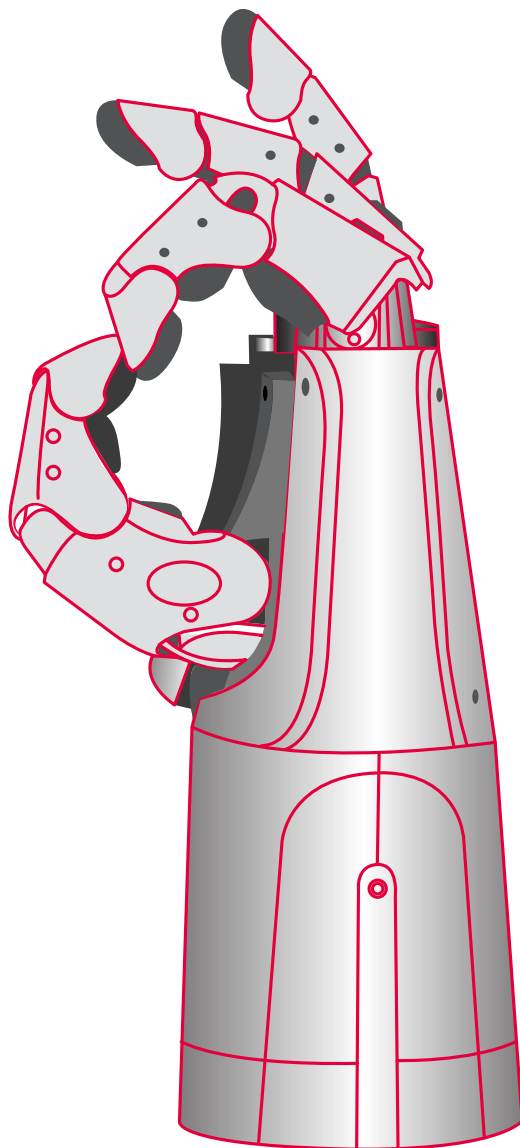
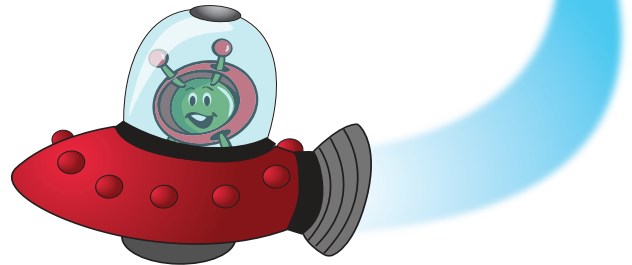


# teach with space

## → MAIN BIONIQUE

*Construire une main bionique*



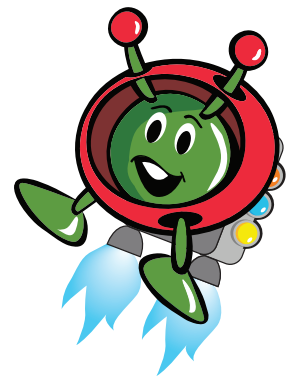


Les faits en bref	page 3
Résumé des activités	page 4
Activité 1 : Qu'y a-t-il à l'intérieur de ta main ?	page 6
Activité 2 : Construction d'une main bionique	page 7
Activité 3 : Test de la main bionique	page 8
Conclusion	page 9
Fiches de TP	page 10
Liens	page 17
Annexe	page 18

*teach with space – Main bionique | PR34*  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

*Le service ESA Education Office est attentif à vos commentaires*  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

*Une production ESA en collaboration avec ESERO Portugal*  
Copyright © European Space Agency 2018



## → MAIN BIONIQUE

### Construire une main bionique

#### En bref

**Matières :** Science, Arts

**Tranche d'âge :** 8-12 ans

**Type :** activité élèves

**Difficulté :** facile/moyenne

**Durée de la leçon :** 60 à 90 minutes

**Coût par classe :** bas (0-10 euros)

**Lieu :** salle de classe

**Comporte l'utilisation de :** matériel de travaux manuels (carton, cutters, pistolet à colle)

**Mots-clés :** Science, Arts, Lune, Bionique, Robotique, Corps humain

#### Description sommaire

Au cours de cette activité, les élèves vont construire une main bionique avec du carton, de la ficelle, des pailles et des élastiques. Ils « grefferont » cette main bionique sur leur propre main pour comprendre le fonctionnement des doigts et l'importance du pouce pour saisir ou tenir des objets de différentes formes et dimensions. Ils apprendront aussi qu'il serait impossible de faire bouger une vraie main si elle n'était composée que d'os. Ils pourront comprendre comme les os, les muscles, les tendons et les ligaments fonctionnent, en les comparant aux matériaux utilisés sur la main bionique pour faire bouger les doigts.

Cette activité devrait prendre 60 à 90 minutes, selon l'âge des élèves. Cette activité peut aussi être proposée dans le cadre d'un projet pédagogique englobant d'autres sujets d'études tels que l'art, le langage et le corps humain.

#### Objectifs d'apprentissage

- Comprendre le fonctionnement de la main humaine.
- Apprendre que la science et la médecine utilisent des prothèses bioniques pour remplacer des parties du corps humain qui fonctionnent mal ou sont absentes.
- Apprendre que les scientifiques s'inspirent du corps humain pour construire des outils, par exemple des mains et des bras utilisés dans des environnements hostiles comme l'espace et le fond des océans.
- Explorer et tester des idées en réalisant une machine simple (une main bionique) en groupe.

#### Santé et sécurité

Les enseignants aideront les élèves à découper le carton.

Les enseignants aideront les élèves à manier le pistolet à colle, qui peut être dangereux pour la peau et causer des brûlures.



## → Résumé des activités

Activité	Titre	Description	Résultat	Matériel nécessaire	Durée
1	Qu'y a-t-il à l'intérieur de ta main ?	Les élèves vont étudier la main humaine.	Les élèves apprendront le rôle des os, des muscles et des tendons dans la main humaine.	Aucun(e)	15 minutes
2	Construction d'une main bionique	Les élèves vont construire une main bionique.	Les élèves construiront une machine simple et en associeront le fonctionnement à la main humaine.	Réalisation de l'activité 1	30 à 60 minutes
3	Test de la main bionique	Les élèves testeront la main bionique en effectuant différentes opérations.	Les élèves comprendront l'importance des différents composants de la main bionique et les mettront en correspondance avec leur main à eux.	Réalisation de l'activité 2	15 minutes

## → Introduction

La bionique est l'application de modèles et concepts de la nature au développement de systèmes et technologies. En médecine, la bionique permet le remplacement ou l'amélioration d'organes ou autres parties du corps par des

versions conçues par l'homme. Par exemple, les prothèses bioniques permettent aux personnes en situation de handicap de récupérer certaines capacités. Un autre exemple de bionique sont les robots humanoïdes qui imitent l'aspect et le fonctionnement des êtres humains.

Les robots humanoïdes peuvent remplacer les êtres humains dans des opérations dangereuses qui pourraient causer des blessures, voire la mort. L'espace est probablement un des milieux les plus dangereux et destructeurs qui soient et de nombreux robots sont déjà utilisés pour l'exploration et l'exploitation spatiales.

L'on pense que dans un proche avenir, des équipages d'astronautes et de robots



Figure 1

↑ La DEXHAND de l'ESA développée par l'institut de robotique et mécatronique DLR

humanoïdes travailleront ensemble pour exploiter l'espace. Ils utiliseront probablement tous des mains bioniques. Les mains bioniques permettent aux robots de manipuler des objets conçus pour être utilisés par l'homme. Elles seront également utiles aux astronautes car manipuler des objets dans le vide spatial avec les gants d'une combinaison spatiale est très fatigant. L'ESA a développé la main bionique DEXHAND qui sera utilisée par des robots et peut-être par des astronautes (cf. Figure 1).

Avant de commencer à construire une main bionique, tâchons de comprendre le fonctionnement de la main humaine.

## La main humaine

La main humaine est une structure très complexe. Elle se compose de 27 os et 34 muscles, ainsi que de nombreux tendons, ligaments, nerfs et vaisseaux sanguins, tous recouverts par une fine couche de peau. Chaque doigt se compose de trois os (les phalanges), qui sont nommés en fonction de leur distance par rapport à la paume : la phalange proximale, la phalange médiane et la phalange distale.

Les tendons connectent les muscles aux os, tandis que les ligaments attachent les os aux os. Les tendons qui nous aident à bouger nos doigts sont attachés par 17 muscles situés dans la paume de nos mains et 18 autres muscles situés dans nos avant-bras. Les deux principaux mouvements des doigts, la flexion et l'extension, sont transmis par, respectivement, les muscles fléchisseurs et extenseurs. Les muscles fléchisseurs sont rattachés au dessous de l'avant-bras, tandis que les muscles extenseurs le sont au dessus de l'avant-bras.

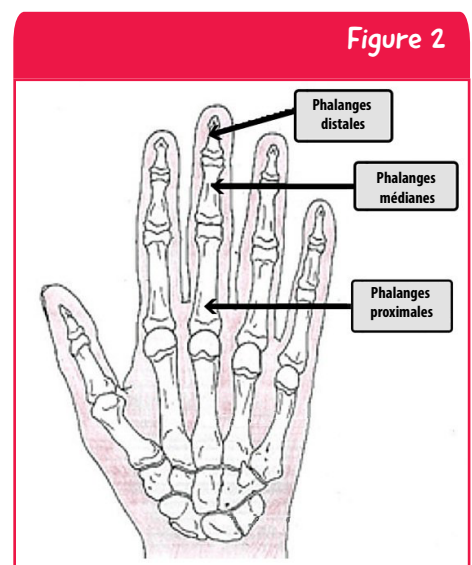


Figure 2

↑ Représentation des os d'une main humaine

## → **Activité 1 : Qu'y a-t-il à l'intérieur de ta main ?**

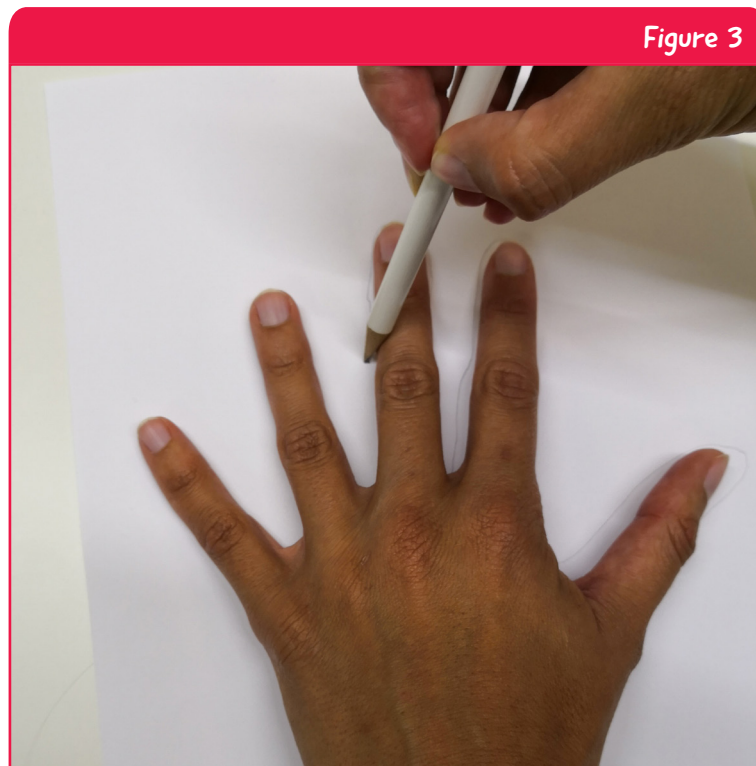
Dans cette activité, les élèves découvriront la main humaine et le rôle des os, des muscles et des tendons.

### **Matériel**

- Fiche de TP imprimée, une par élève
- Crayon à papier

### **Exercice**

1. Les élèves doivent tracer le contour de leur main sur une feuille de papier ou sur leur fiche de TP, comme dans l'exemple de la Figure 3.



↑ Élèves effectuant l'activité.

2. Les élèves doivent comparer leur dessin avec la photo d'une radiographie de main humaine et dessiner les os de la main sur leur dessin.
3. Les élèves doivent identifier les os des doigts et en inscrire les noms sur leur dessin.
4. Les élèves doivent observer leurs mains et décrire les structures internes qui aident leurs mains à bouger. Parler avec les élèves de l'importance et du rôle de la peau, des muscles et des tendons, concepts qui seront approfondis lorsqu'ils construiront la main bionique dans l'activité 2.

## → Activité 2 – Construction d'une main bionique

Dans cette activité, les élèves apprendront ce qu'est une main bionique et comment elle fonctionne. Ils construiront eux-mêmes une main bionique en carton au sein de groupes. Les instructions figurent dans l'Annexe.

### Matériel

- Carton
- Ruban de collage
- Colle
- Ciseaux
- Ficelles
- Élastiques (épais et fins)
- Pailles
- Fiche de TP imprimée pour chaque élève/groupe

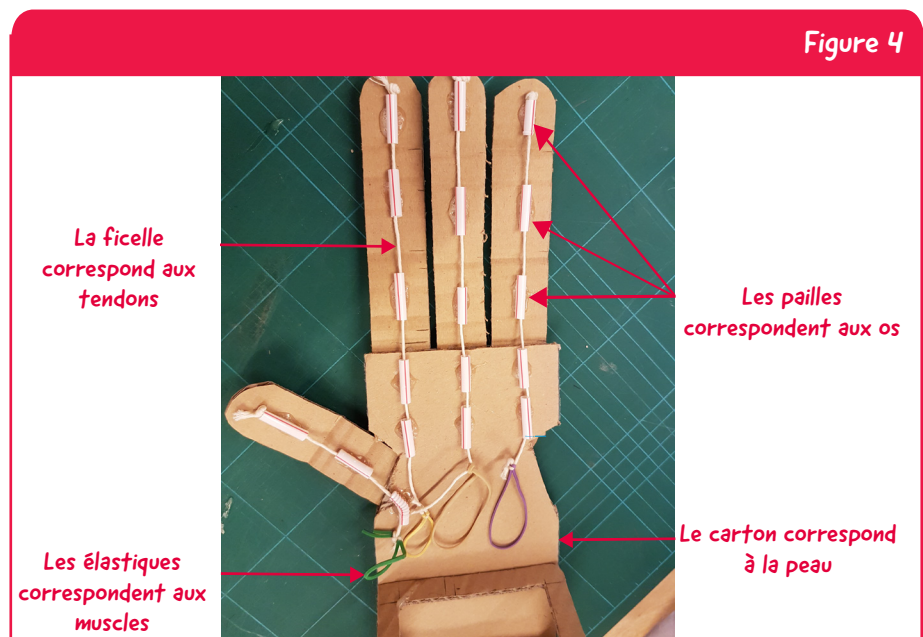
### Exercice

Cette activité est conçue pour être effectuée en groupes. Diviser les élèves en groupes de 2 à 3.

Remettre à chaque groupe le matériel nécessaire pour construire un modèle de main bionique. Les instructions détaillées pour construire la main bionique figurent dans l'Annexe 1. Distribuer les instructions ou les projeter dans la classe. Selon l'âge des élèves, ils pourront avoir besoin d'aide pour découper et coller la main. Pour simplifier le montage, la main bionique peut aussi être réalisée en utilisant du papier Canson au lieu du carton.

Après l'avoir construite, demander aux élèves de tester la main qu'ils ont réalisée et de chercher de l'inspiration en observant leurs propres mains. Les élèves doivent parler des différences et des similarités entre leurs mains et la main bionique qu'ils ont construite et noter leurs idées.

Ils doivent aussi comparer leurs mains et leurs doigts avec la main et les doigts d'un camarade et parler de ce qui se passe lorsqu'ils ferment et ouvrent leurs doigts (en faisant particulièrement attention au pouce).



↑ Élèves effectuant l'activité.

Dans les questions 6 et 7, les élèves doivent comprendre le fonctionnement des tendons et des muscles dans une main humaine. Par ailleurs, les élèves doivent comparer le rôle des pailles, des ficelles et des élastiques avec la fonction des muscles et des tendons de leurs propres mains, voir Figure 4.



## → **Activité 3 – Test de la main bionique**

Dans cette activité, les élèves effectueront différentes opérations avec leur main bionique et mettront en relation les mouvements de la main bionique avec leurs mains à eux.

### **Matériel**

- Fiche de TP imprimée, une par élève
- Crayon à papier

### **Exercice**

Distribuer les fiches de TP. Superviser les élèves pendant les essais. Dans cet exercice, les élèves doivent déterminer quels sont les paramètres et structures qui affectent les prestations de leur main (par ex. combien de phalanges, comment celles-ci se plient, combien de doigts, etc.). Guider les élèves pour qu'ils répondent aux questions suivantes :

1. Que peut-on saisir avec la main robotique ?
2. Que se passerait-il si on ajoutait d'autres doigts ?
3. Que se passerait-il si on enlevait un doigt ?
4. Pourquoi est-il difficile de saisir certains articles avec la main robotique ?





## → Conclusion

Ces activités sont proposées en utilisant la méthodologie IBSE (Inquiry-based Science Education). Selon la classe et l'âge des élèves, ces activités peuvent constituer des modules autonomes ou être intégrées dans un projet pédagogique plus vaste. Un exemple de projet de classe de 3 cours (ou plus) est le suivant : demander aux élèves de faire des recherches, eux-mêmes, sur comment la main humaine fonctionne et le rôle des os, muscles et tendons, en utilisant Internet, des vidéos, des photos ou d'autres ressources ; construire la main bionique ; conclure le projet par la visite d'un musée d'histoire naturelle pour voir les différences entre les mains humaines et les pattes des animaux.

Pour approfondir encore le sujet, cette activité peut être développée et intégrée avec d'autres activités du kit Moon Camp, à savoir le bras robotique et le corps humain.

Pour un projet plus complet sur le corps humain, les élèves peuvent également participer au challenge « Mission X - Entraîne-toi comme un astronaute ».

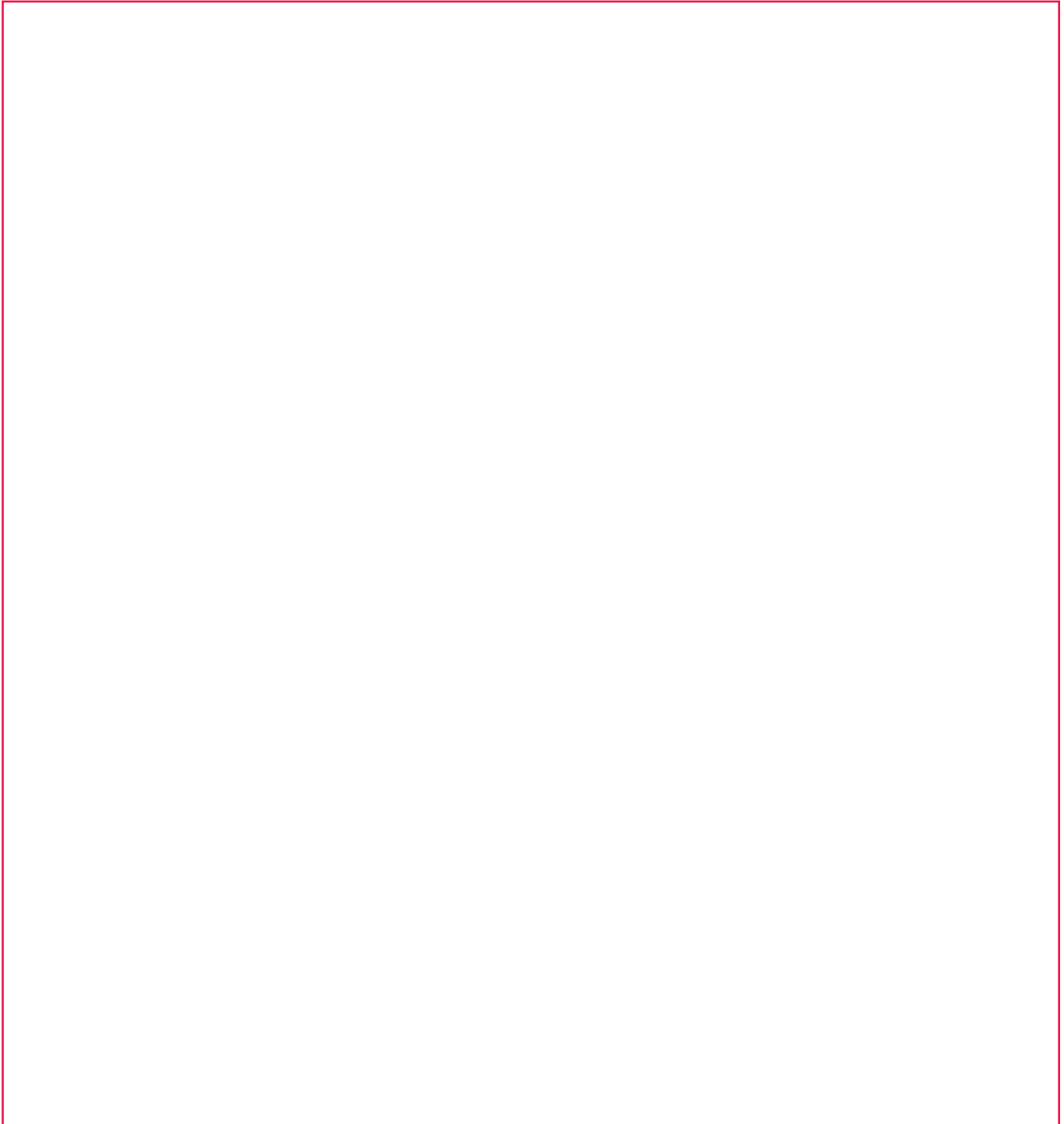


## → Activité 1 : Qu'y a-t-il à l'intérieur de ta main ?

Cette activité étudie la main.

### Exercice

1. Trace les contours de ta main dans le cadre.



2. Compare ton dessin à la radiographie aux rayons X d'une main humaine ci-dessous. Dessine les os dans le tracé de ta main.



↑ Radiographie d'une main humaine

3. Sur ton dessin, identifie les os qui correspondent aux os des doigts et inscris-en les noms.

4. Observe ta main. Peux-tu identifier d'autres structures que les os dans ta main ?

---

---

---

---

---

---

---



## → Activité 2 : Construction d'une main bionique

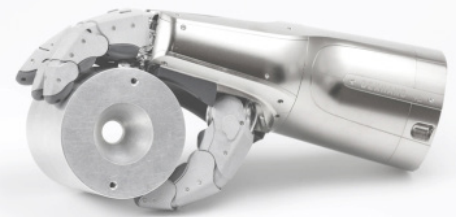
Dans cette activité, tu vas construire une main bionique et en comprendre le fonctionnement.

### Matériel

- Carton
- Ruban de collage
- Colle
- Ciseaux
- Ficelles
- Élastiques (épais et fins)
- Pailles

### Le savais-tu ?

L'on pense que dans un proche avenir, des équipages d'astronautes et de robots humanoïdes travailleront ensemble pour exploiter l'espace. Ils utiliseront probablement tous des mains bioniques. Les mains bioniques permettent aux robots de manipuler des objets conçus pour être utilisés par l'homme. Elles seront également utiles aux astronautes car manipuler des objets dans le vide spatial avec les gants d'une combinaison spatiale est très fatigant.



### Exercice

1. Contrôle la liste de matériel et vérifie d'avoir tout le matériel nécessaire pour construire ta main bionique.
2. Suis les instructions données par ton professeur. Construis ton modèle de main bionique.
3. Regarde comment les doigts bougent. Observe de près le pouce.
4. Ton modèle doit être similaire à celui de la Figure A3. Compare ta main bionique à ta main à toi. Discute avec tes camarades des différences et des similitudes. Note tes idées sur la page suivante.

Figure A3



↑ Main bionique réalisée en carton

Figure A4



↑ Main utilisée comme modèle pour cette main bionique (même échelle)

---



---



---



---

5. Observe ta main et tes doigts et/ou celle et ceux d'un camarade. Plie et étends tes doigts et ton pouce. Essaie de comprendre quels sont les muscles et les tendons qui bougent pendant ces gestes.

6. Observe la photo suivante :

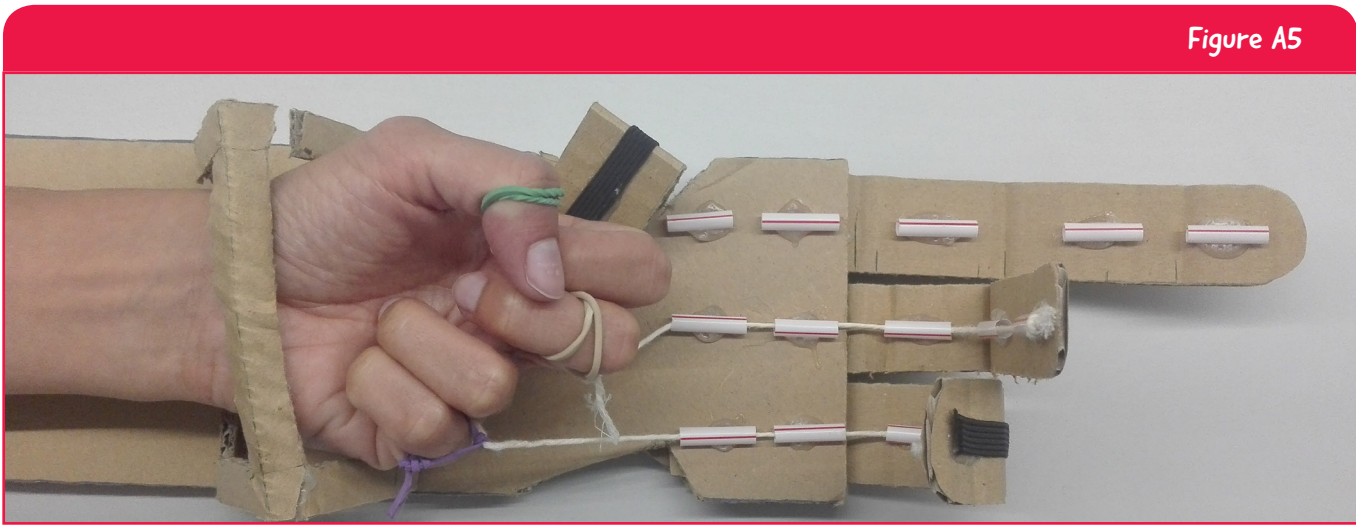


Figure A5

↑ Main utilisant la main bionique.

Pourquoi l'index ne fonctionne-t-il pas bien ?

---



---



---



---

7. Échange avec tes camarades sur le rôle de chacun des matériaux employés pour construire la main bionique, comme les pailles et les élastiques, et compares-en le rôle à la fonction des muscles et des tendons de ta main. Écris tes réflexions et tes conclusions.

---



---



---



---

## → Activité 3 : Test de la main bionique

Dans cette activité, tu vas effectuer différentes opérations avec ta main bionique et en tester le fonctionnement dans diverses situations.

### Exercice

1. Avec ton groupe, trouve les réponses aux questions suivantes. Note-les ci-dessous :
  - a. Quels articles peut-on saisir avec votre main bionique ?

---

---

---

---

- b. Que se passerait-il si on ajoutait d'autres doigts ?

---

---

---

---

- c. Que se passerait-il si on enlevait un doigt ?

---

---

---

---

- d. Pourquoi est-il si difficile de saisir certains articles avec votre main robotique ?

---

---

---

---

2. Maintenant, essaie l'exercice suivant :

Replie ton pouce vers la paume de ta main. Immobilise ton pouce en enroulant du scotch tout autour de ta main. Si tu préfères, tu peux utiliser un gant pour masquer ton pouce. Essaie maintenant d'effectuer plusieurs opérations simples sans utiliser ton pouce.

a. Crois-tu que tu pourrais faire tes lacets, boutonner ta chemise/blouse ou serrer ta ceinture ?

---

---

---

---

b. Essaie de tenir un stylo. Est-ce facile ? Penses-tu pouvoir attraper une balle ?

---

---

---

---

c. Peux-tu expliquer pourquoi le pouce est important ?

---

---

---

---

3. Maintenant, imagine que tu es un astronaute sur la Lune. À quoi te servirait une vraie main bionique ?

---

---

---

---



## → LIENS

### Ressources de l'ESA

Moon Camp Challenge

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

Animations lunaires sur l'exploration de la Lune

[esa.int/Education/Moon\\_Camp/Working\\_on\\_the\\_Moon](http://esa.int/Education/Moon_Camp/Working_on_the_Moon)

Ressources de l'ESA pour les classes

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

ESA Kids

[esa.int/esaKIDSen](http://esa.int/esaKIDSen)

### Projets spatiaux de l'ESA

Automatisation et robotique ESA : [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Automation\\_and\\_Robotics/Automation\\_Robotics](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Automation_and_Robotics/Automation_Robotics)

Laboratoire de télérobotique et d'haptique : [www.esa-telerobotics.net/](http://www.esa-telerobotics.net/)

La DEXHAND est une main robotisée à plusieurs doigts conçue pour les opérations en orbite dans l'espace :

[www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-11669/20391\\_read-47708/](http://www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-11669/20391_read-47708/)

Dispositif de contrôle pour main : [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Hand\\_Controller\\_Device](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Hand_Controller_Device)

Village lunaire : Des hommes et des robots ensemble sur la Lune : [www.esa.int/About\\_Us/DG\\_s\\_news\\_and\\_views/Moon\\_Village\\_humans\\_and\\_robots\\_together\\_on\\_the\\_Moon](http://www.esa.int/About_Us/DG_s_news_and_views/Moon_Village_humans_and_robots_together_on_the_Moon)

### Informations complémentaires

La super main de Sophie, un exemple de prothèse de main imprimée en 3D :

[www.vimeo.com/151718118](http://www.vimeo.com/151718118)

Comment un bras robotisé dans l'espace a inspiré la technologie utilisée en chirurgie sur la Terre :

[www.space.com/39899-space-robotic-arm-inspires-surgery-tool.html](http://www.space.com/39899-space-robotic-arm-inspires-surgery-tool.html)



## → ANNEXE

### Instructions pour construire la main bionique

Vérifier d'avoir tout le matériel (Figure X1) dont la liste a été donnée dans l'activité 2.

Découper deux bandes de carton de la même grandeur (morceaux 1 et 2). Ils doivent être plus ou moins longs comme l'avant-bras et larges comme la main. Sur chaque morceau, découper des encoches en triangle symétriques des deux côtés à l'un des bouts (Figure X2).

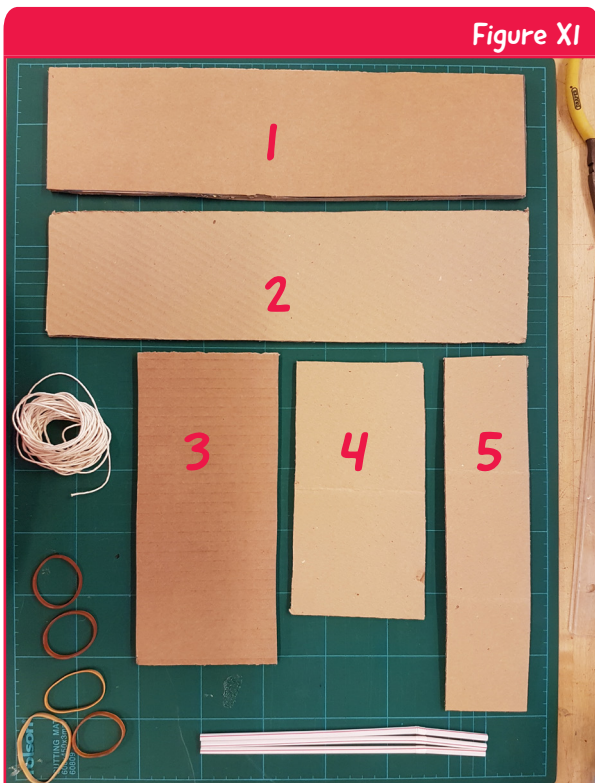


Figure X1

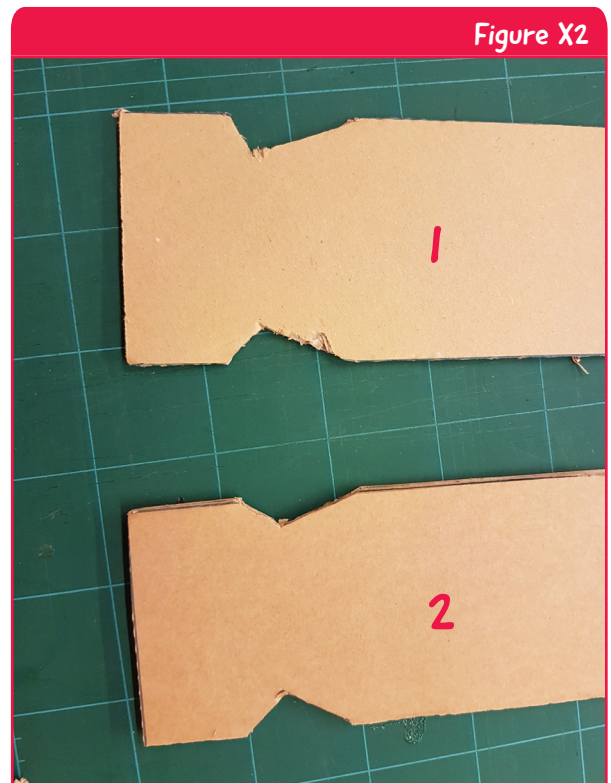


Figure X2

Découper le morceau 3, qui sera utilisé pour construire la main. Avec un crayon ou un feutre, dessiner des repères comme indiqué à la Figure X3 sur le carton puis découper la bande comme indiqué à la Figure X4.



Figure X3

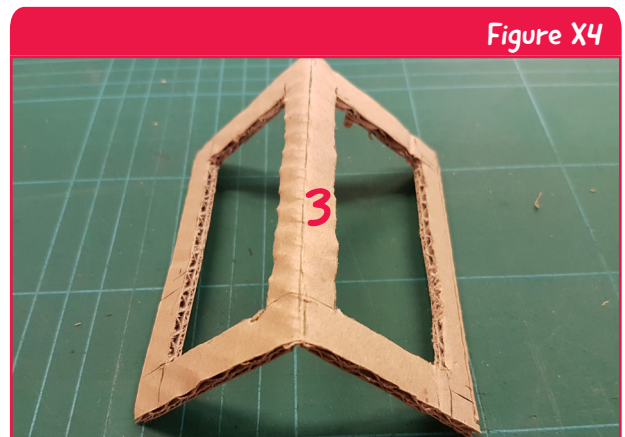
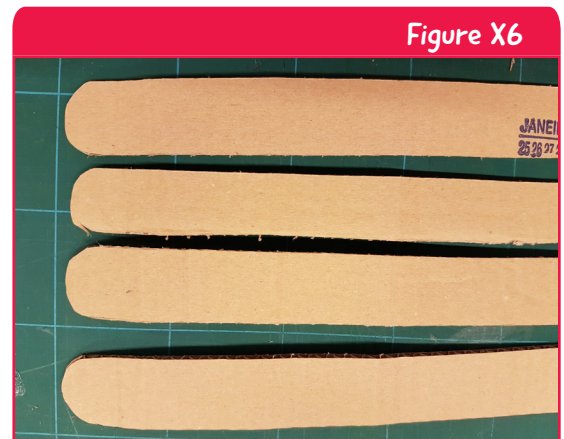
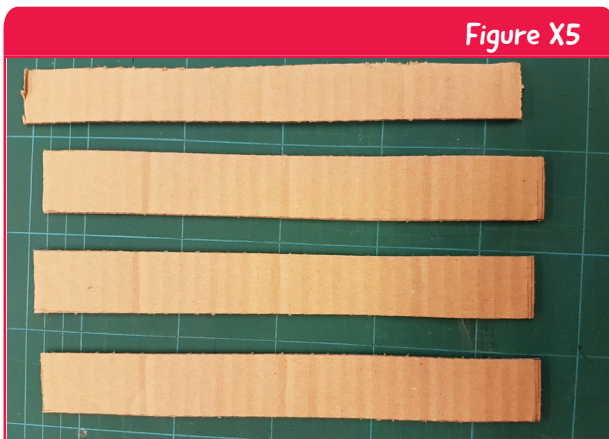


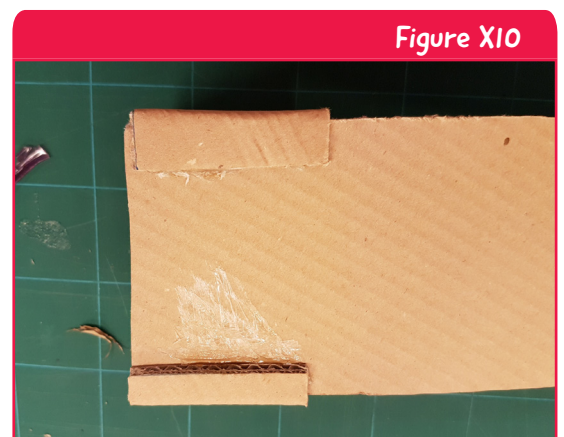
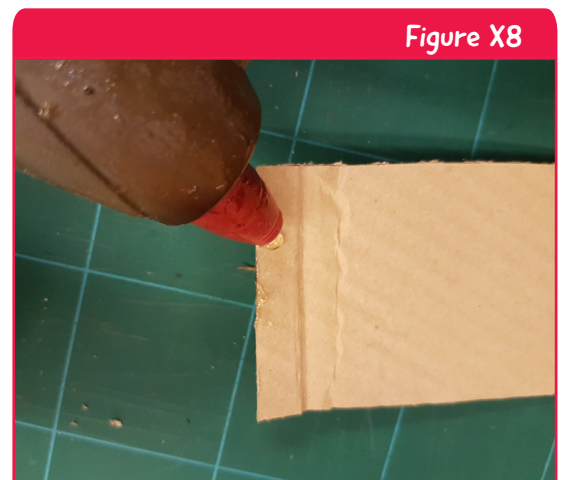
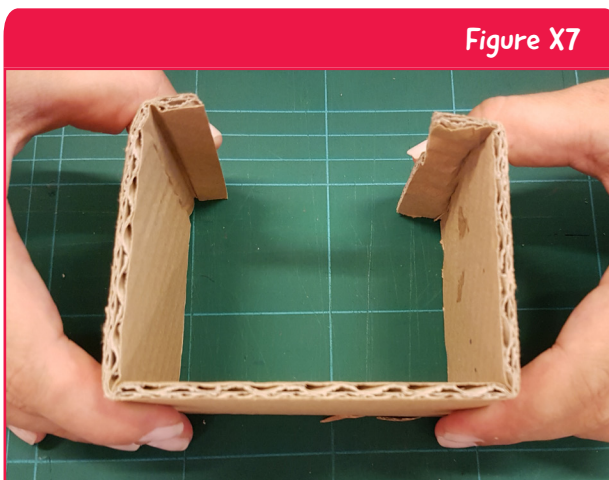
Figure X4

Construisons maintenant les doigts. Découper 4 bandes de carton comme indiqué sur la Figure X5 dans le morceau n°5 de la Figure X1. Arrondir une des deux extrémités de chaque bande (Figure X6).



Utiliser le morceau 4 (Figure X1) pour construire le support du bras et le plier à 4 reprises comme indiqué à la Figure X7. Il devrait avoir la même largeur que les morceaux 1 et 2.

Utiliser de la colle chaude pour fixer le support du bras à l'extrémité non découpée de l'une de grandes bandes (morceau 1). Coller maintenant le morceau 2 sur le dessous du morceau 1 pour former l'avant-bras (Figures X8, X9, X10 et X11).





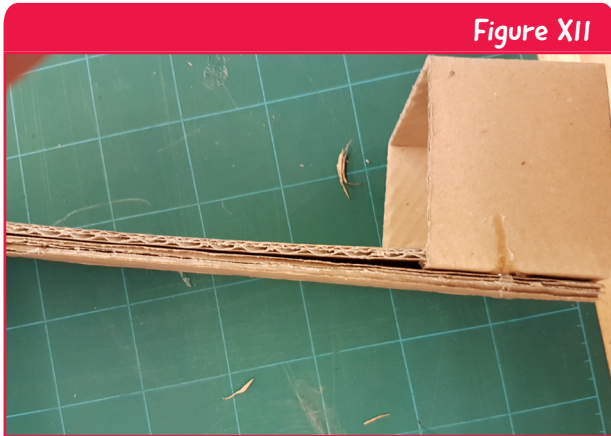


Figure X11

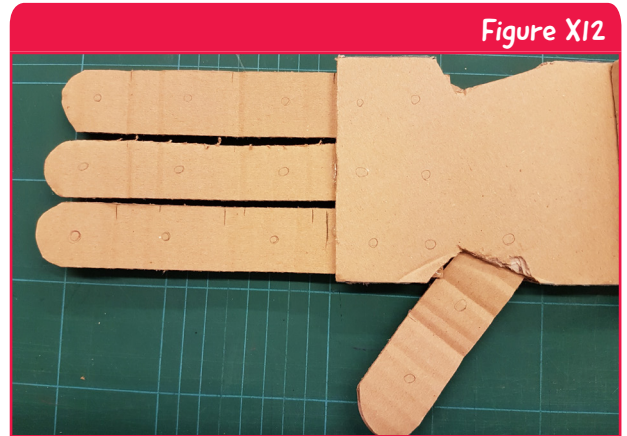


Figure X12

Utiliser le pistolet à colle pour coller les doigts réalisés au préalable aux extrémités découpées du bras (Figure X12).

Coller la poignée au bras (Figures X13 et X14).

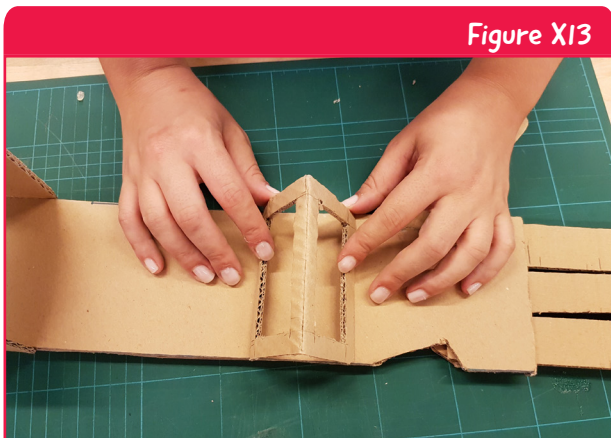


Figure X13

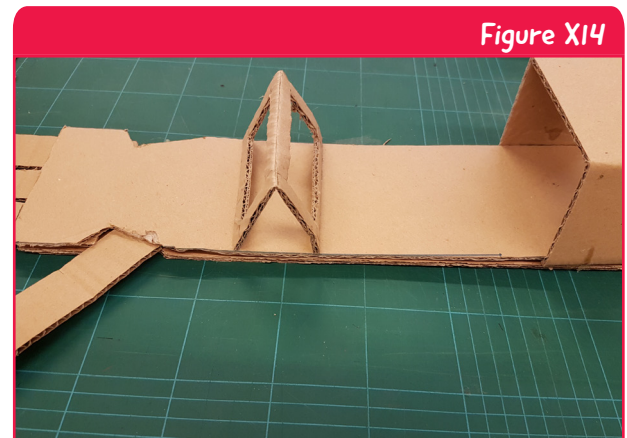


Figure X14

Couper les pailles en petits morceaux, comme indiqué à la Figure X15. Compléter les doigts comme indiqué dans les Figures X16 et X17.

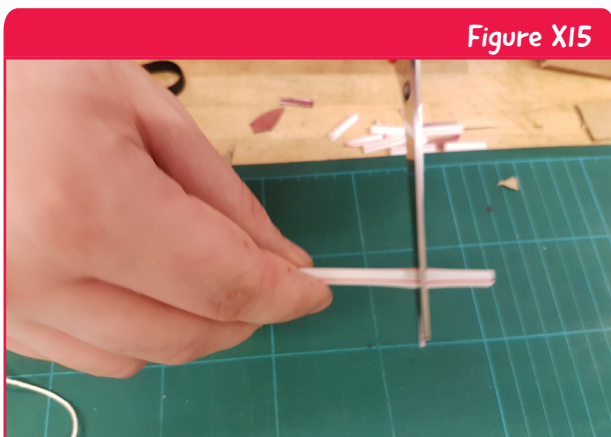


Figure X15

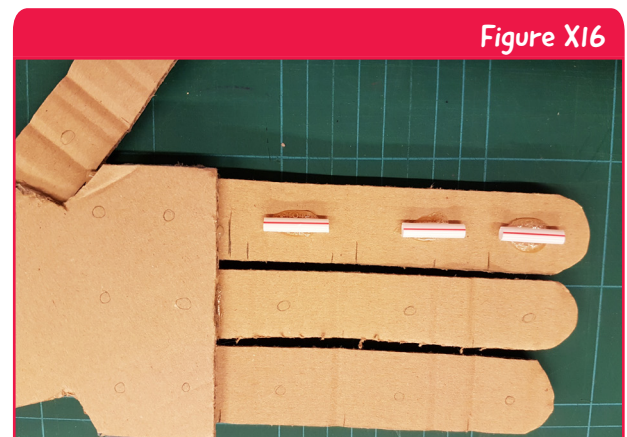
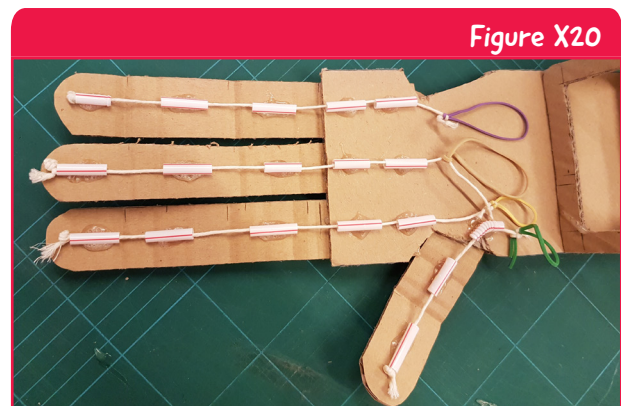
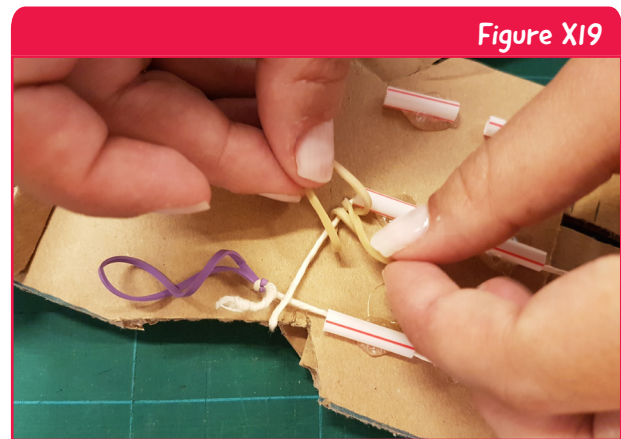
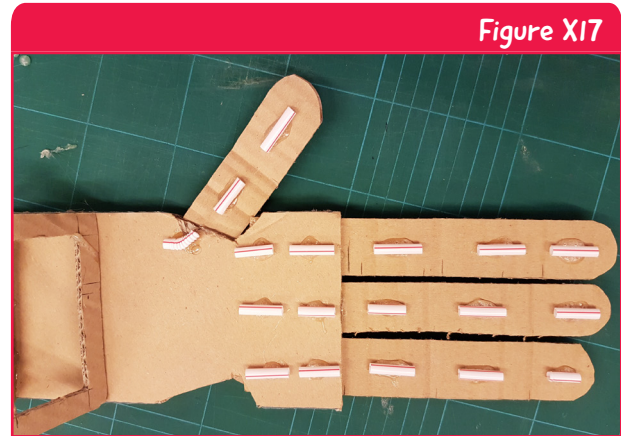


Figure X16

Prendre maintenant une ficelle et faire un nœud assez gros pour qu'il ne passe pas dans la paille. Faire passer l'autre bout de la ficelle à travers tous les bouts de paille d'un doigt (Figure X18). Accrocher un élastique fin au bout de la ficelle (Figure X19). Répéter cette étape pour tous les doigts (Figure X20).





Enfin, couper les gros élastiques et en coller un bout sur chaque doigt de l'autre côté de la main (Figure X21). Cela permettra d'avoir un peu de résistance lorsque l'on fera bouger la main.

Figure X21

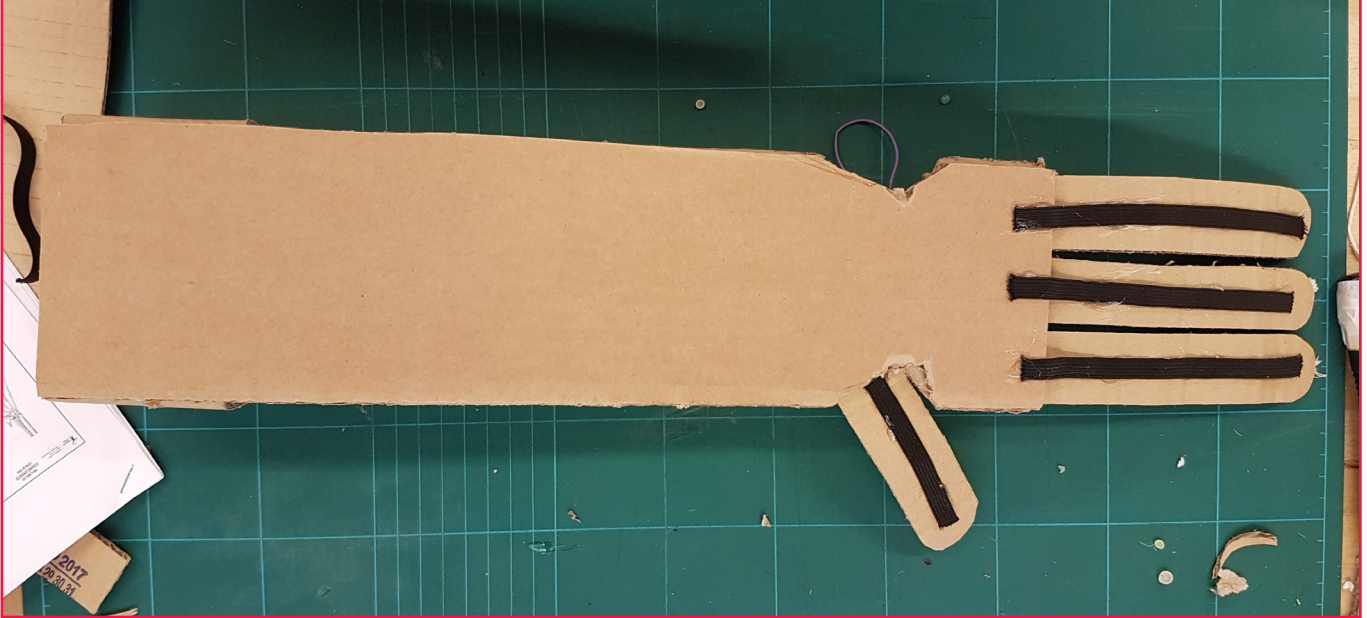


Figure X22

