

Fiche pédagogique pour l'enseignant et fiche élève

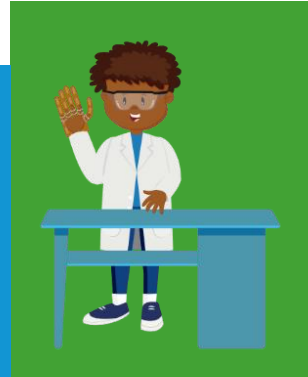
Main bionique



Référentiels P1 à S2: FMTTN et sciences



Durée : 60 - 90 minutes



Contexte

Dans un avenir proche, il est prévu que des équipages d'astronautes et de robots humanoïdes travaillent ensemble pour exploiter l'espace. Tous deux utiliseront très probablement des mains bioniques.

Les mains bioniques permettent aux robots de manipuler des objets conçus pour l'usage humain. Les astronautes bénéficieront de mains bioniques car la manipulation d'objets dans le vide de l'espace à travers les gants d'une combinaison spatiale est très fatigante.

Dans cette activité, les équipes construiront une main bionique et la mettront en relation avec leur propre main pour comprendre la fonction des doigts et l'importance du pouce. Elles apprendront également comment fonctionnent les os, les muscles, les tendons et les ligaments, en les comparant aux matériaux utilisés sur la main bionique pour faire bouger les doigts.

Objectifs de la mission

→ Explorez l'anatomie de la main et construisez une main bionique en carton.

Compétences

Conception, résolution de problèmes, méthodologie scientifique

Matériel nécessaire à la mission

Activité 1	Activité 2	Activité 3
- Fiche élève - Crayons	- Fiche élève - Carton - Ruban adhésif - Colle - Ciseaux - Ficelle - Elastiques (fins et épais) - Pailles - Annexe 1 imprimée pour chaque groupe	- Fiche élève - Crayons

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.



Figure 1

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

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.

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. 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.

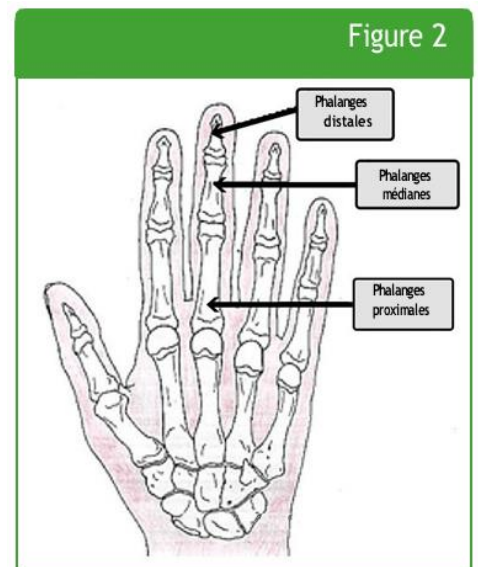


Figure 2

↑ Représentation des os d'une main humaine

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

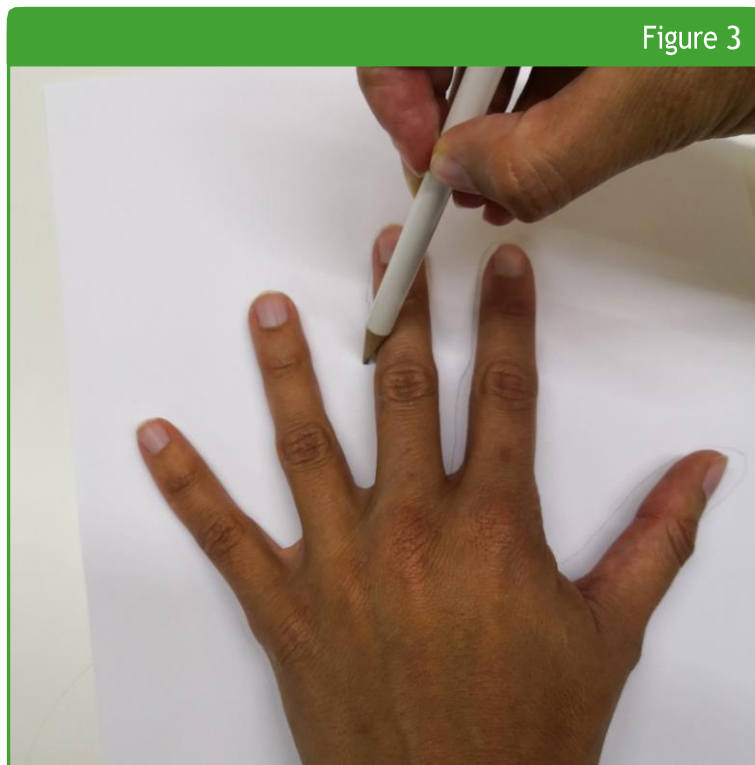
Dans cette activité, les élèves découvriront la main humaine et le rôle des os, des muscles et des tendons.

Matériel

- Fiche élève imprimée pour chaque élève
- Crayon à papier

Exercice

1. Les élèves doivent tracer le contour de leur main sur une feuille de papier ou sur leur fiche élève, 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 en groupe une main bionique en carton.

Les instructions figurent dans l'ANNEXE en fin de dossier.

Matériel

- Fiche élève
- Carton
- Ruban adhésif
- Colle
- Ciseaux
- Ficelle
- Élastiques (épais et fins)
- Pailles
- ANNEXE

Exercice

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

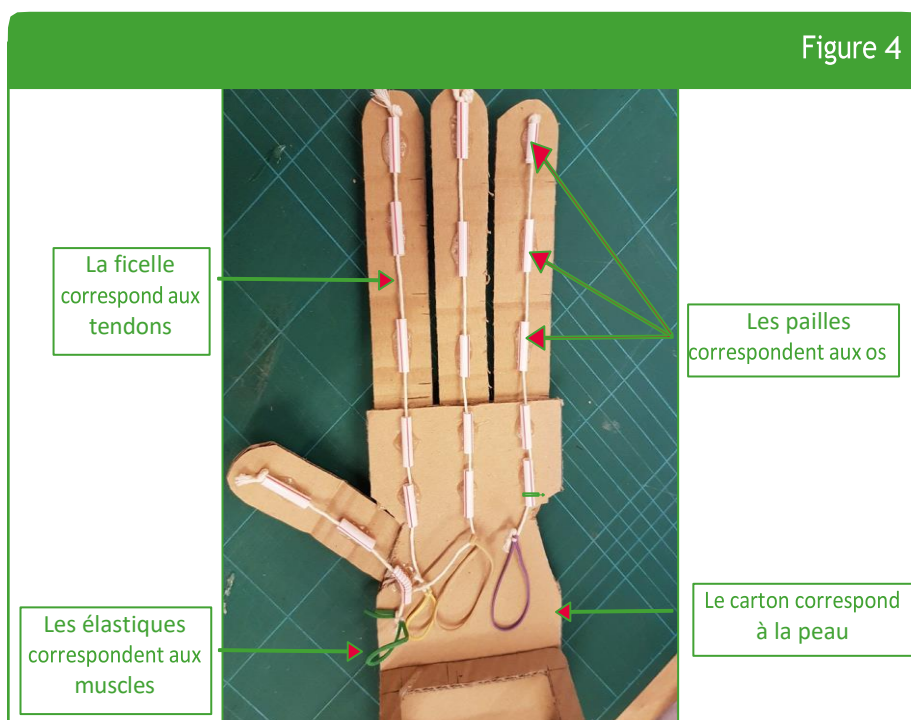
Remettre à chaque groupe le matériel nécessaire pour construire un modèle de main bionique. Les instructions détaillées pour construire la main bionique figurent dans l'ANNEXE.

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).

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.



↑ Élèves effectuant l'activité.

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 élève
- Crayon à papier

Exercice

Distribuer les fiches élève. 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 objets 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.

Exemple de projet:

- 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.

Participez au défi « Walk to the Moon »

A la fin de l'activité, pensez à encoder l'activité sur le site [Train Like an Astronaut](#), pour contribuer au défi Walk to the Moon.

L'encodage est simple et rapide :

- Après vous être connecté à votre TABLEAU DE BORD, cliquez sur « Ajouter des activités ».
- Vous sélectionnez l'équipe en question et l'activité réalisée dans des menus, puis vous évaluez grâce à 5 curseurs comment l'activité s'est déroulée (participation des élèves, motivation, compréhension du lien avec la santé et la forme physique...). Et voilà !



Remarque :

Pour approfondir davantage 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.

Liens possibles avec les référentiels

Référentiel				P1	P2	P3	P4	P5	P6	S1	S2	S3
FMTTN	VOLET 1 Formation manuelle, technique et technologique	Matières et matériaux	SAVOIR	Consommables	X	X		X		X	X	
				Techniques de mesure, contrôle, traçage, assemblage, maintien, fixation, transformation et finition, en fonction de l'ouvrage à réaliser.	X	X	X		X	X	X	
				Dessin technique								
			SAVOIR FAIRE	Utiliser des techniques* et des outils pour mesurer, tracer, assembler, maintenir, fixer, transformer, parachever.	X	X	X		X	X	X	
				Appliquer un mode opératoire.		X	X				X	
			COMPETENCE	Concevoir et réaliser un (des) ouvrage(s).	X	X	X		X	X	X	
SCIENCES	Energie	Les forces et l'appareil locomoteur	SAVOIR	Appareil locomoteur : - Muscles/tendons - Os - Articulations			X					
				Cerveau et nerf			X					
				Force Muscles fixés aux os à l'aide de tendons			X					
				Fonctions du squelette : - Soutien - Locomotion - Protection			X					
			SAVOIR FAIRE	Réaliser une observation en lien avec la question d'ordre scientifique : le mouvement d'un membre.			X					
			COMPETENCE	Décrire, expliquer, interpréter un phénomène ou le fonctionnement d'un objet : le mouvement d'un membre.			X					

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. Liste ci-dessous d'autres structures que les os présents eux aussi 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 adhésif
- Colle
- Ciseaux
- Ficelle
- Elastiques (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 que tu as 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.

Figure A3



Figure A4



↑ Main bionique réalisée en carton

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

5. Compare ta main bionique à ta propre main.

Discute avec tes camarades des différences et des similitudes. Note tes observations ci-dessous.

6. 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.

7. Observe la photo suivante :

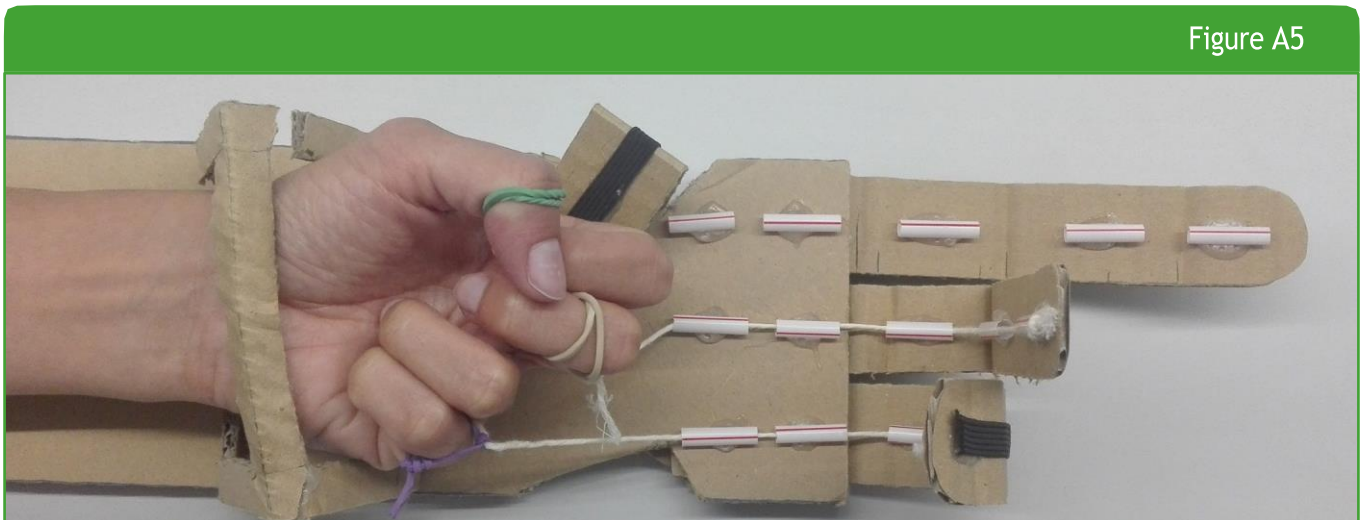


Figure A5

↑ Main utilisant la main bionique.

8. Explique pourquoi l'index ne fonctionne pas très bien.

9. Échange avec tes camarades sur le rôle de chacun des matériaux employés pour construire la main bionique, comme les pailles et les élastiques, et compare le rôle de ces éléments 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 et 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 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 pourrait te servir une vraie main bionique ?

Ressources de l'ESA

Moon Camp Challenge

esa.int/Education/Moon_Camp

Animations lunaires sur l'exploration de la Lune

esa.int/Education/Moon_Camp/Working_on_the_Moon

Ressources de l'ESA pour les classes

esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Kids

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

Laboratoire de télérobotique et d'haptique : 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/

Dispositif de contrôle pour main : 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

Informations complémentaires

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

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).

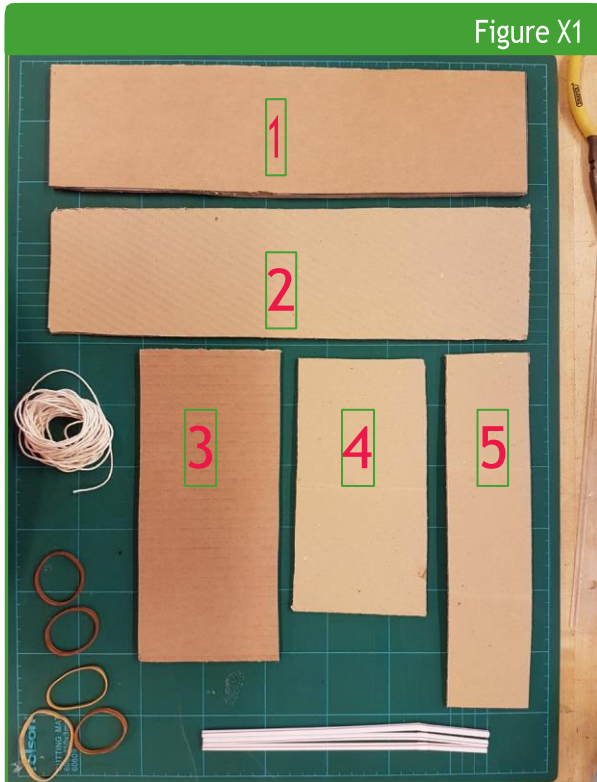


Figure X1

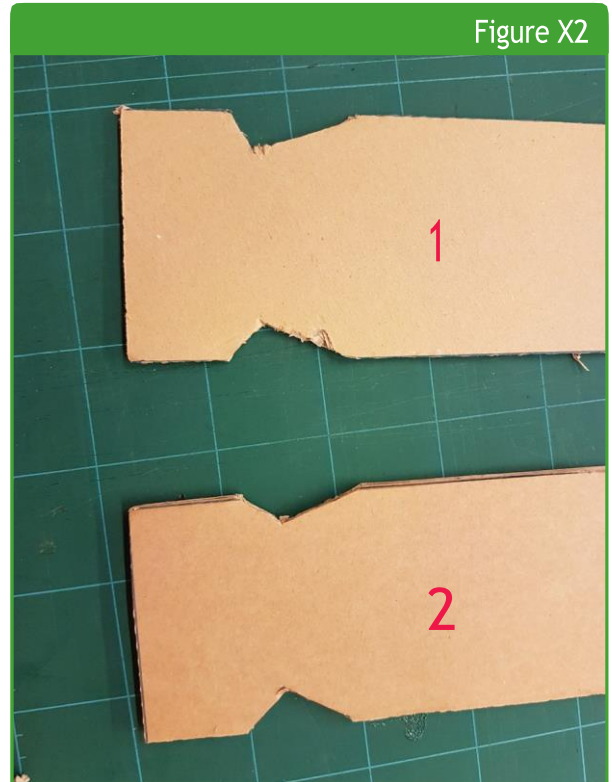


Figure X2

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

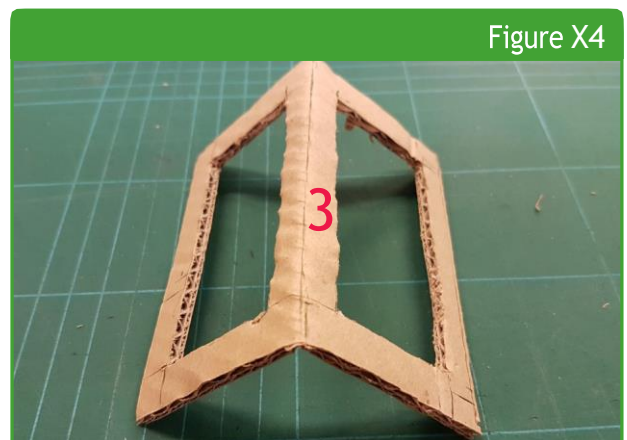


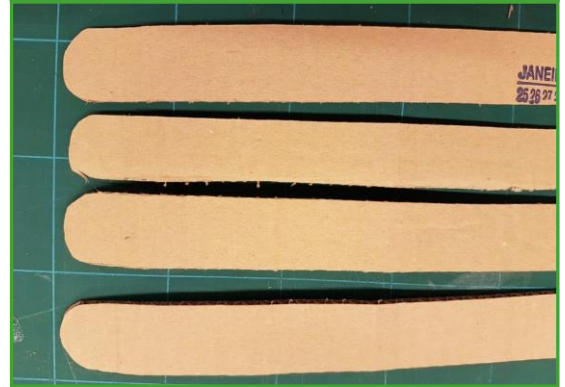
Figure X4

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).

Figure X5



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 X7

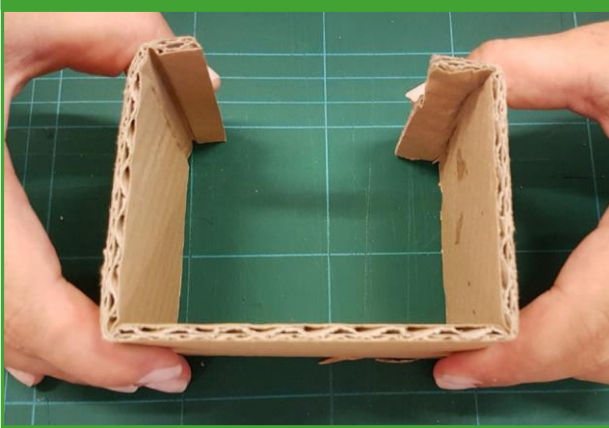


Figure X8



Figure X9



Figure X10

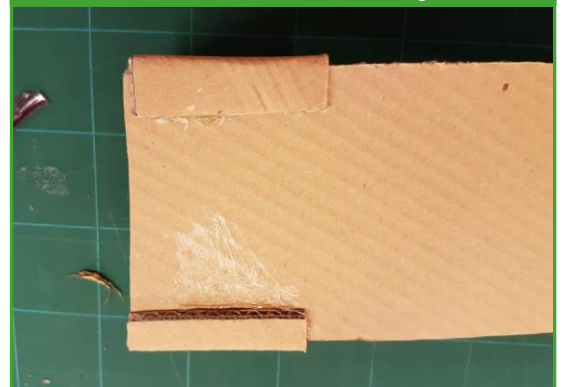
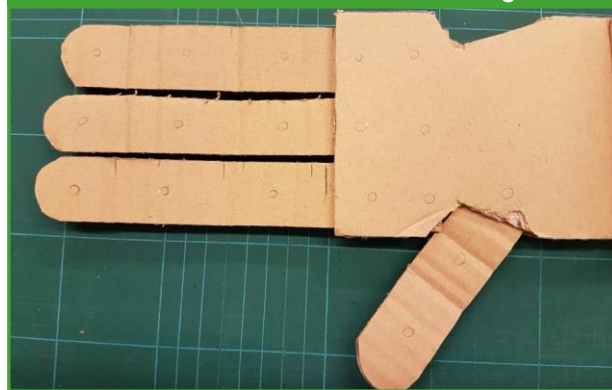


Figure X11



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

Figure X12

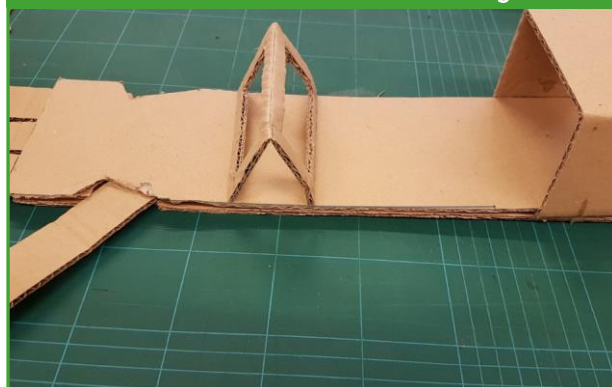


Coller la poignée au bras (Figures X13 et X14).

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).

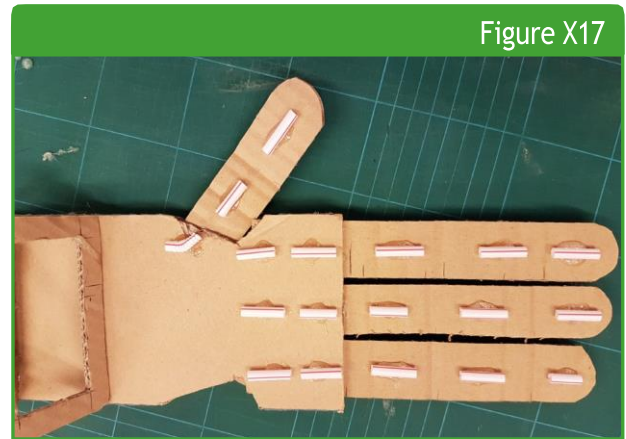


Figure X17

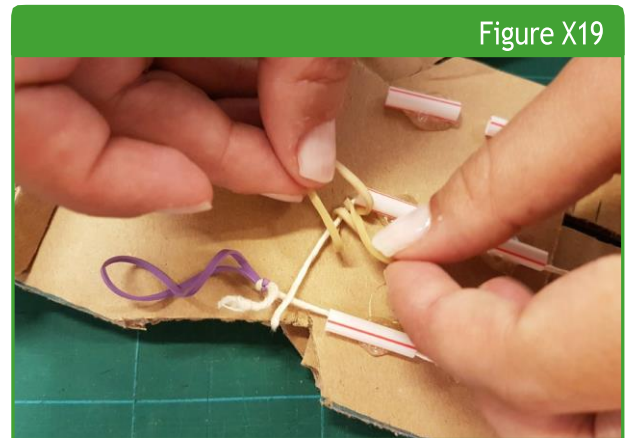


Figure X19

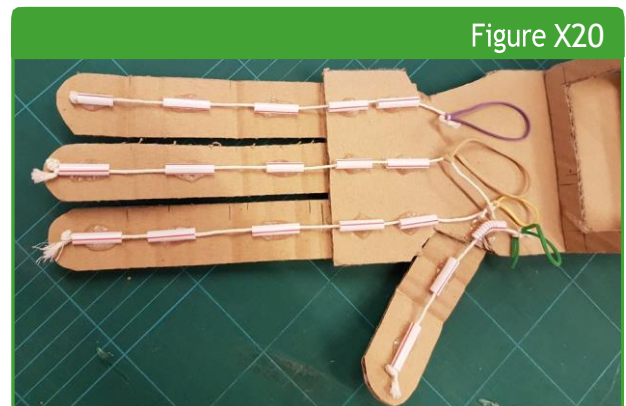


Figure X20



Figure X18

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

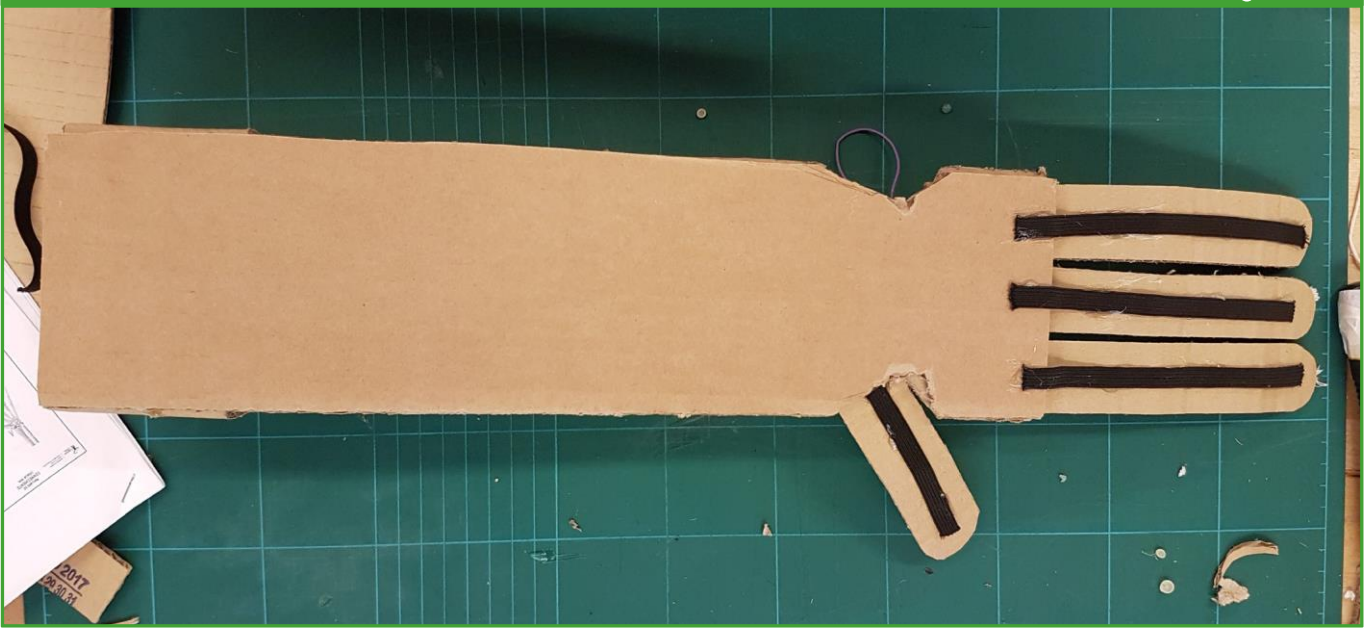


Figure X22

