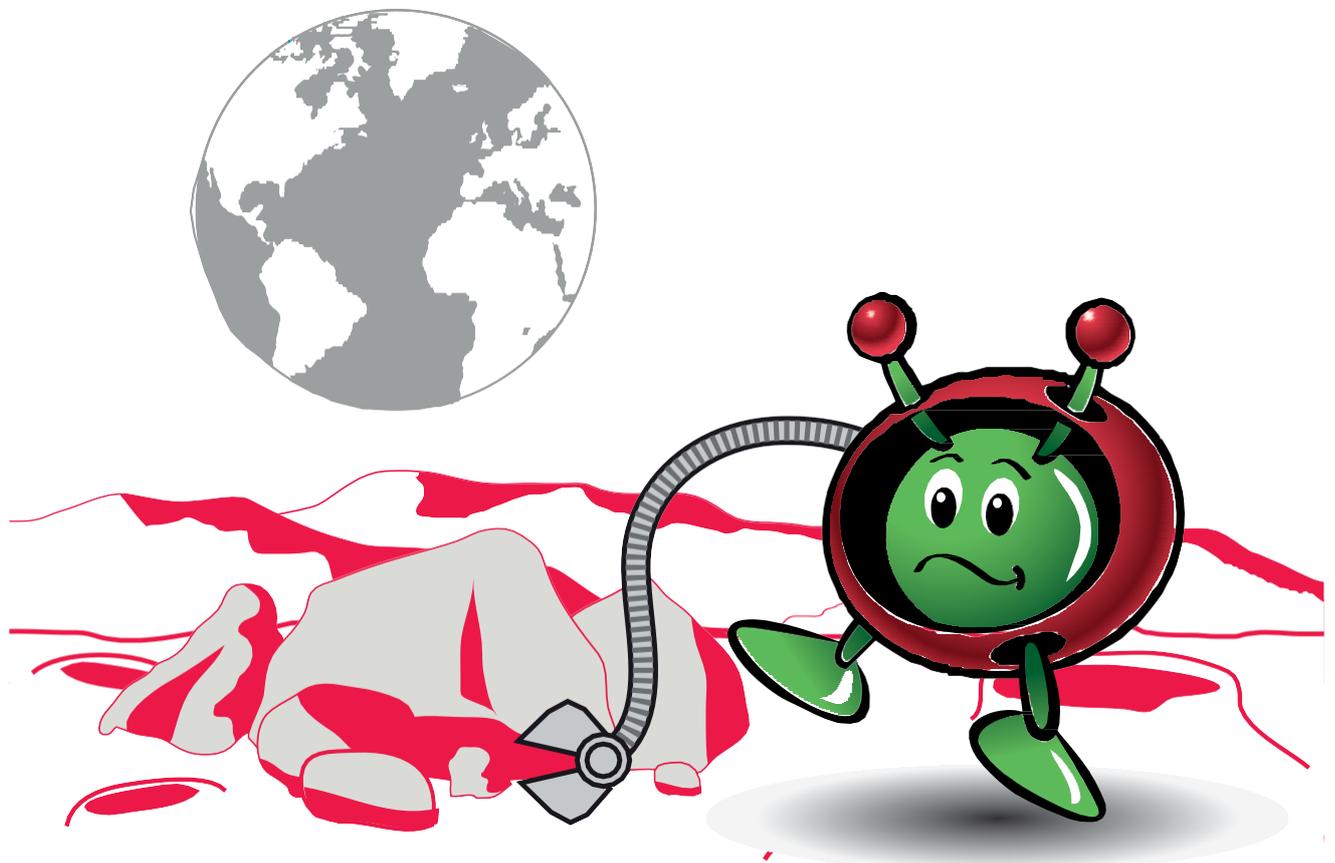


# teach with space

## → BRAS ROBOTISÉ

Devenez ingénieur spatial pour une journée





### Guide du professeur :

Eléments clés	page 3
Résumé des activités	page 4
Introduction	page 5
Activité 1 : Comment fonctionne notre bras ?	page 7
Activité 2 : Fabriquez votre bras robotisé	page 8
<b>Fiche élève</b>	page 10
<b>Liens</b>	page 14

teach with space - bras robotisé | PR35  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)  
<https://esero.fr>

L'ESA Education Office vous remercie d'avance pour vos commentaires à :

L'ESA : [teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)  
ESERO France : [esero.france@cnes.fr](mailto:esero.france@cnes.fr)

Une production ESA Education en collaboration avec ESERO Portugal.

Traduction et adaptation française par ESERO France, CNES.

Copyright © European Space Agency 2019

Copyright © ESA, ESERO France, CNES 2021



## → BRAS ROBOTISÉ

Fabriquer un bras robotisé pour vous aider dans votre travail quotidien

### Points clés

**Matières :** science, arts

**Tranche d'âge :** de 8 à 12 ans

**Type :** activité pour les élèves

**Complexité :** facile à moyenne

**Durée de la leçon :** 60 minutes

**Coût :** faible

**Lieu :** en classe

**Inclut l'utilisation de :** matériel de bricolage

**Mots clés :** science, arts, ingénierie, bras robotisé, corps humain, bras, muscles, os

### Brève description

Dans cette activité, les élèves découvriront le fonctionnement de leur bras. Ils comprendront les différentes fonctions des os et des muscles. Ils construiront et testeront un modèle de bras robotisé et comprendront pourquoi un tel outil est aussi important dans l'espace.

### Objectifs d'apprentissage

- Apprendre les différentes fonctions des os et des muscles.
- Comprendre le fonctionnement du bras humain.
- Découvrir ce qu'est un bras robotisé.
- Comprendre pourquoi les bras robotisés sont des outils utiles, surtout dans l'espace.
- Examiner et tester des idées en construisant en groupe une machine (un bras robotisé).



## → Résumé des activités

Activité	Titre	Description	Résultat	Exigences	Durée
1	Comment fonctionne notre bras ?	Les élèves comprendront le fonctionnement du bras humain. Ils réfléchiront aux raisons pour lesquelles les bras robotisés sont des outils utiles.	Les élèves découvriront les éléments qui composent leurs bras. Ils apprendront le rôle des os et des muscles. Les élèves comprendront que les bras robotisés sont des outils utiles pour l'exploration spatiale.	Aucune	20 minutes
2	Fabriquez votre bras robotisé	Les élèves construiront un modèle simple d'un bras robotisé.	Les élèves construiront un bras robotisé simple et associeront sa fonction au bras humain.	Réalisation de l'activité 1	40 minutes



## → Introduction

Les bras robotisés sont des machines, inspirés du bras humain, qui peuvent servir à déplacer des objets. Dans l'espace, les bras robotisés permettent de manipuler et de transporter de grands équipements comme le télescope spatial Hubble, ainsi que d'aider les astronautes lors de leurs sorties à l'extérieur de la Station spatiale internationale.

Les bras robotisés peuvent avoir des tailles et des objectifs différents. Ils peuvent effectuer des travaux de maintenance et être équipés pour réaliser des expériences scientifiques, par exemple, pour collecter des échantillons.

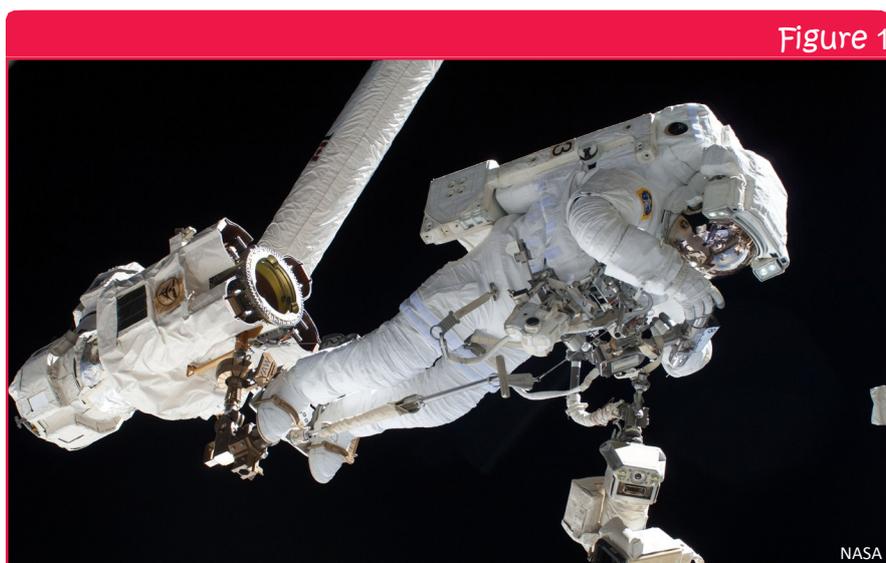


Figure 1

↑ L'astronaute de l'ESA Luca Parmitano accroché au bras robotisé Canadarm 2, lors d'une sortie à l'extérieur de la Station spatiale internationale.



Figure 2

L'ESA collabore avec les agences spatiales canadienne et japonaise lors de missions robotisées sur la Lune, où des rovers autonomes équipés de bras robotisés recueilleront des échantillons de la surface lunaire. Les conteneurs d'échantillons seront amenés vers une future station spatiale près de la Lune. Cette station en orbite lunaire sera dotée d'un bras robotisé avancé qui récupèrera et amarrera les conteneur d'échantillons, qui seront ensuite confiés aux astronautes lors de leur retour sur Terre.

↑ Vue d'artiste du bras robotisé sur la future station spatiale en orbite lunaire.

À l'avenir, les astronautes pourront contrôler à distance les véhicules sur la surface de la Lune et aider les robots à prélever des échantillons et à accéder à des terrains difficiles. La prochaine mission de l'ESA qui se rendra sur la surface de la Lune, HERACLES (acronyme de Human-Enhanced Robotic Architecture and Capability for Lunar Exploration and Science), mettra à l'essai cette nouvelle technologie et prélèvera des échantillons de sol de la surface à l'aide de ses bras robotisés.



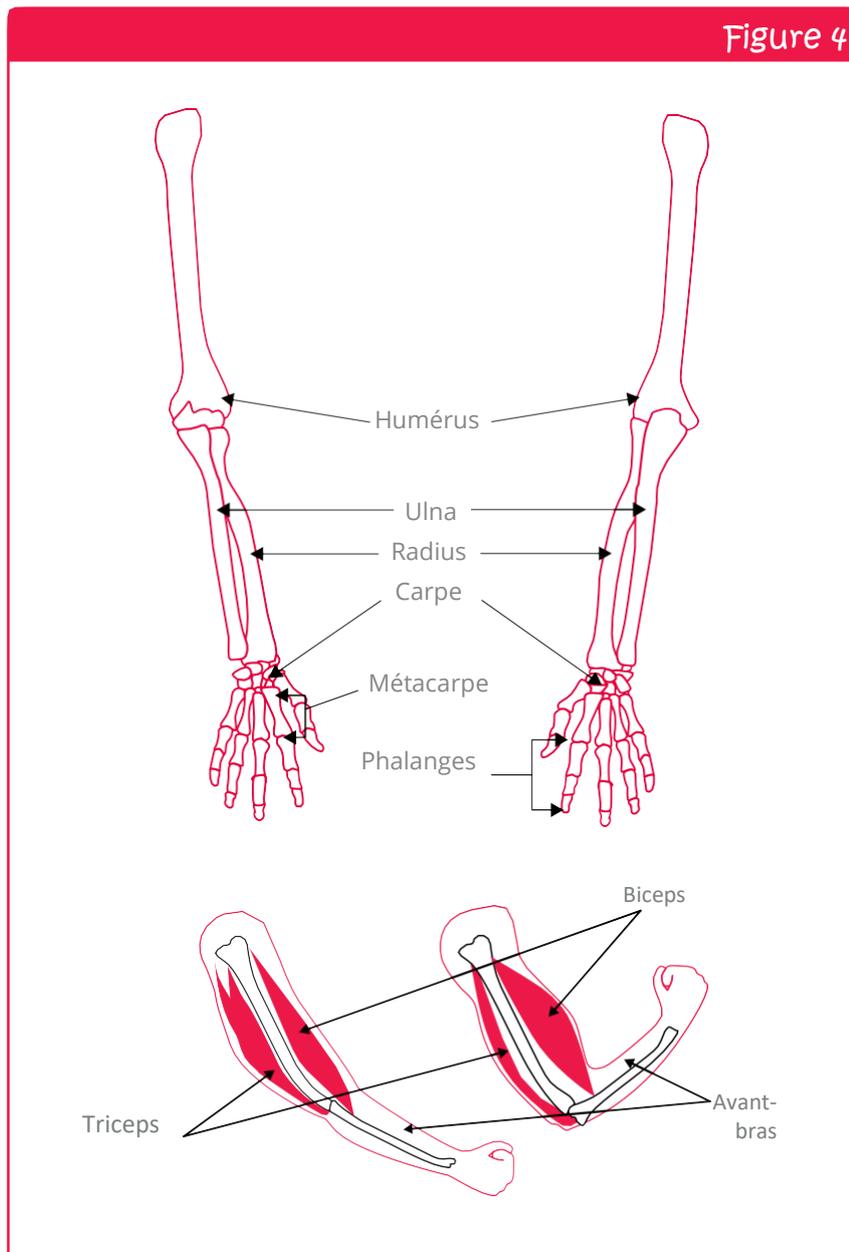
Figure 3

↑ Vue d'artiste de la mission Heracles sur la surface lunaire.

## → Le bras humain

Chaque bras est composé d'os, d'articulations et de muscles. Ensemble, ils permettent à nos bras de se plier, de tourner, de se balancer d'avant en arrière et d'un côté à l'autre.

Le bras humain se compose de trois os : l'humérus, le radius et l'ulna. Une paire de muscles attachés à l'humérus permet de bouger le bras : le biceps et le triceps. Le biceps permet de plier le bras tandis que le triceps permet de l'allonger. Les muscles fonctionnent toujours par paire et chaque muscle peut uniquement tirer (en flexion), ils ne peuvent pas pousser.



↑ Les os et muscles principaux du bras humain

# → GUIDE DU PROFESSEUR

## → Activité 1 : Comment fonctionne notre bras ?

Dans cette activité, les élèves découvriront le fonctionnement du bras et apprendront pourquoi les bras robotisés sont des outils utiles.

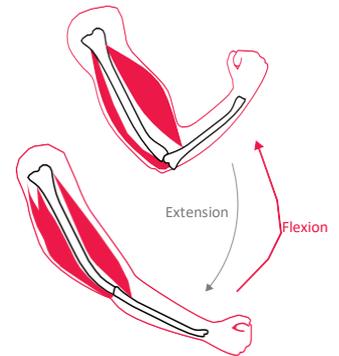
### Équipement

- Fiche élève imprimée pour chaque élève

### Exercice

Dans l'activité 1, question 1, on demande aux élèves de remplir les blancs dans un texte. Afin que les élèves comprennent mieux le fonctionnement de leur bras, complétez cette activité en leur demandant de réaliser un ensemble de brèves activités

- Demandez aux élèves de plier un bras tout en touchant les muscles de la partie supérieure du bras avec l'autre main. Les élèves doivent se rendre compte que le bras se plie grâce à une paire de muscles (biceps et triceps) travaillant ensemble. Lorsque l'on étend le bras, le biceps est allongé et le triceps est contracté. À l'inverse, lorsque l'on plie le bras, le biceps est contracté et le triceps est allongé.
- Demandez aux élèves de tenir un livre en gardant leurs bras allongés et sans bouger, pendant une minute. Demandez-leur comment ils se sentaient au bout de quelques minutes. Demandez-leur s'ils pouvaient continuer à tenir le livre pendant un long moment. Les élèves doivent se rendre compte que leurs bras commencent à trembler et à bouger. Cela devient problématique si l'on doit effectuer un travail très précis avec des objets lourds. Utiliser des bras robotisés permet de résoudre ce problème.



Présentez le concept de bras robotisé. Montrez aux élèves des exemples de bras robotisés utilisés sur Terre et dans l'espace. Demandez-leur pourquoi des bras robotisés sont nécessaires pour l'exploration spatiale. Demandez-leur d'énumérer 3 activités qui pourraient être réalisées par des bras robotisés dans l'espace ou sur la Lune.

### Résultats

1. Vous êtes-vous déjà demandé comment fonctionnent vos bras ? Nos bras sont recouverts de **peau** pour être protégés, et des muscles et **des os** se trouvent sous la peau. Les os sont solides et rigides pour fournir une structure et les **muscles** nous donnent de la force pour nous permettre de bouger nos bras. Le bras se compose de 3 os principaux : l'humérus, l'ulna et le **radius**. Une paire de muscles est attachée à l'humérus : le **biceps** et le triceps. Le **coude** relie les parties supérieure et inférieure du bras.
2. Exemples de réponses :
  - Construire/installer une base avant l'arrivée des humains.
  - Déplacer des objets depuis un engin spatial vers la base.
  - Prélever des échantillons pour les scientifiques.



## → Activité 2 : Fabriquez votre bras robotisé

Dans cette activité, les élèves construiront leur propre bras robotisé et l'utiliseront pour effectuer différentes tâches et tester sa fonctionnalité dans différentes situations.

### Équipement

- 10 bâtonnets de glace (environ 10 cm x 2 cm)
- 2 capsules de bouteille/gommes
- 2 rectangles en carton rigide ou matière similaire (environ 10 cm x 2 cm)
- 12 attaches parisiennes
- Colle chaude
- Ciseaux
- Fiche élève imprimée

### Le saviez-vous ?

Surveillez les élèves lorsqu'ils font des trous dans les bâtonnets de glace.

Les enseignants doivent aider les élèves à manipuler la colle chaude, car elle peut être nocive pour la peau et causer des brûlures.

### Exercice

Divisez les élèves en groupes de 2 à 3 élèves et donnez à chaque groupe le matériel nécessaire pour fabriquer un modèle de bras robotisé.

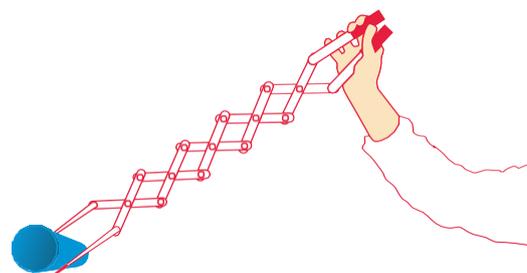
Montrez-leur des images d'un bras robotisé achevé et expliquez-leur brièvement comment le construire. Des instructions détaillées pour la fabrication du bras robotisé sont fournies dans la fiche élève.

Ensuite, les élèves doivent utiliser leur bras robotisé pour essayer d'attraper différents objets et réfléchir à ce qui rend cette tâche facile ou difficile. Ils doivent réfléchir

aux objets qu'ils attrapent et dans quelle mesure leur bras robotisé est adapté à chacun d'entre eux. Tout au long de cette activité, les élèves doivent penser aux modifications qu'ils pourraient apporter au bras pour faciliter les tâches à effectuer.

Les élèves doivent ajouter des bâtonnets à leur bras robotisé afin de l'allonger et déterminer si un bras est plus facile à utiliser lorsqu'il est allongé ou raccourci. Demandez-leur de comparer leur bras robotisé à leur propre bras. Quelles sont les différences entre les deux ? Votre bras possède-t-il des éléments que vous pourriez ajouter au bras robotisé afin de l'améliorer ?

Les élèves doivent associer la structure du bras robotisé à celle de leurs propres bras. Dans le bras humain, les os ont un rôle très important car ils fournissent une structure tandis que les muscles permettent au bras d'effectuer divers mouvements.



## Résultats

Les élèves doivent déterminer quels paramètres influent sur l'efficacité de leur bras (par exemple, la longueur du bras, les matériaux utilisés, le type de « pinces » utilisées).

- La plupart des élèves trouveront que la gomme était plus facile à saisir en raison des frottements à sa surface et de sa forme.
  - Le bras aurait des difficultés, par exemple, à saisir des objets lourds ou de grande taille.
  - Un bras plus court permettra d'avoir plus de contrôle et de stabilité, mais ne sera pas en mesure d'attraper des objets éloignés.
  - Les élèves pourront trouver des idées comme l'ajout d'un pouce, la capacité à plier le bras ou toute autre idée pertinente.
- Sur la Lune, les objets sont plus légers que sur Terre, les bras robotisés pourraient donc soulever des objets plus lourds.

## Discussion

Discutez avec les élèves de l'efficacité de leur bras robotisé. Pensent-ils que le bras qu'ils ont fabriqué serait un outil utile ou doit-il être amélioré ? Les élèves doivent comprendre que le bras robotisé qu'ils ont construit est très basique et qu'il est très compliqué de fabriquer les bras robotisés utilisés dans l'espace et dans les secteurs de l'industrie/la fabrication. Discutez avec les élèves des paramètres qui, d'après eux, peuvent affecter la fonctionnalité de leur bras robotisé. S'il est trop long, il est difficile à contrôler mais s'il est trop court, il aura une mobilité et une utilisation très limitées. Différents matériaux peuvent être utilisés sur différentes parties du bras pour l'améliorer. Le matériau idéal pour la structure principale serait robuste et léger.

Lorsque les agences spatiales conçoivent de nouveaux outils, elles utilisent souvent la nature comme source d'inspiration. Demandez aux élèves s'ils pensent que c'est une bonne idée. Est-il préférable de fabriquer des bras robotisés semblables à des bras humains ou un bras robotisé de pieuvre pourrait-il être plus utile ? Vous pouvez approfondir cette activité en abordant la différence entre la masse et le poids et en parlant des forces.

## Conclusion

Nos corps sont constitués d'os et de muscles qui travaillent ensemble pour lui fournir une structure et nous permettre de bouger et d'effectuer différentes tâches dans notre vie quotidienne. Il y a des limites à ce que les humains peuvent accomplir, donc nous utilisons souvent des robots pour nous aider à effectuer des tâches qui seraient difficiles, dangereuses ou impossibles pour nous. La nature peut s'avérer très efficace pour résoudre des problèmes, nous nous inspirons donc souvent de la nature pour nos conceptions et nous essayons de modéliser une grande part de la robotique en fonction de ce que nous observons autour de nous. Il existe de nombreuses similitudes entre les bras robotisés et nos propres bras.



# → FICHE ELEVE

Devenez ingénieur spatial pour une journée

## → Activité 1 : Comment fonctionne notre bras ?

1. Remplissez les blancs dans le texte ci-dessous en utilisant les mots donnés (utilisez chaque mot une seule fois) :

muscles

coude

peau

biceps

os

radius

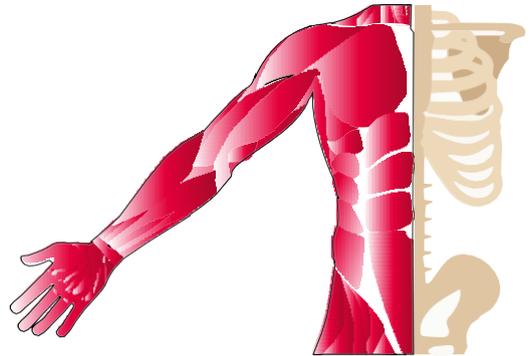
Vous êtes-vous déjà demandé comment fonctionnent vos bras ?

Nos bras sont recouverts de \_\_\_\_\_ pour être protégés, et des muscles et des \_\_\_\_\_ se trouvent sous la peau.

Les os sont solides et rigides pour fournir une structure et les nous donnent de la force pour nous permettre de bouger nos bras.

Le bras se compose de 3 os principaux : l'humérus, l'ulna et le \_\_\_\_\_. Une paire de muscles est attachée à l'humérus : le \_\_\_\_\_ et le triceps. Le \_\_\_\_\_ relie

les parties supérieure et inférieure du bras.



### Le saviez-vous ?

Thomas Pesquet, un astronaute de l'ESA, a pris cette photo depuis la Station spatiale internationale et a déclaré que « le bras robotisé est l'un des éléments les plus importants de la Station spatiale internationale et nous l'utilisons pour récupérer et amarrer les véhicules de ravitaillement ».



2. Les bras robotisés peuvent également être très utiles pour explorer d'autres mondes, comme notre Lune. Imaginez que vous êtes un astronaute qui travaille dans l'espace ou sur la Lune. Énumérez trois choses pour lesquelles les bras robotisés pourraient être utiles :

---

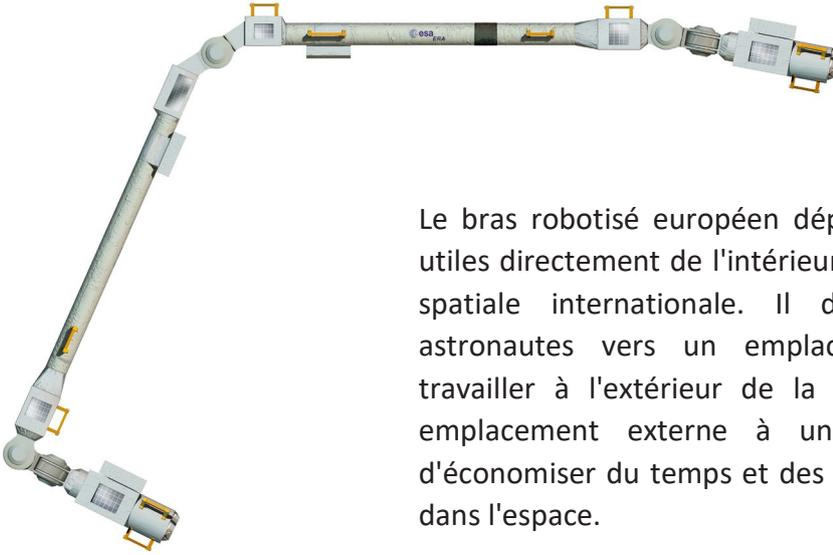
---

---

3. Discutez avec d'autres membres du groupe de la meilleure façon de fabriquer un bras robotisé. Comment pourriez-vous attraper des objets plus facilement ? Dessinez votre modèle.



## → Activité 2 : Fabriquez votre bras robotisé



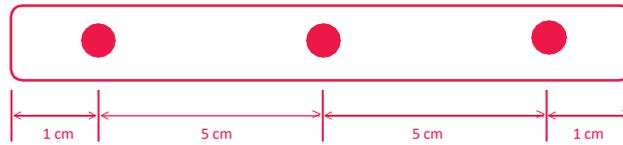
Le bras robotisé européen déplacera de petites charges utiles directement de l'intérieur à l'extérieur de la Station spatiale internationale. Il déplacera également les astronautes vers un emplacement où ils pourront travailler à l'extérieur de la Station spatiale, ou d'un emplacement externe à un autre. Cela permettra d'économiser du temps et des efforts pendant les sorties dans l'espace.

Fabriquez maintenant votre propre version d'un bras robotisé !

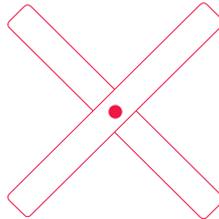
### Exercice

Récupérez tout le matériel nécessaire auprès de votre enseignant et suivez les instructions ci-dessous :

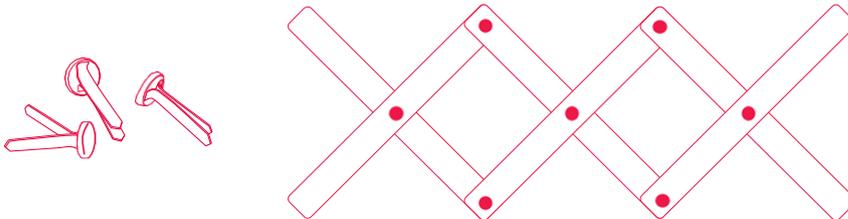
1. Percez trois trous dans les bâtonnets à l'aide d'une perforatrice. Regardez l'image pour savoir où percer les trous.



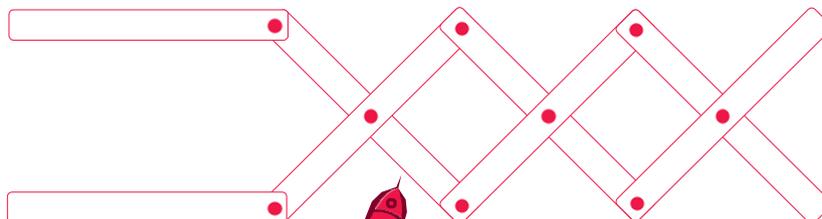
2. Utilisez des attaches parisiennes pour fixer deux bâtonnets de glace en leur centre afin de former une croix, comme indiqué. Répétez 2 fois cette opération.



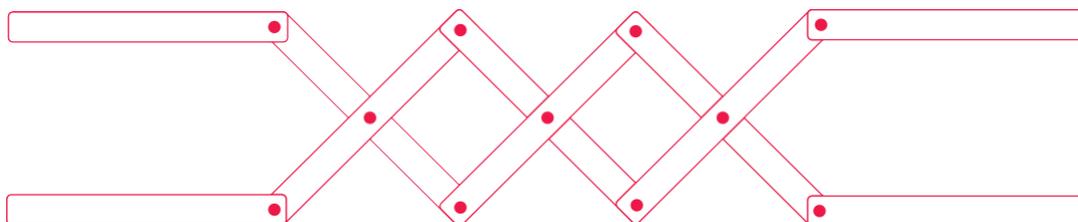
3. Utilisez des attaches parisiennes pour fixer les extrémités des croix que vous venez de créer afin de former une longue chaîne, comme indiqué.



4. Collez deux bâtonnets à une extrémité à l'aide de la colle chaude (ils serviront de poignées).



5. Fixez les deux rectangles en carton à l'autre extrémité à l'aide de la colle chaude : ce seront les



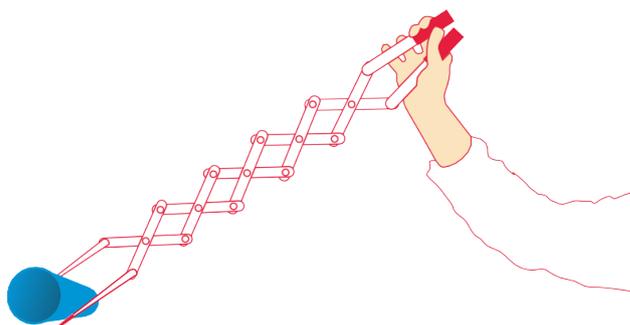
« doigts » qui serviront à attraper des objets.

6. Collez de l'adhésif ou attachez des capsules de bouteille à l'extrémité de la pince. Cela aidera votre bras robotisé à attraper les objets. Vous devez maintenant avoir un bras robotisé similaire à celui de l'image ci-dessous.

## Résultats

1. Essayez d'utiliser votre bras robotisé pour attraper différents objets tels qu'une gomme, une balle de ping-pong et un gobelet en carton.
  - a. Quel objet était le plus facile à saisir ?

---



- b. Quel type d'objets serait difficile à attraper avec le bras ?

---

- c. Essayez maintenant de raccourcir ou d'allonger votre bras robotisé. Est-il plus facile de travailler avec un bras robotisé court ou long ?

---

- d. Comparez le bras robotisé avec votre propre bras. Comment pouvez-vous modifier votre bras robotisé pour l'améliorer ?

---

2. Dans l'activité 1, vous avez énuméré des tâches pour lesquelles un bras robotisé serait utile lors de l'installation d'une base sur la Lune. Sur la Lune, la gravité équivaut à un sixième de la gravité terrestre. Pensez-vous que cela aura un impact sur la charge qu'un bras robotisé pourra soulever là-bas ?

---

## → LIENS

# Ressources de l'ESA et ESERO France

Défi Moon Camp Challenge

[esa.int/Education/Moon\\_Camp](https://esa.int/Education/Moon_Camp)

<https://esero.fr/projets/moon-camp/>

Ressources pédagogiques

[esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

<https://esero.fr/ressources/>

ESA Kids [esa.int/kids](https://esa.int/kids)

## Projets spatiaux de l'ESA

Bras robotisé européen (ERA)

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/International\\_Space\\_Station/European\\_Robotic\\_Arm](https://esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/European_Robotic_Arm)

Station Gateway :

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Space\\_gateway](https://esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Space_gateway)

Alunir et revenir à la maison - la mission robotique Heracles

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Landing\\_on\\_the\\_Moon\\_and\\_returning\\_home\\_Heracles](https://esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Landing_on_the_Moon_and_returning_home_Heracles)

Opérations sur la surface lunaire : Heracles

<http://lunarexploration.esa.int/library?a=419>

## Informations supplémentaires

Bras robotisé de l'ISS (Canadarm 2)

<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/canadarm2/Default.asp>

ESA, formation à l'utilisation du bras robotisé :

Partie 1 <https://youtu.be/xHmN1p7-n7o>

Partie 2 <https://youtu.be/6YFQf1-7T7s>

Agence spatiale canadienne, Hadfield commande le Canadarm 2 :

<https://youtu.be/K7NvsxcoDKo>

Comment les muscles permettent à vos os de bouger :

<https://youtu.be/FVlpeUlpFf0>

