet peut être trop glissant pour être tenu solidement. Comment modifier la paille ou la sucette pour assurer son solide maintien ? **[Les réponses peuvent varier]**
  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. **[Les réponses peuvent varier]**



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



Les collets sont refermés autour de l'axe de fixation d'un grappin sur le bras robotique.