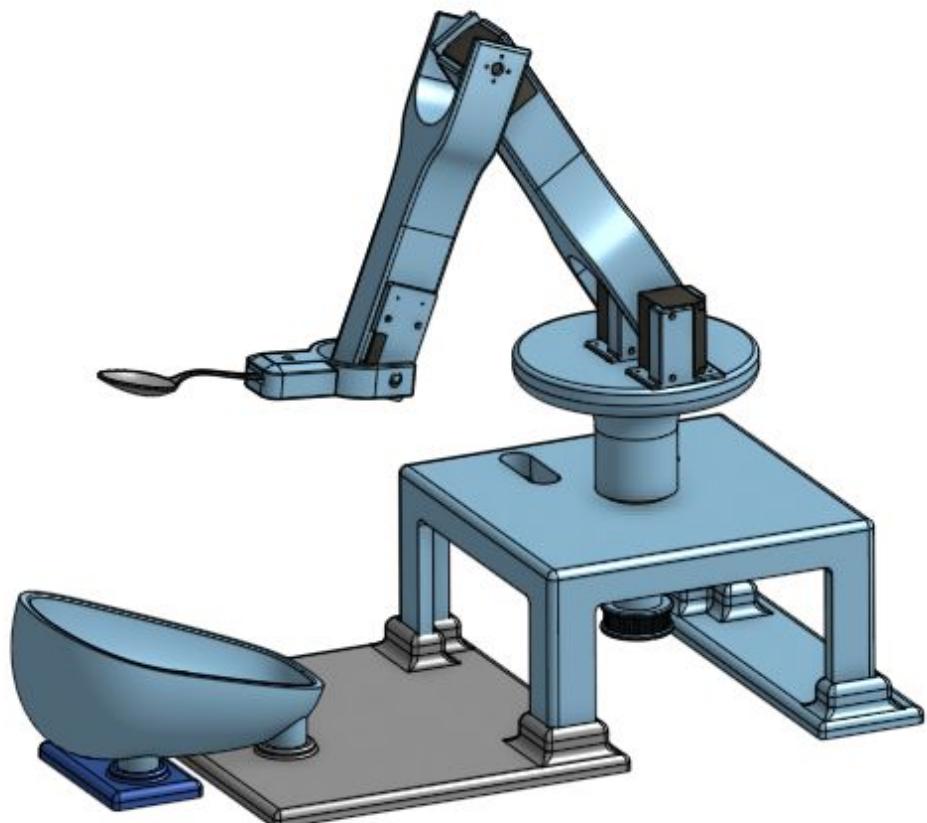


Notice d'utilisation

ROBOT IRONFORK



Description de l'appareil	3
Mise en garde - Consignes de sécurité importantes	4
LE ROBOT IRONFORK	5
Composants du robot IronFork	5
Caractéristiques techniques	13
Plans techniques	14
MONTAGE DU ROBOT	24
Imprimer ses pièces	24
Listes des pièces à imprimer	24
Télécharger les fichiers .stl sur Github	25
Impression	25
Trouver une imprimante 3D	25
Préparer l'impression (logiciel)	26
Lancer l'impression	29
Pièces non imprimées	30
MONTAGE	31
Mise en position	38
Mise en position des moteurs	39
Moteur Tourelle	39
Moteurs Bras	40
Moteur avant-bras et pince	41
Montage électrique	42
UTILISATION	46
1ère utilisation	46
Mise sous tension	46
Mise hors tension	46
Utilisations quotidiennes	46
CONSEILS	47
REMERCIEMENTS & CONTACT	48

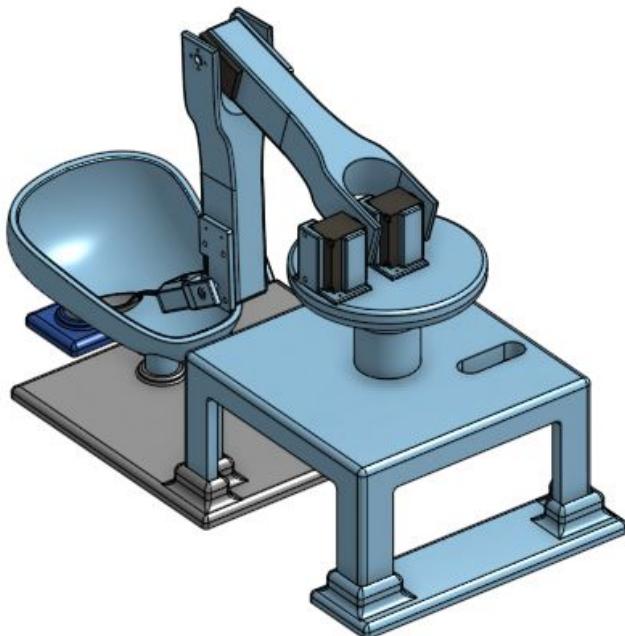
Description de l'appareil

IronFork est un bras robotique automatisé ayant pour mission d'aider/d'assister les personnes en situation de handicap à se nourrir/s'alimenter en autonomie. Conduit par un groupe de 12 étudiants de l'Ecole Centrale de Lille et en collaboration avec L'IEM Christian Dabbaudie, ce robot est le résultat de 18 mois de recherche et développement.

L'aspect principal du projet IronFork étant la disponibilité du robot au plus d'utilisateurs, le projet s'est voulu en open source, pour permettre à quiconque de posséder ce robot. Un deuxième aspect du projet est l'impression 3D, ce robot se veut à moindre coût, l'impression 3D permet cela par sa disponibilité de plus en plus grande (FabLab, imprimante personnelle) et son faible coût de production (compter environ 40€ pour 1Kg de filament).

A travers cette notice d'utilisation, vous parcourrez les différentes étapes pour construire vous-même votre robot IronFork grâce aux plans et aux différentes informations mis à disposition sur <https://github.com/IronFork/IronForkProject>.

Cette notice comprend donc des explications étapes par étapes du processus du montage, de sa première mise sous tension à son utilisation quotidienne



Mise en garde - Consignes de sécurité importantes

Le robot IronFork est un robot majoritairement imprimé en 3D, cela signifie que contrairement à des pièces métalliques, les pièces du robot sont en plastique, donc fragiles. Veillez à utiliser le robot avec précaution.

Le matériau des pièces imprimées est essentiellement du PLA (*acide polylactique*), un polymère biodégradable obtenu à partir d'amidon de maïs, veillez à prévenir tout risque d'allergie en vous documentant sur les allergies potentielles des utilisateurs.

Le robot IronFork est un robot électronique et automatique, il possède des moteurs et fils électriques nécessitant une entrée de 230V pour être alimenté. Veillez à utiliser le robot en respectant les mesures de sécurité lorsque vous l'utilisez avec des liquides notamment. Surveillez fréquemment l'état du robot (si des câbles sont nus par exemple), et changez si besoin les pièces nécessaires afin de prévenir tout risque.

Le robot IronFork a été désigné pour être posé et fixé sur une table, une surface plane d'environ 70cm de long et 30cm de large est nécessaire pour son utilisation.

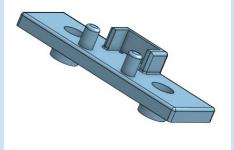
Une personne présente pendant l'utilisation du robot est nécessaire pour installer et désinstaller le robot.

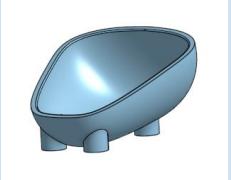
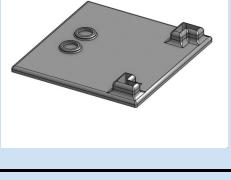
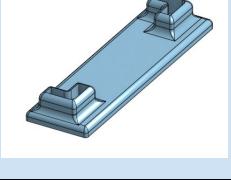
Lors de votre utilisation, vous pourrez être amené à être en présence de liquides et aliments chauds, en cas de problème, un bouton d'arrêt (bouton noir sur la carte de puissance) est disponible pour mettre immédiatement le robot hors tension.

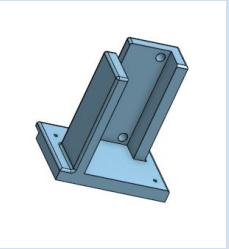
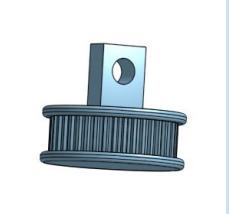
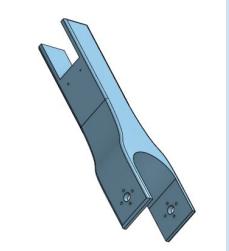
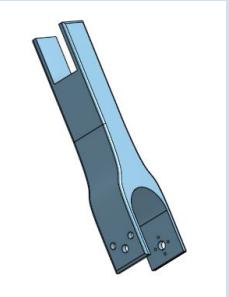
LE ROBOT IRONFORK

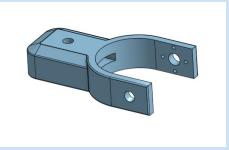
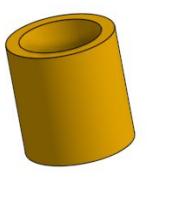
Composants du robot IronFork

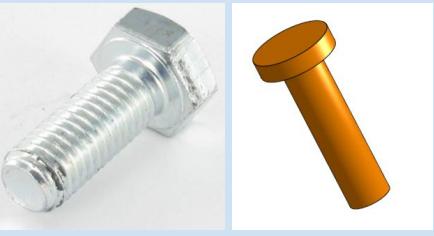
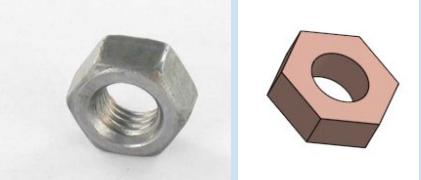
Vous trouverez ci-dessous un tableau récapitulant les pièces nécessaires au bon fonctionnement du robot, les quantités, les caractéristiques et les liens pour vous commander les différentes pièces.

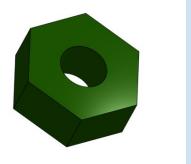
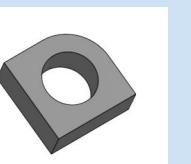
Liste des composants mécaniques du robot IronFork				
Ensemble	Pièce	Qté	Caractéristiques / Lien	Visuel
Socle	Socle	1	Imprimable 3D	
	Adaptateur Socle/Moteur	1	Imprimable 3D	
	Coussinet à collierette BNZF30-35-40-3-40	1	https://www.123roulement.com/acc...-BNZF30-35-40-3-40	
	Poulie Socle	1	Imprimable 3D	

	Contenant/Bol	1	Imprimable 3D/ Adaptable par modification CAO	
	Sous-socle Bol	1	Imprimable 3D	
	Sous-socle Plein	1	Imprimable 3D/ Adaptable par modification CAO	
	Sous-socle Vide	1	Imprimable 3D	
	Courroie crantée	1	https://www.123roulement.com/courroie-300-3M9-OPTIBELT	
Tourelle	Tourelle	1	Imprimable 3D	

	Adaptateur Tourelle/ Moteur	2	Imprimable 3D	
	Anneau élastique	1	https://www.123roulement.com/acc...XT-30?fbclid=IwAR2VbOP0ZxxcDEbUeWzXSjQJQq8QQpf9z9zje0gdZOTzhMFQVrO6MpqBSq	
	Poulie Tourelle	1	Imprimable 3D	
Bras	Bras	1	Imprimable 3D	
Avant Bras	Avant-Bras	1	Imprimable 3D	
	Adaptateur Bras/Moteur	2	Imprimable 3D	

	Pince	Pince	1	Imprimable 3D	
	Insert M5X9.5	1		https://www.vis-express.fr/fr/insert-laiton-a-presser-sans-tete/53959-515788-insert-sans-tete-finfix-lait-m5x95-3663072432987.html#/21-conditionnement-unitaire	 
	Vis de pression M5X35	1		https://www.vis-express.fr/fr/volant-4-branches-nylon-noir-acier-zn/17421-966373-volant-4-branches-m5x35-3663072128262.html	 
	Cuillère	1		Cuillère classique à manche plat	 
	Visserie	Vis à métaux M2X8	20	https://www.vis-express.fr/fr/vis-a-metaux-tcbl-pozi-inox/35414-944106-vis-metaux-inox-a2-tete-cylindrique-bomb	 
	Vis à bois M3X20	8		https://www.vis-express.fr/fr/vba3-tete-ronde-tr-pozi-gfd/24866-785421-vba3-tete-ronde-tr-pozi-3x20-acier-zing-blanc-3663072020771.html#/21-conditionnement-unitaire	 

	Vis métaux M16X60	2	https://www.vis-express.fr/fr/vis-métaux-tête-hexagonale-68-iso-4017/8154-766777-vis-métaux-tête-hexagonale-th-16x60-perc-taraud-m8-9-acier-zinc-blanc-3663072078734.html#/21-conditionnement-unitaire	
	Rondelles M16.3X33X2	4	https://www.vis-express.fr/fr/rondelle-plate-speciale-acier-diametre16/4673-896718-rondelle-plate-163x33x2-acier-zinc-blanc-3663072056978.html#/21-conditionnement-unitaire	
	Écrou 16X4	2	https://www.vis-express.fr/fr/ecrou-pas-trapezoidale-droite-acier/11360-942331-ecrou-hexagonal-skm-trapezoidale-16x4-droite-acier-3663072186521.html#/21-conditionnement-unitaire	
	Vis métaux M8X45	1	https://www.vis-express.fr/fr/vis-métaux-tête-cylindrique-bombe-large-pozi-acier-din-7985/2846-945213-vis-métaux-tête-cylindrique-bombee-large-pozi-8x45-acier-zinc-blanc-3663072273320.html#/21-conditionnement-unitaire	
	Rondelle M8.5X22X2.5	2	https://www.vis-express.fr/fr/rondelle-plate-speciale-acier-diametre-8/4587-591556-rondelle-plate-85x22x25-acier-zinc-blanc-3663072056329.html#/21-conditionnement-unitaire	

	Écrou M8	1	https://www.vis-express.fr/fr/ecrou-hexagonal-iso-4032/31156-983690-ecrou-hexagonal-m8-cl-8-acier-zing-blanc-3663072087903.html		
	Vis Fixation Servomoteurs	14	Fournies avec les servomoteurs		
	Rondelles M3X8X0.8	14	https://www.vis-express.fr/fr/ronnelle-plate-serie-m-moyenne-laiton-nfe-25513/33173-513854-ronnelle-plate-m3x8x08-m-laiton-3663072114999.html#/26-conditionnement-100_pieces		
	Adaptateur Servos	14	Fournis avec les servomoteurs		

Liste des composants électroniques du robot IronFork

Chaîne d'énergie	Servo moteur Dynamixel	5	XL-430-W250-T	https://www.gotronic.fr/art-moteur-dynamixel-xl-430-w250-t-30362.htm
	Bloc d'alimentation 12V	1	A-000000-00305	https://www.generationrobots.com/fr/400866-chargeur-smps-pour-bioloids-et-dynamixel-robotis.html?utm_source=Doofinder&utm_medium=Doofinder&utm_campaign=Doofinder
Chaîne d'information	Carte de programmation U2D2	1	36449	https://www.gotronic.fr/art-carte-de-programmation-u2d2-30363.htm

	U2D2 PHB set	1	A-000000-04143	U2D2 PHB Set - Robotis.fr
	Raspberry Pi 1 modèle A+	1	A-000000-04666	https://www.generationrobots.com/fr/402065-raspberry-pi-modele-a.html?utm_source=Doofinder&utm_medium=Doofinder&utm_campaign=Doofinder
	Alimentation 5V 2.5A pour Raspberry Pi	1	A-000000-01723	https://www.generationrobots.com/fr/402163-alimentation-raspberry-pi-5v-25a-avec-adaptateurs-eu-uk-aus-us.html
Interface Homme / Machine	Afficheur LCD RGB Grove	1	A-000000-02124	https://www.generationrobots.com/fr/402442-afficheur-lcd-rgb-grove.html
	Bouton poussoir	1	07575	https://www.gotronic.fr/art-bouton-poussoir-arcade-jaune-bd23j-29602.htm#complete_desc
	Led rgb	1	03074	https://www.gotronic.fr/art-led-rgb-5-mm-l1509rvb-32781.htm
Composants basiques	Résistance 100 ohms	4	04024	https://www.gotronic.fr/art-10-resistances-1-4w-100-8486-2565.htm
	Résistance 1 kohms	4	04036	https://www.gotronic.fr/art-10-resistances-1-4w-1-0k-8486-2574.htm

Notice d'utilisation Robot IronFork

Autres	Câble compatible Dynamixel Série X 3 pins - 35 cm	3	A-000000-04199	https://www.generationrobots.com/fr/403667-cable-compatible-dynamixel-serie-x-3-pins-35-cm.html?fbclid=IwAR0SnyFXphXDEiY48PwwfU2Hvf0wQjBEnXg52SEgY5JEsRiPmStgamQQzs
	Câbles Dupont F/F	10	A-000000-00740	https://www.generationrobots.com/fr/401484-s%C3%A9rie-de-c%C3%A2bles-femelle-femelle-pour-connecteurs-01.html?utm_source=Doofinder&utm_medium=Doofinder&utm_campaign=Doofinder#

Caractéristiques techniques

- Longueur: 70 cm
- Largeur: 30 cm
- Amplitude du bras: 55 cm
- Masse:

Nécessité de 2 prises pour mettre le robot sous tension.

Plans techniques

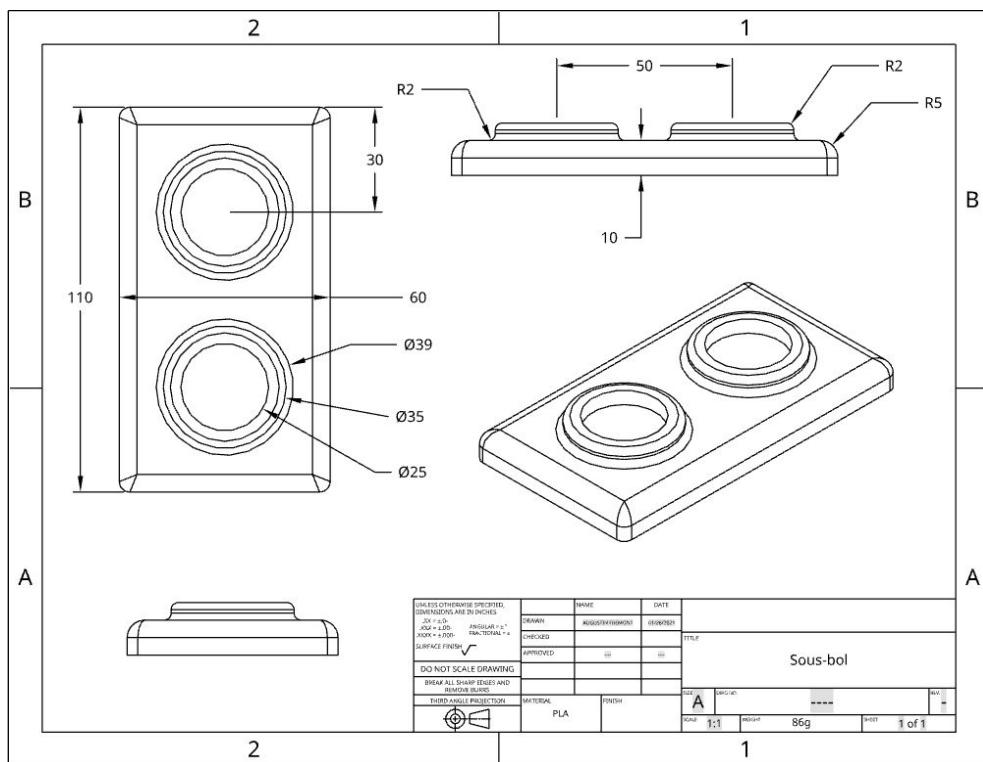


Figure 1 - Sous-bol

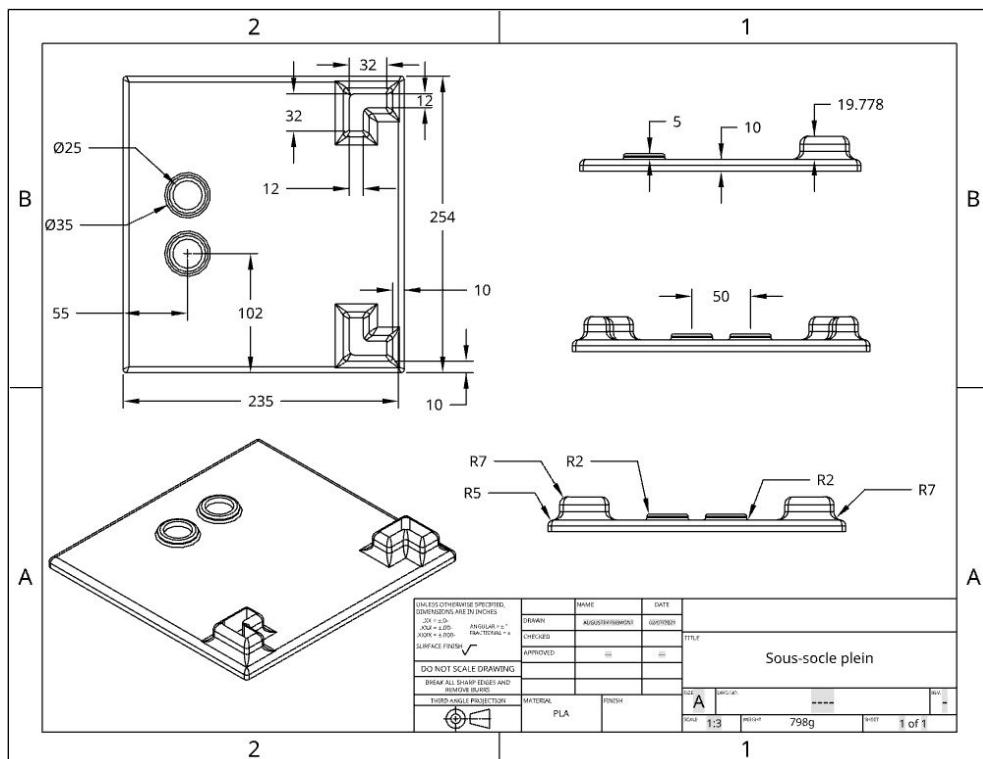


Figure 2 - Sous-socle plein

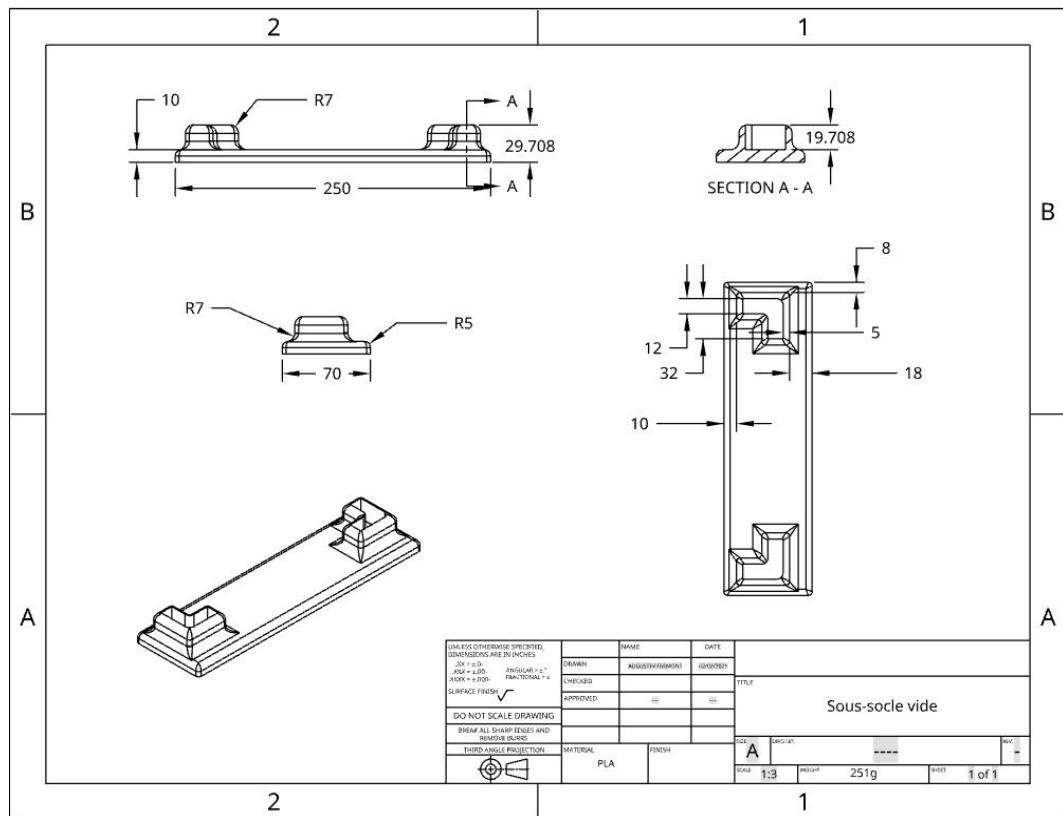


Figure 3 - Sous-socle vide

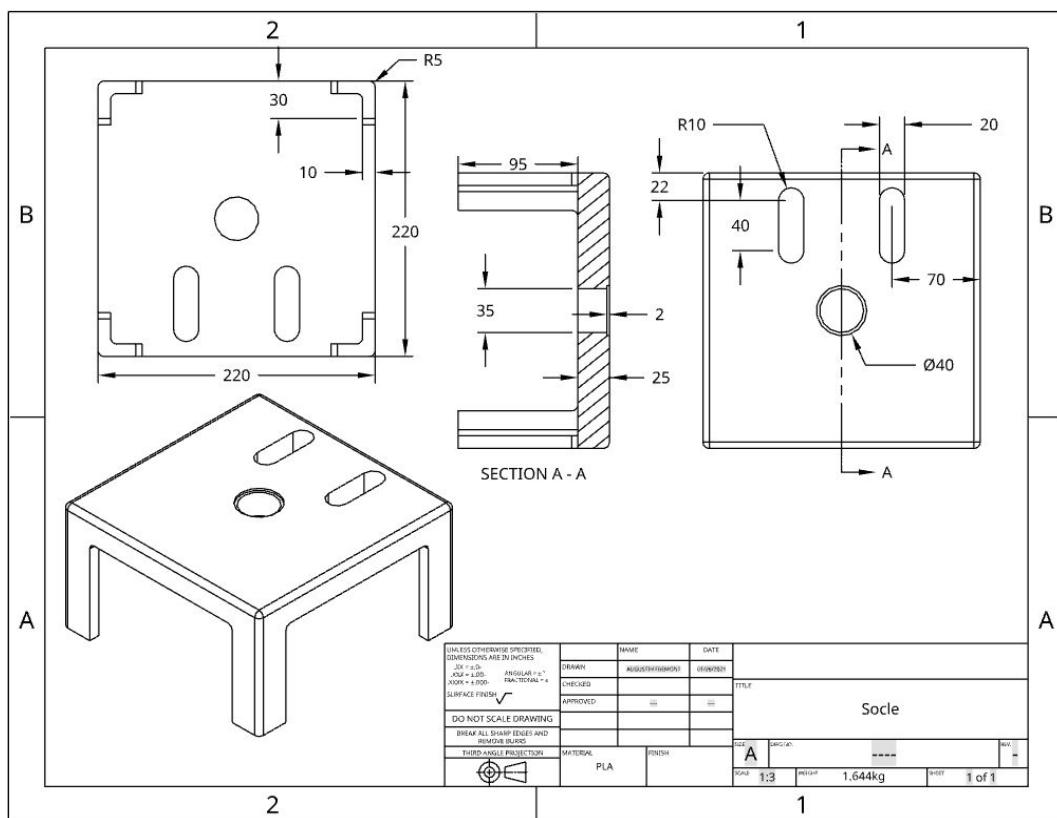


Figure 4 - Socle

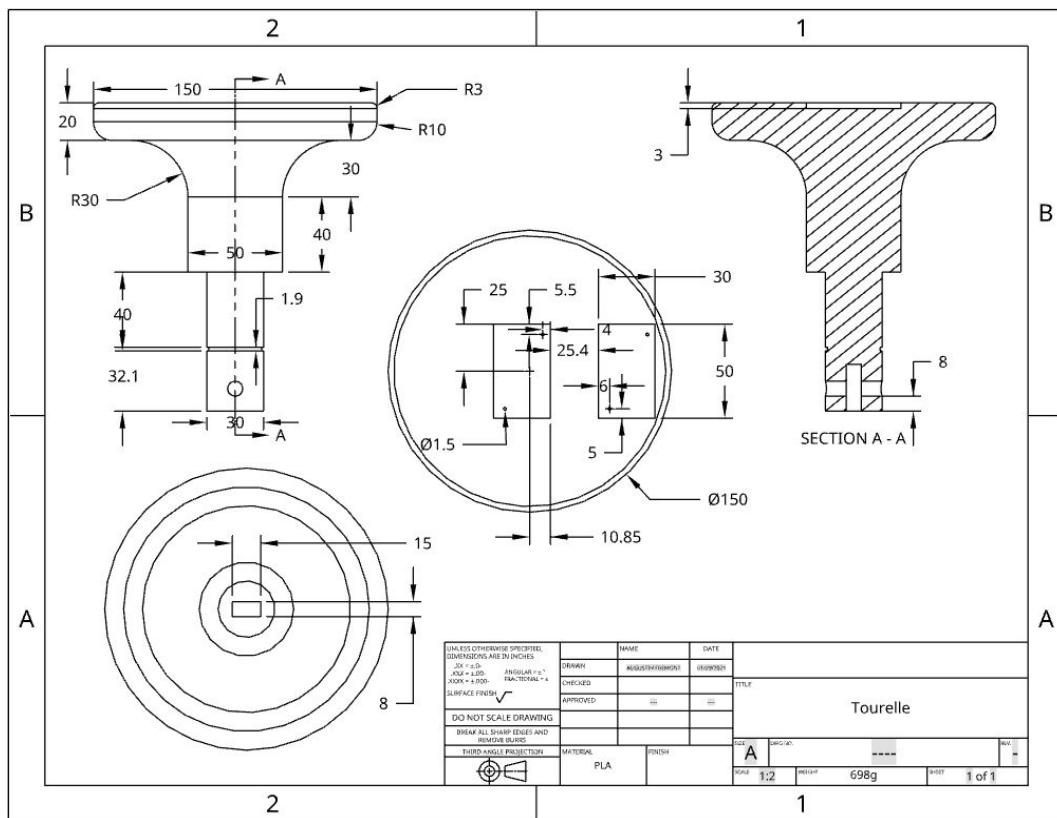


Figure 5 - Tourelle

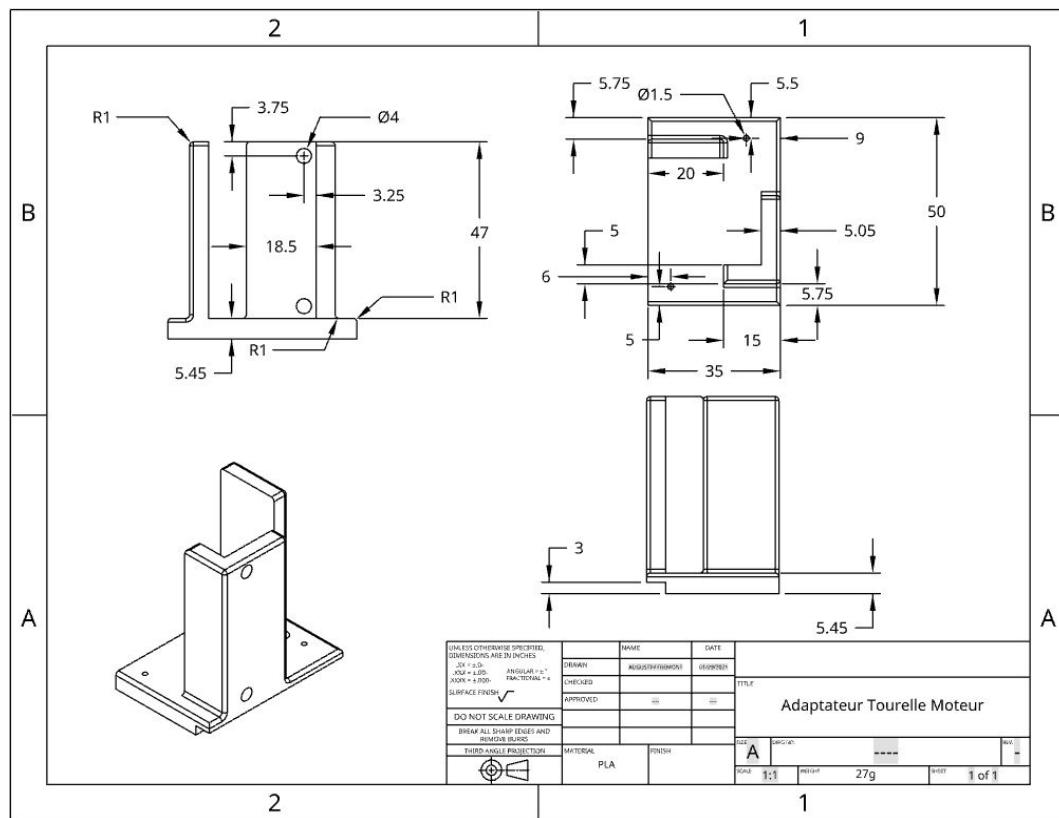


Figure 6 - Adaptateur tourelle/moteur

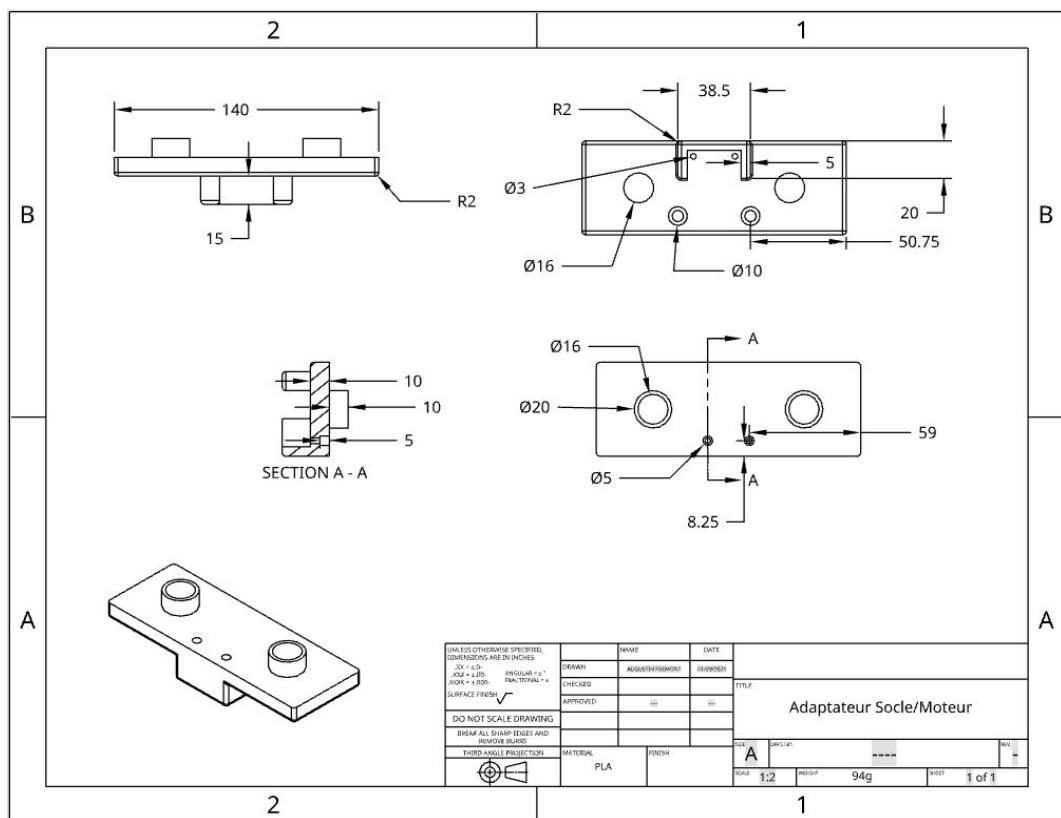


Figure 7 - Adaptateur socle/moteur

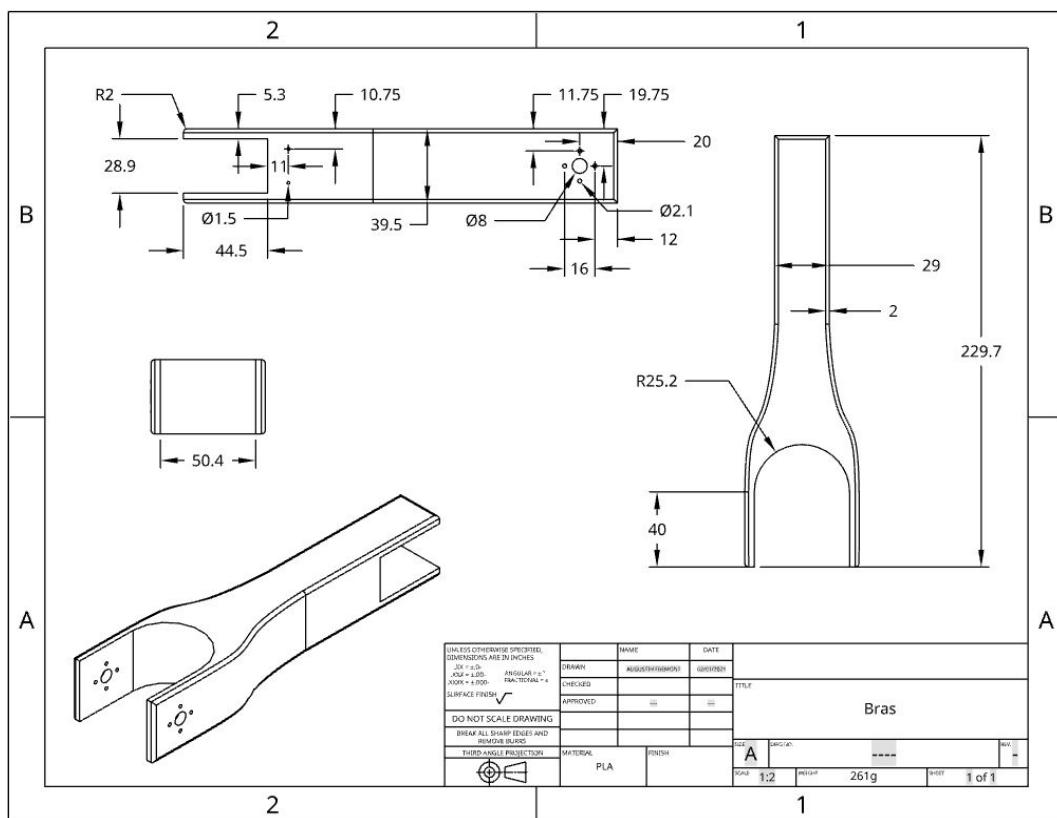


Figure 8 - Bras

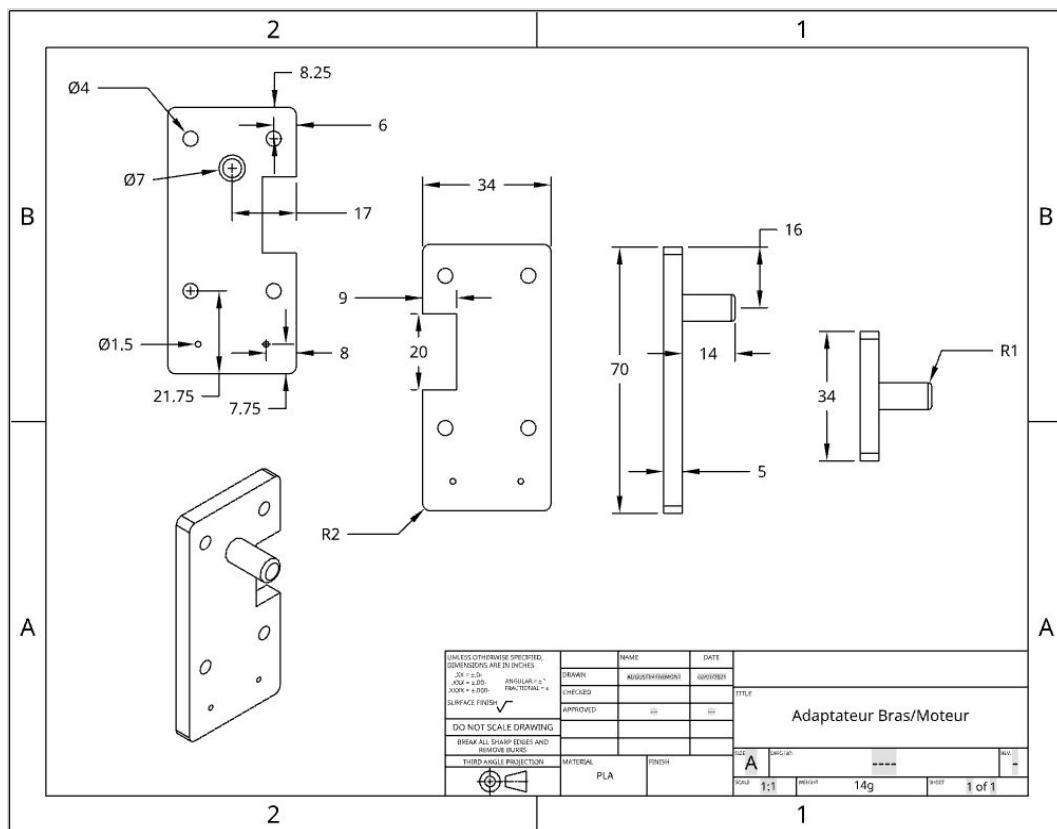


Figure 9 - Adaptateur bras/moteur

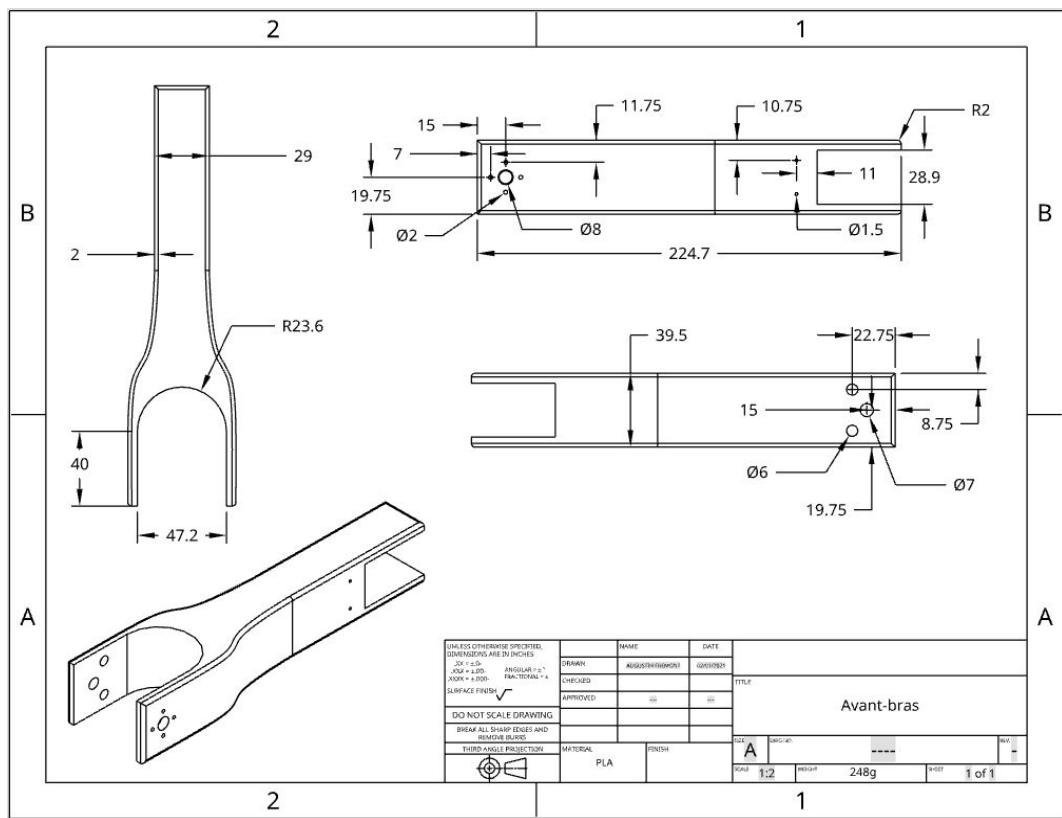


Figure 10 - Avant-bras

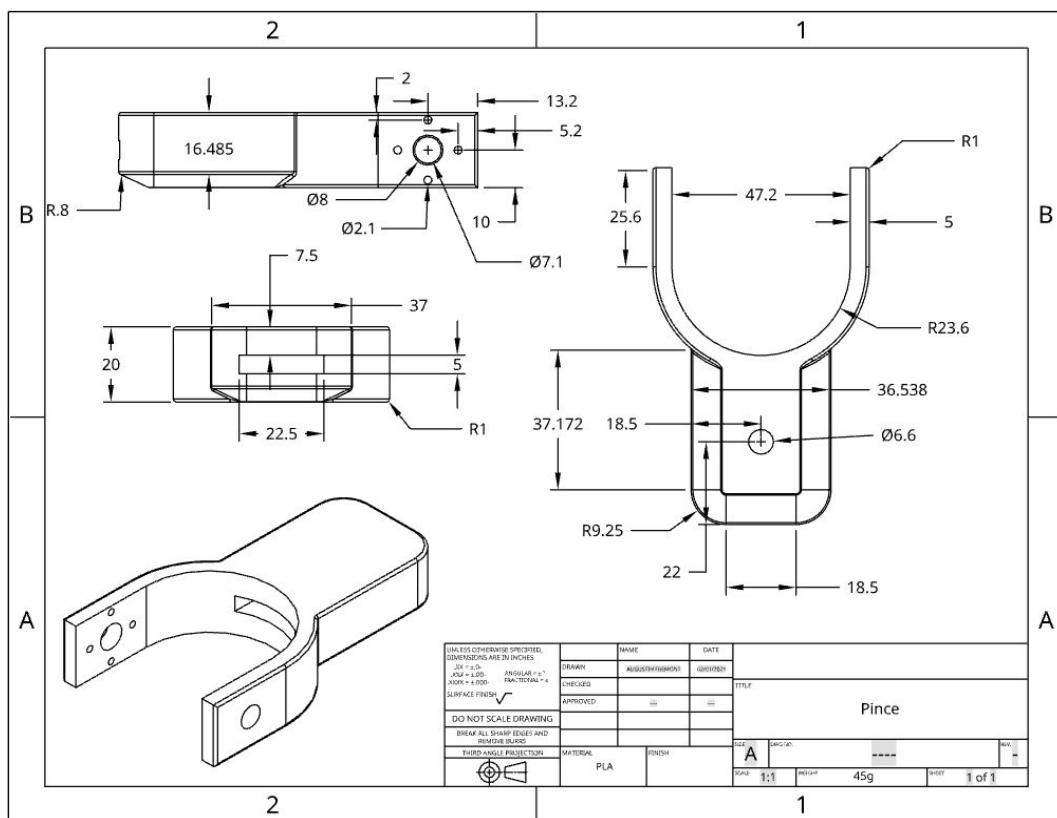


Figure 11 - Pince

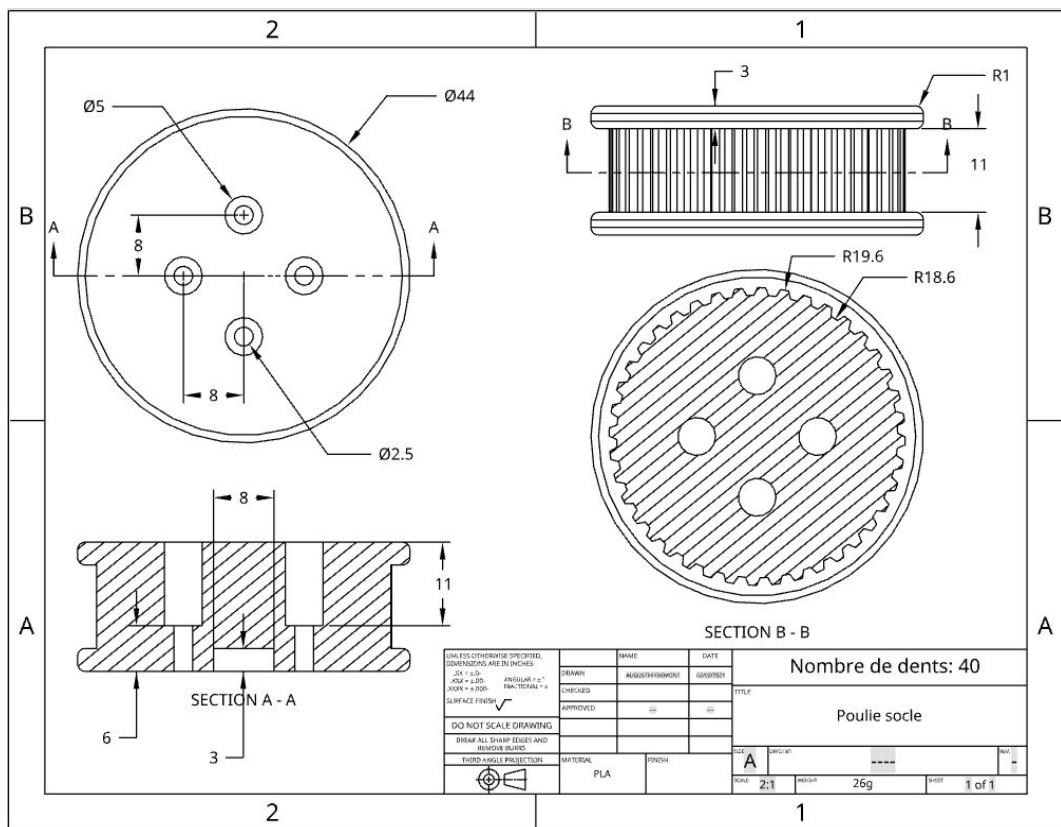


Figure 12 - Poulie socle

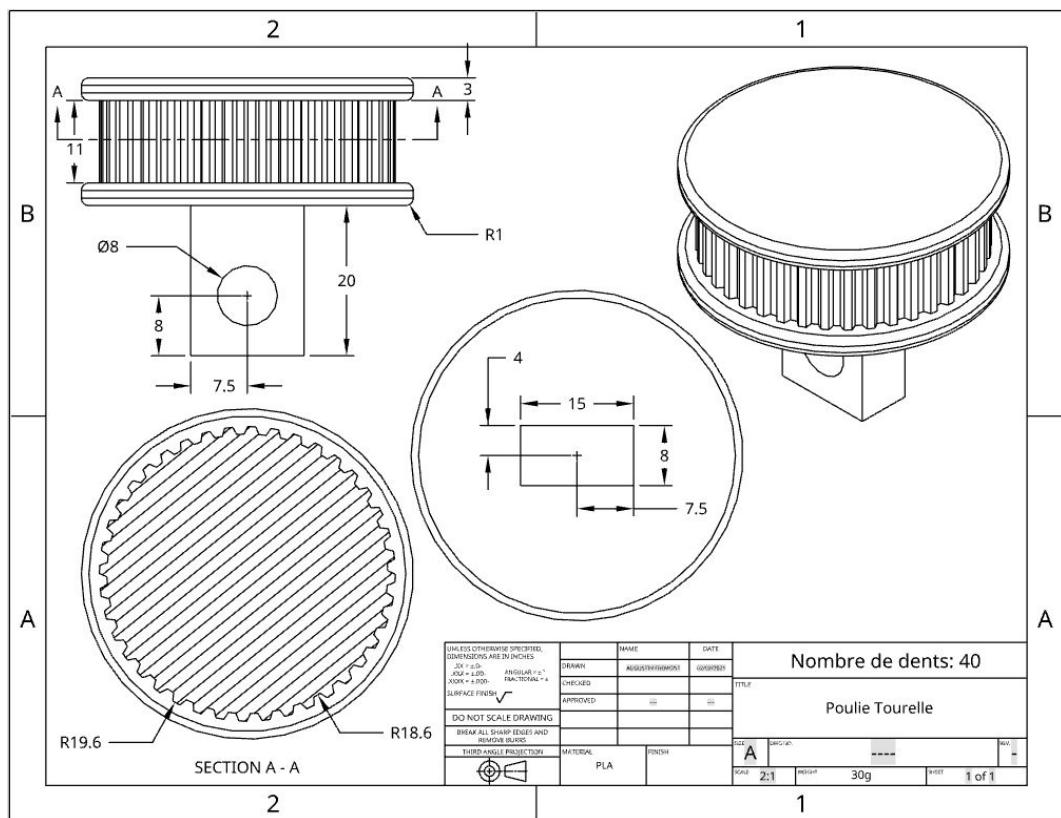


Figure 13 - Poulie tourelle

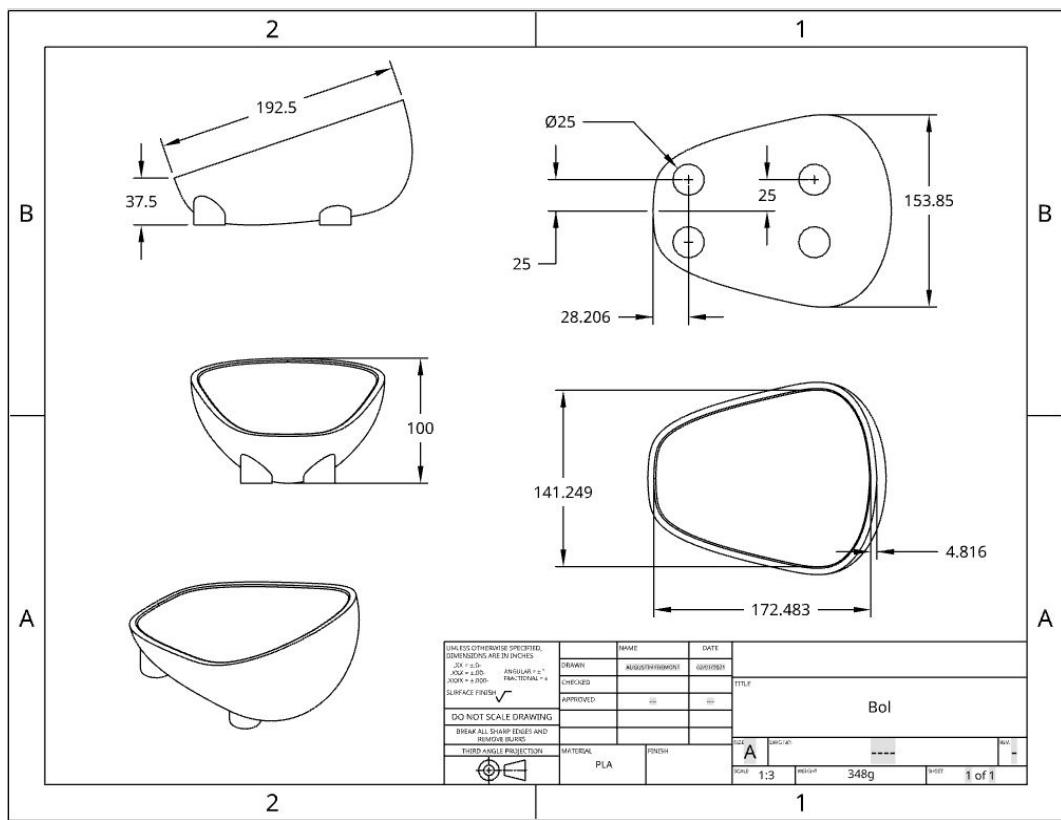


Figure 14 - Bol

MONTAGE DU ROBOT

Le robot IronFork est un robot majoritairement imprimé en 3D. Il y a cependant des pièces non imprimées (vis / moteurs / câbles) que vous devrez vous procurer pour permettre le bon fonctionnement du robot.

Imprimer ses pièces

Listes des pièces à imprimer

Cette partie se concentre sur l'impression des pièces du robot. Pour construire vous même votre robot IronFork, vous aurez besoin d'imprimer certaines pièces dont voici la liste :

Pour le sous-ensemble “Socle” :

- 3 sous-socles différents (c'est le plancher du robot, les 3 sous-socles sont sur le même fichier STL)
- 1 bol
- 1 socle (en forme de petite tablette)
- 1 adaptateur socle-moteur (permet de fixer le moteur sous le socle)
- 1 poulie socle (poulie fixée sur l'axe moteur)

Pour le sous-ensemble “Tourelle” :

- 1 Tourelle (placée en liaison pivot avec le socle, elle soutient le bras)
- 1 poulie tourelle (poulie fixée dans l'axe de la tourelle et reliée à la poulie socle par une courroie)
- 2 adaptateurs tourelle-moteurs (permettent de fixer 2 moteurs sur la tourelle)

Pour le sous-ensemble “Bras” :

- 1 bras Tourelle (c'est le bras relié à la tourelle en pivot)
- 1 adaptateur bras-moteur (permet de fixer le moteur sur le bras)

Pour le sous-ensemble “Avant-bras” :

- 1 avant-bras (ressemble au bras-tourelle mais est légèrement différent)
- 1 adaptateur avant-bras-moteur (permet de fixer le moteur)

Pour le sous-ensemble “Pince” :

- 1 pince

Télécharger les fichiers .stl sur Github

Les fichiers .stl (fichiers compatibles avec les logiciels d'impressions) sont disponibles sur <https://github.com/IronFork/ironForkProject> dans le sous fichier “fichiers_STL”.

Chaque document correspond à une partie du robot, dans lequel se trouve les pièces à imprimer pour la pièce, et comment l'assembler (document Assemblage_NomDeLaPièce)
Pour ouvrir ses fichiers, vous aurez besoin d'un logiciel d'impression 3D dont voici une liste non-exhaustive :

- **Cura** (gratuit) : <https://ultimaker.com/fr/software/ultimaker-cura>
- **Simplify3D** (payant) : <https://www.simplify3d.com/software/features/>
- **Slic3r** (gratuit) : <https://slic3r.org>
- **Z-Suite** (gratuit) : <https://support.zortrax.com/downloads/>

Impression

Trouver une imprimante 3D

Après avoir téléchargé tous les fichiers .stl et installé le logiciel d'impression, vous devez maintenant imprimer les pièces. Pour cela, vous aurez besoin d'une imprimante 3D, disponible dans un FabLab ou bien avec votre imprimante personnelle.

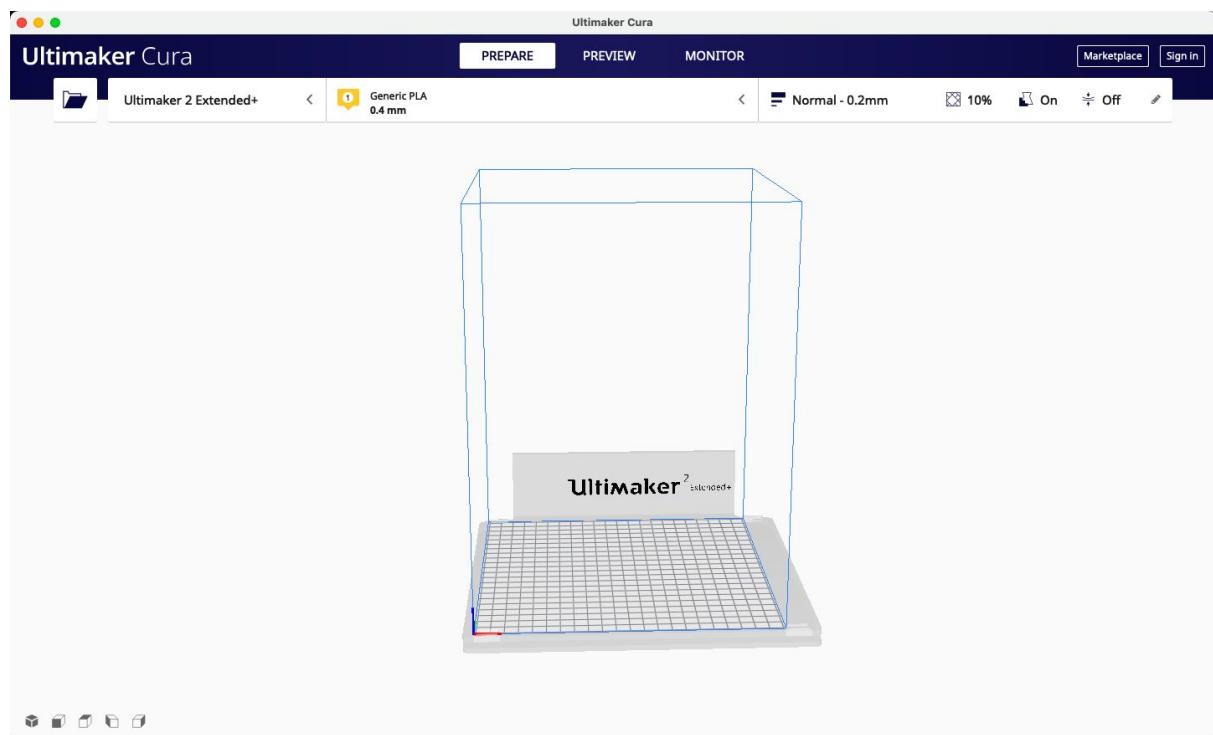
Trouver un FabLab en France :

https://fablabo.net/wiki/Cartographie_des_fablabs_français)

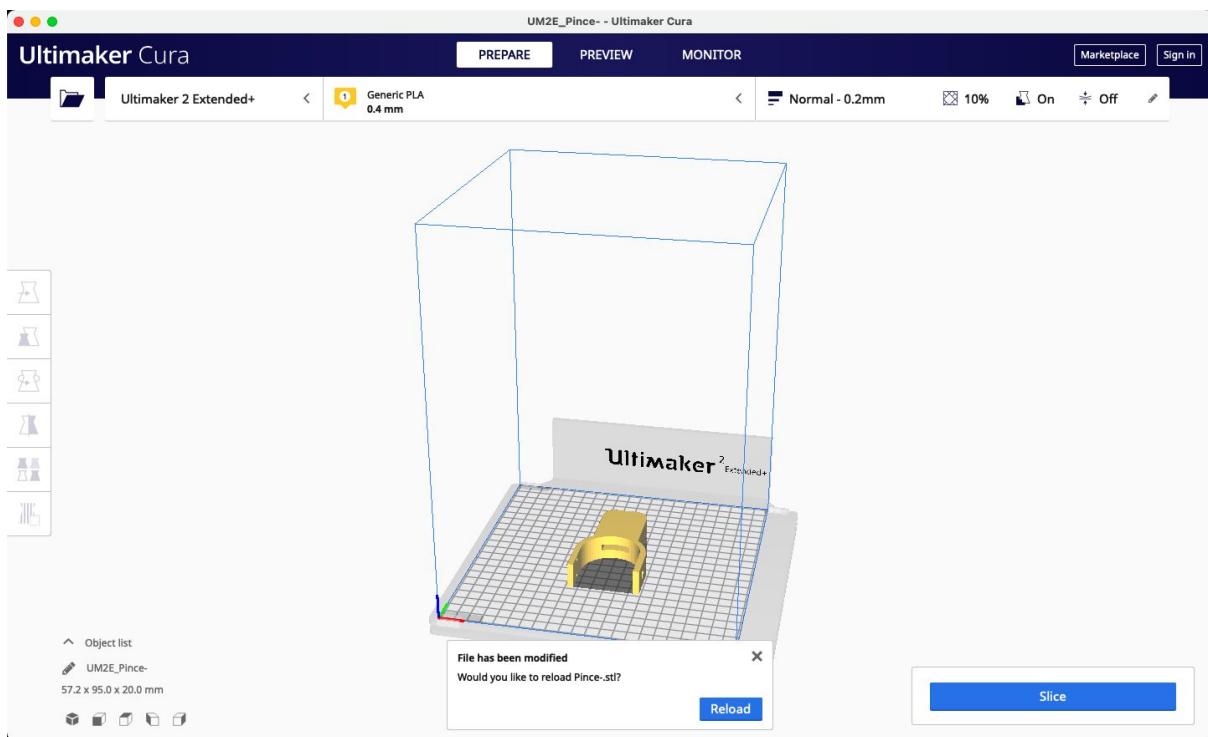
Préparer l'impression (logiciel)

Pour imprimer une pièce, nous allons utiliser le logiciel **Cura 4.8.0 Darwin**. Vous pouvez bien sûr utiliser un autre logiciel, les interfaces utilisateurs étant similaires, et la finalité de la préparation d'impression identique.

Ouvrez le logiciel d'impression, une interface comme celle-ci devrait apparaître :



Glissez et déposez le fichier .stl dans le logiciel, vous devriez voir la pièce dans une boîte modélisant l'imprimante 3D (ici une Ultimaker 2 Extended+)

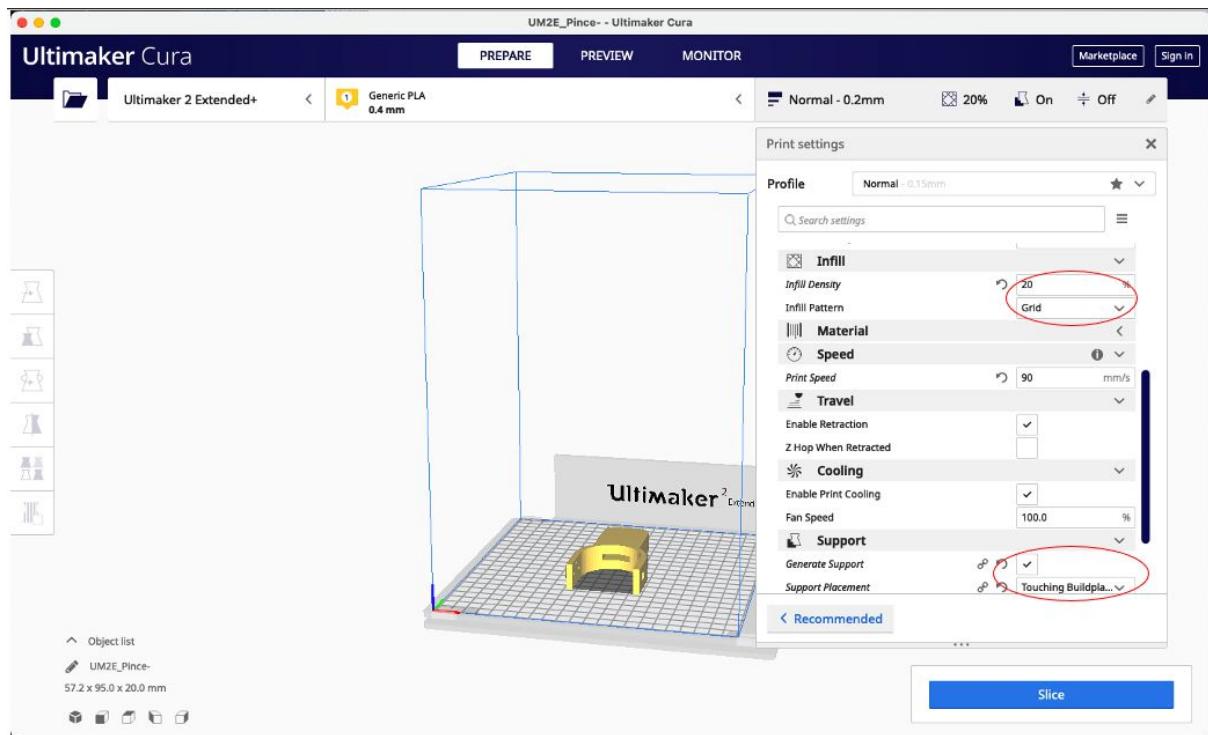


Dans la partie “Prepare” (en haut de la fenêtre), choisissez votre imprimante et le matériau que vous comptez utiliser, puis cliquez sur la partie de droite (Normal - 0.2mm), une fenêtre va s’ouvrir, et vous pourrez y mettre les paramètres que vous souhaitez.

La seule partie importante des paramètres est le remplissage de la pièce (infill) et ses supports.

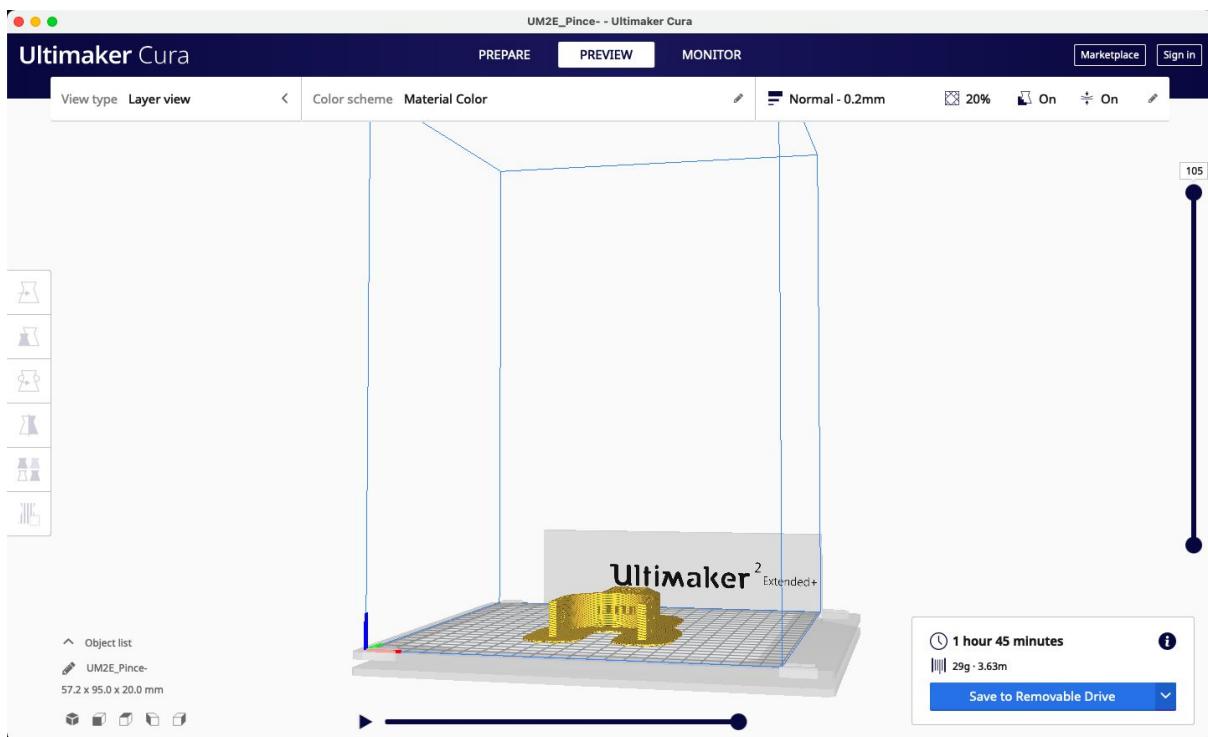
Pour les remplissages, nous vous conseillons de remplir à 20% pour les grandes pièces principales (pince, bras, tourelle, socle), et 50% pour les petites pièces (poulis, adaptateurs,...). Le pattern conseillé est **Grid** ou **Triangles**.

Pour les supports, nous vous conseillons de mettre des radeaux (drafts) pour maximiser l’adhésion du PLA sur le plateau.



Cliquez ensuite sur le bouton “Slice”, cliquez sur “Preview” afin d'avoir une prévisualisation de l'impression. Vous trouverez ainsi le temps d'impression, la quantité de matériau utilisé, et vous pourrez vérifier les supports (une bobine de PLA fait 1Kg).

Pour finir, enregistrez le fichier sur une clé USB ou carte SD selon l'imprimante que vous utilisez. Le fichier final sera en .gcode (fichier lu par l'imprimante).



Répétez cette opération pour toutes les autres pièces.

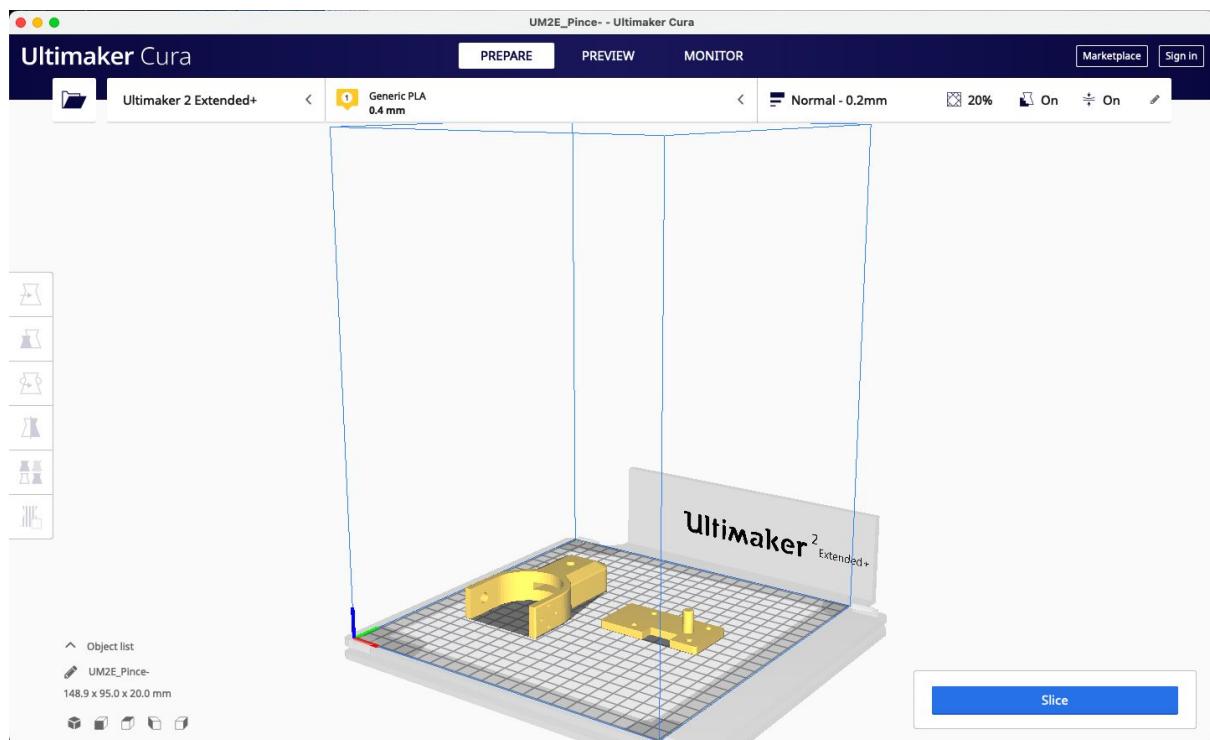
TIPS :

Pour gagner du temps, nous vous conseillons d'imprimer plusieurs pièces à la fois, pour cela il suffit de glisser et déposer plusieurs fichiers en même temps.

ATTENTION : Les pièces peuvent être déplacées mais les paramètres d'impression (remplissage / support) seront identiques, veillez donc à ne pas imprimer une petite pièce avec une grande pièce (problème de remplissage sinon).

Lancer l'impression

Pour cette dernière partie sur l'impression, vous n'aurez qu'à insérer le disque amovible (carte SD / clé USB) dans l'imprimante, et lancer l'impression. Faites attention à avoir le bon filament, et en quantité suffisante. Veillez aussi à préparer la plaque/le lit d'impression.



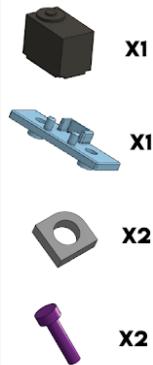
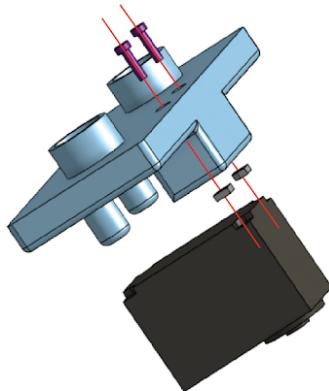
Pièces non imprimées

Les pièces non imprimables ont besoin d'être achetés, vous trouverez la liste de ces pièces dans le document *Liste des composants : Robot IronFork* sur Github.

MONTAGE

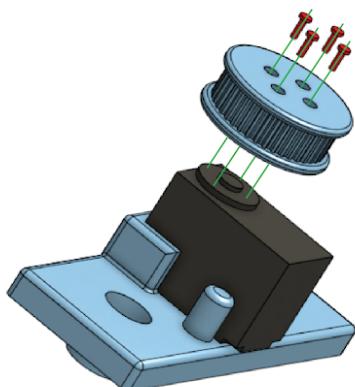
Lire la section ***Mise en position*** de ce document avant de faire le montage du robot.

1



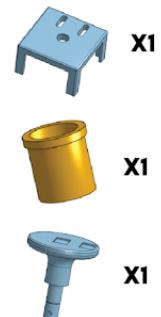
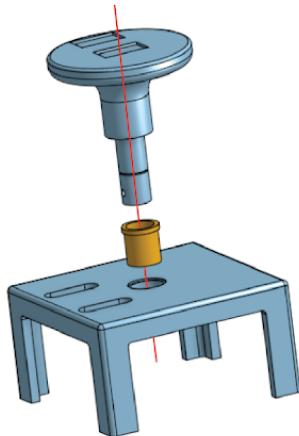
VISSEZ UN SERVOMOTEUR SUR L'ADAPTATEUR SOCLE/MOTEUR.

2



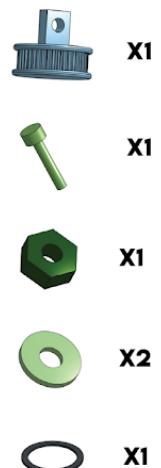
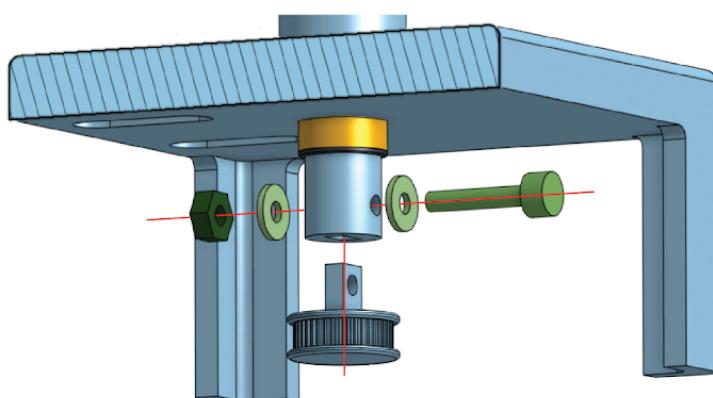
VISSEZ LA POULIE SOCLE SUR LE SERVOMOTEUR.

3



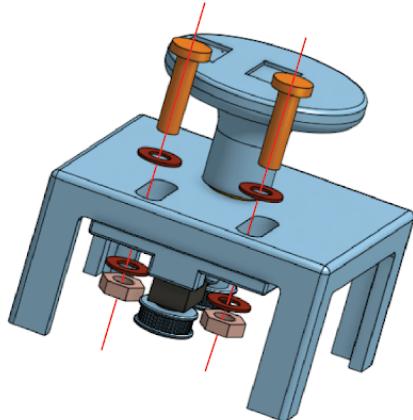
MONTER LE COUSSINET (SERRÉ DANS L'ALÉSAGE) ET LA TOURELLE (GLISSANTE DANS LE COUSSINET).

4



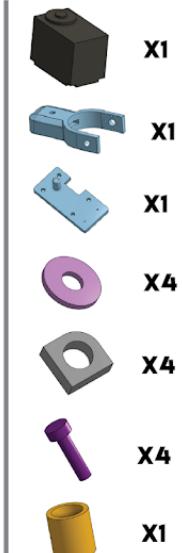
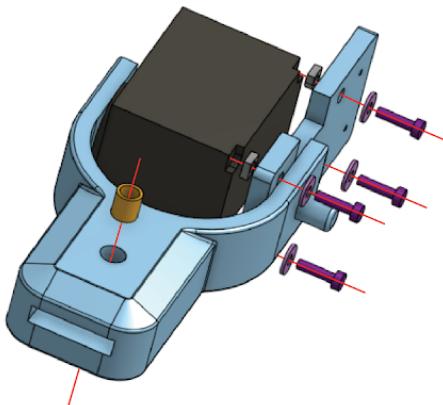
VISSEZ LA POULIE TOURELLE SUR LA TOURELLE.
PLACER LE CIRCLIPS À L'AIDE D'UNE PINCE.

5



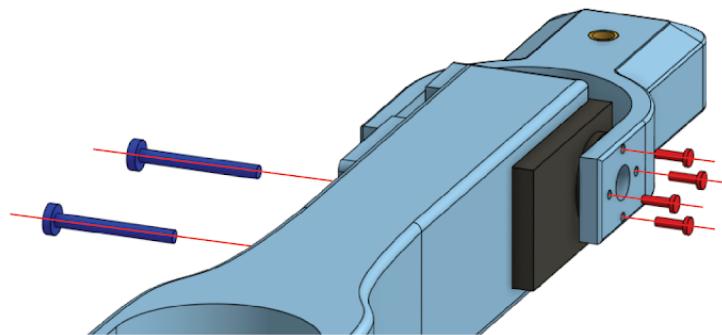
ASSEMBLER LE SYSTÈME POULIE-COURROIE, SANS OUBLIER DE METTRE EN TENSION LA COURROIE (SANS SUR-CONTRAINdre LA LIASION).

6



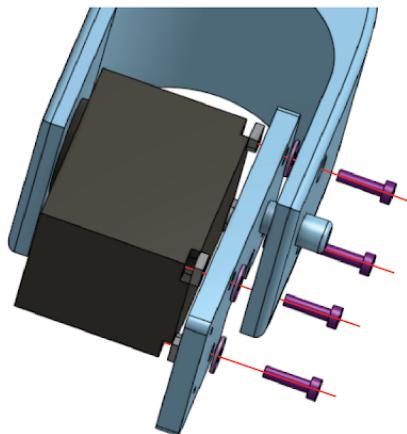
MONTER L'INSERT SERRÉ PUIS MONTER L'ADAPTATEUR MOTEUR/BRAS.
VISSER ENSUITE UN SERVO-MOTEUR SUR L'ADAPTATEUR.

7



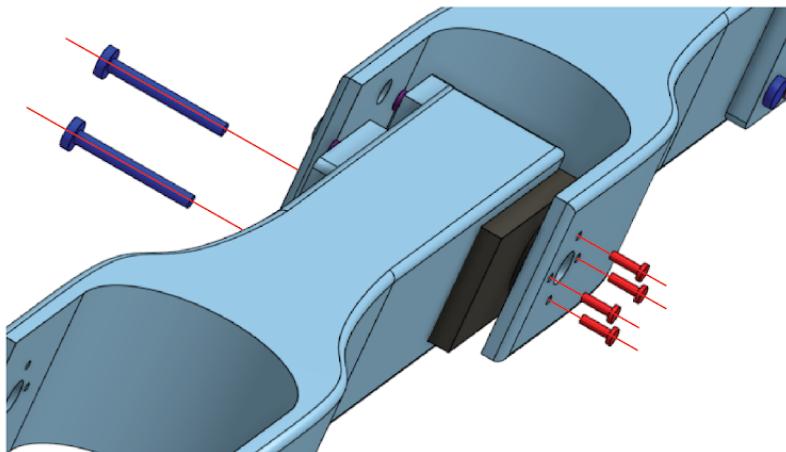
VISSEZ L'AVANT BRAS AINSI QUE LE MOTEUR.

8



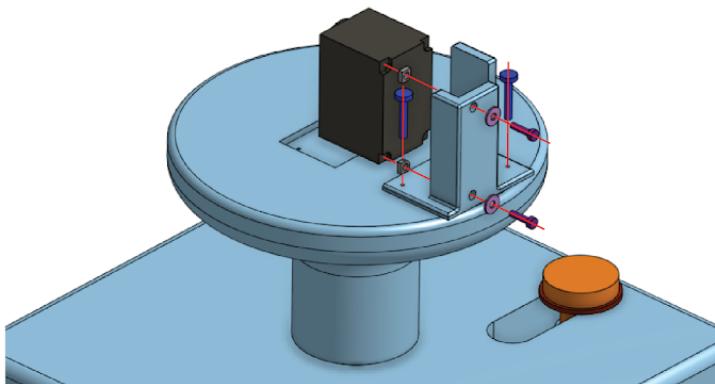
MONTER L'ADAPTATEUR MOTEUR/BRAS.
VISSEZ ENSUITE LE MOTEUR SUR L'ADAPTATEUR (UTILISER LES
TROUS DANS L'AVANT-BRAS POUR PASSER LE TOURNEVIS)

9



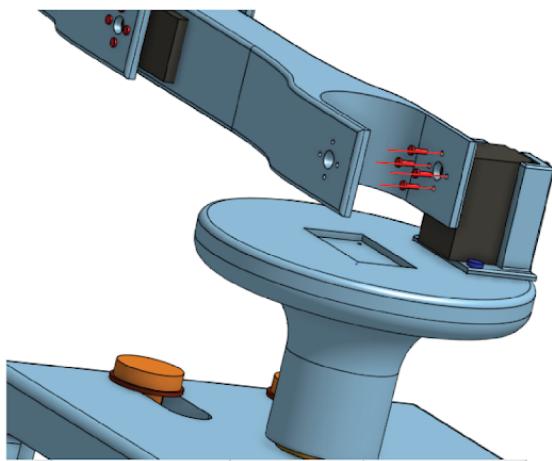
MONTER LE BRAS ET LE VISER,
VISER LE MOTEUR SUR L'AVANT-BRAS.

10



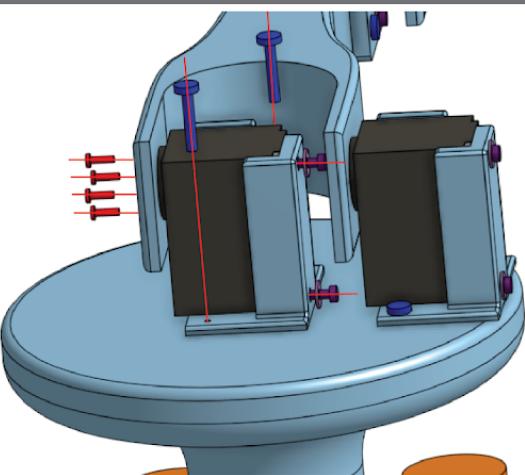
VISER L'ADAPTATEUR TOURELLE/MOTEUR CI-DESSUS.
VISER LE SERVOMOTEUR SUR L'ADAPTATEUR
(SANS OUBLIER DE LE CONNECTER AUX AUTRES SERVOMOTEURS)

11



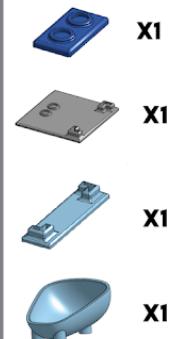
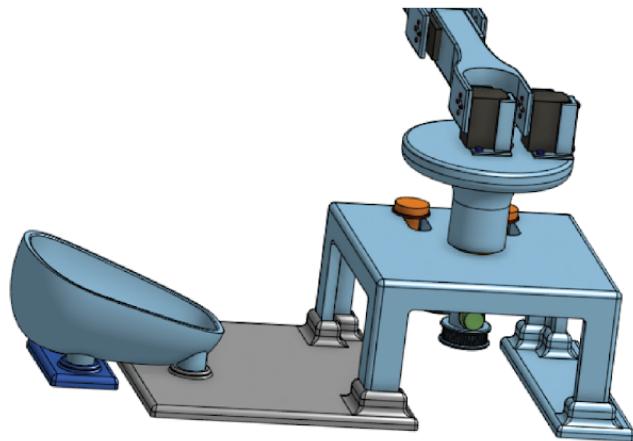
VISSEZ LE BRAS SUR LE SERVOMOTEUR DE LA TOURELLE.

12



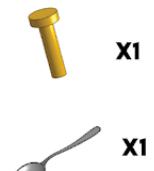
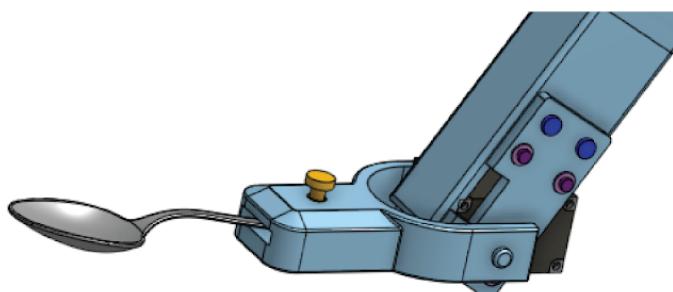
VISSEZ LE SECOND ADAPTATEUR TOURELLE/MOTEUR AINSI QUE LE SERVOMOTEUR (SANS OUBLIER DE LE BRANCHER).
VISSEZ LE SECOND SERVOMOTEUR AU BRAS.

13



MONTER LE SOCLE ET LE BOL SUR LES DIFFÉRENTS SOUS-SOCLES.

14



ENFIN, PLACER LA CUILLÈRE AINSI QUE LA VIS DE PRESSION.

Mise en position

ATTENTION CECI EST TRÈS IMPORTANT !

Lors de chaque étape du montage il faut faire très attention à la mise en position des servomoteurs. **Lors de chaque fixation du palonnier à une pièce du robot, il est nécessaire de régler la position du rotor par rapport à la pièce.**

Ces servomoteurs sont des moteurs intelligents qui se pilotent en position. Cependant ils ne peuvent faire plus de 360°. Ainsi la position 0° est critique. Si jamais vous positionnez mal les servomoteurs et que au cours du programme une position 0 doit être franchie le robot risque de dysfonctionner.

Pour éviter cela, lors du montage il faut bien **régler** nos moteurs.

Tout d'abord télécharger, Dynamixel Wizzard 2.0. Voici un lien expliquant l'installation du logiciel et son fonctionnement :

https://emanual.robotis.com/docs/en/software/dynamixel/dynamixel_wizard2/

Tout d'abord il faut changer le paramètre Id de nos moteurs. Par défaut ils possèdent tous le numéro d'identité 1 ce qui pose problème.

Faire cette manipulation tours à tours pour chaque servomoteur :

1. Branchez le servomoteur (tout seul) à la carte de puissance
2. Alimentez la carte de puissance
3. Branchez le connecteur série à la carte de puissance et à votre ordinateur avec le logiciel.
4. Lancez un scan
5. Modifiez la valeur de l'id, en suivant le tableau suivant :

Numéro id	Servomoteur
1	Moteur Tourelle
2	1er Moteur Bras
3	2e Moteur Bras
4	Moteur Avant-Bras
5	Moteur Pince

Attention bien respecter ce tableau est très important, il permet au programme de donner les bon ordres.

Une fois que cette manipulation est effectuée, vous pouvez brancher tous les servomoteurs en série, lancer un scan. Tous les servomoteurs sont reconnus.

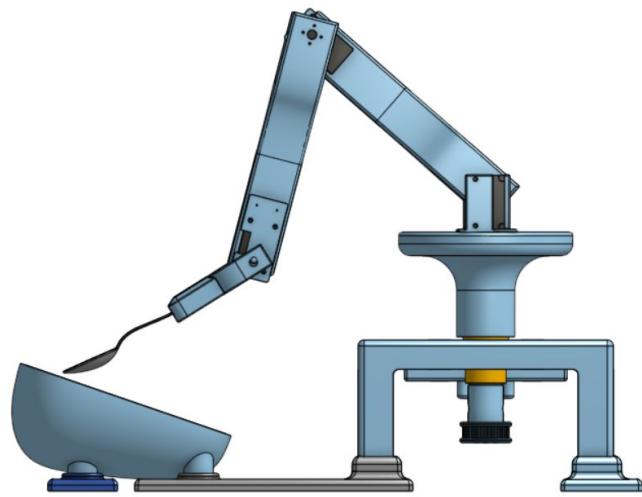
Il faut maintenant changer le baud rate pour tous les servomoteurs et le mettre à 115200 bauds.

Mise en position des moteurs

Pour chaque moteur, il faut mettre le robot dans une position particulière, mettre le servomoteur correspondant à la liaison sur une valeur d'angle particulière puis visser la liaison. Pour vérifier, remettre le robot dans la position précédente et vérifier que le servomoteur renvoie bien la valeur d'angle fixée.

Moteur Tourelle

Mettre le robot en position face au bol :



Mettre le moteur à la position 270° à l'aide du logiciel. Le moteur tourne dans le vide.
Tendre la courroie.

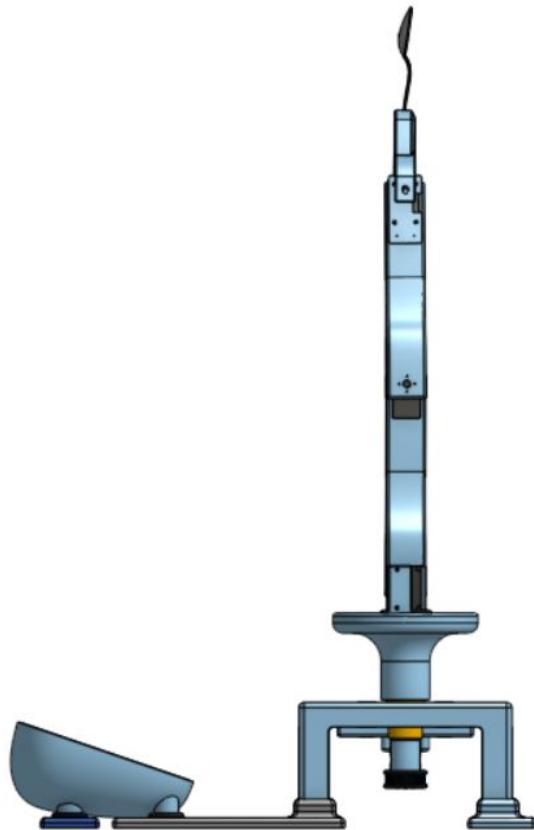
Cette liaison est sensible, ainsi si jamais des crans de courroies sautent, il faudra répéter cette étape.

Moteurs Bras

Ces deux moteurs doivent impérativement renvoyer la même position (avec 5 degrés d'écart de tolérance)

Pour ce faire lors du montage il faut les caler avec le logiciel. Toujours pareil, il faut faire tourner les servomoteurs à vide avant de les fixer.

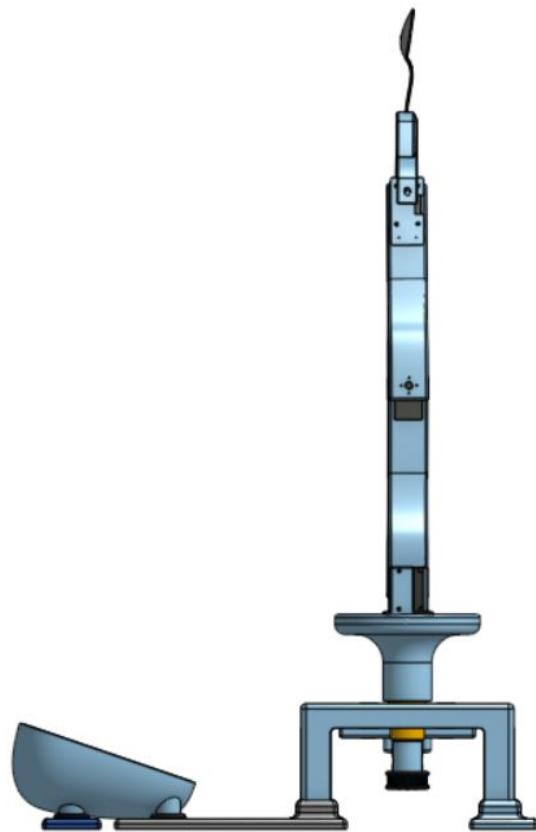
Lorsque le robot est droit :



Les deux servomoteurs en parallèle doivent renvoyer 90°

Moteur avant-bras et pince

Faire de même lorsque le robot est droit :



Le servomoteur doit renvoyer 90°.

Faire de même pour le servomoteur de la pince. Dans cette position, il doit renvoyer 90° aussi.

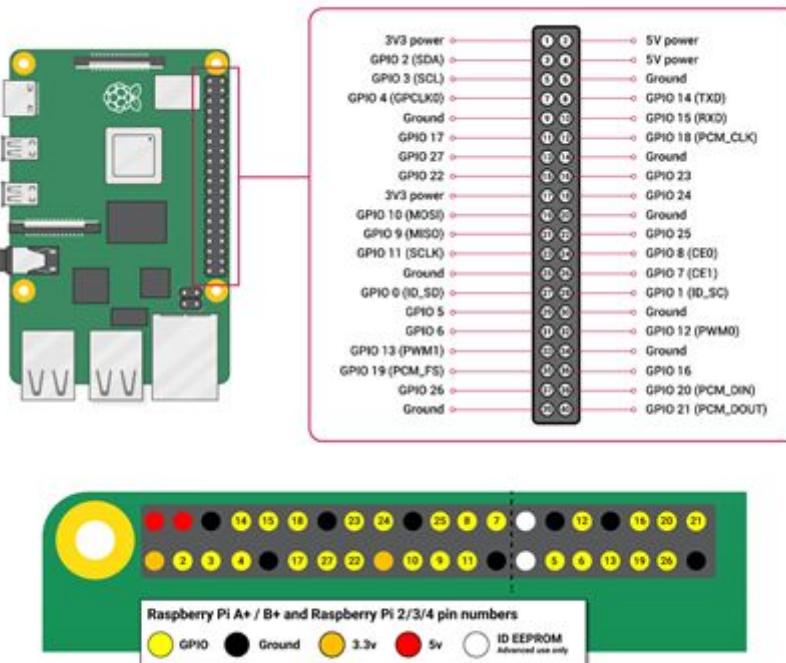
Les moteurs sont bien réglés, félicitations !

Montage électrique

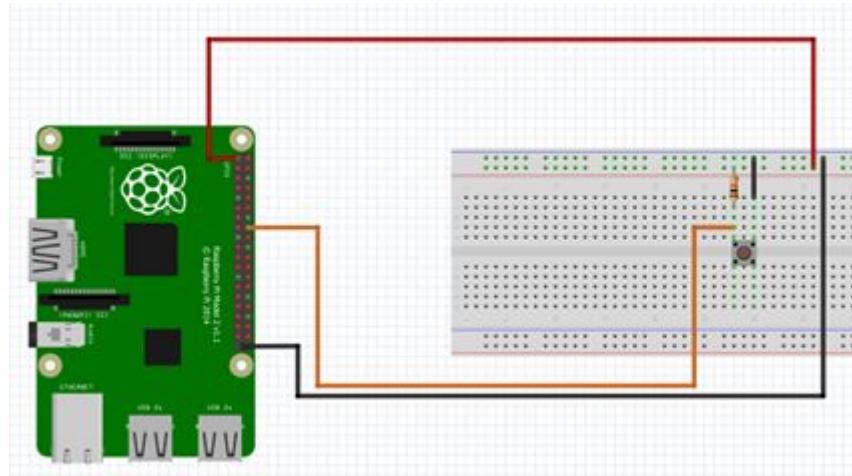
Le circuit électrique doit être assemblé hors tension afin d'éviter de possibles blessures aux utilisateurs et d'endommager les appareils.

Dans cette explication, nous avons utilisé un protoboard pour être le plus clair possible, mais son utilisation n'est pas indispensable.

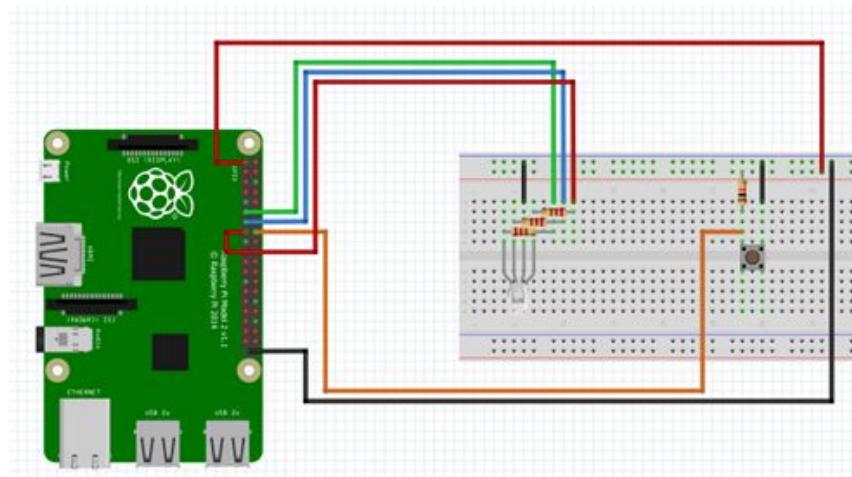
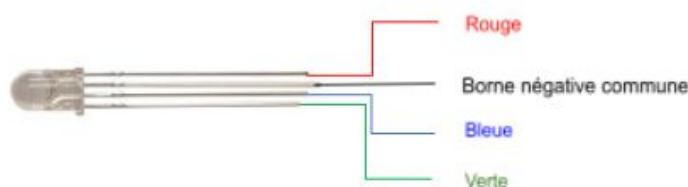
1. Prenez la carte Raspberry Pi et localisez les pins, qui peuvent être trouvées dans le schéma de cette page ou sur le site web du Raspberry Pi (Ici c'est un modèle B mais les pins sont les mêmes sur un modèle A)
2. (<https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>).



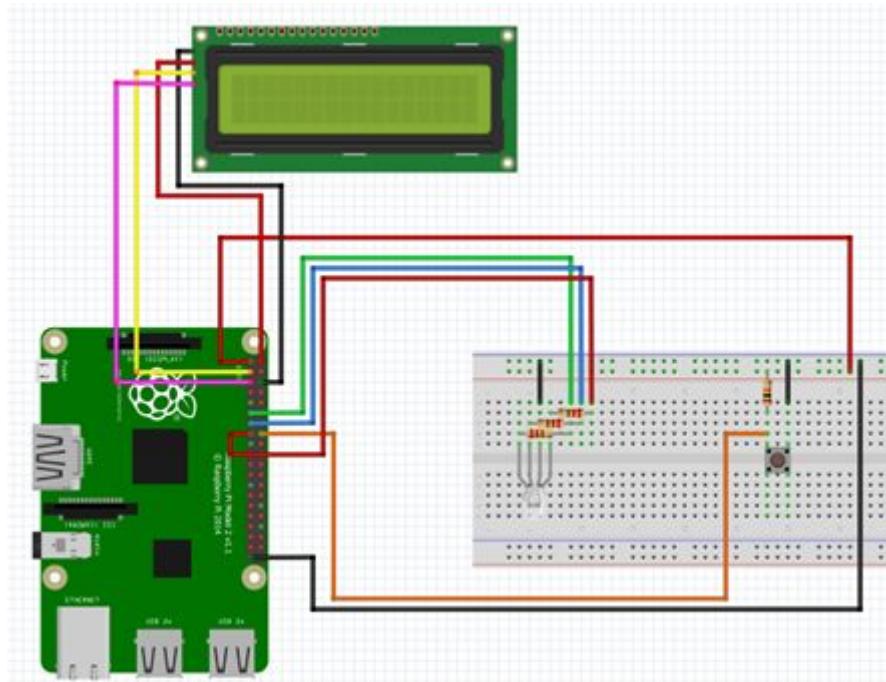
3. Connectez l'un des pins du bouton poussoir au pin GPIO23. Ensuite, connectez l'autre pin du même côté à la terre. Placez également la résistance de 1 KΩ en parallèle avec le bouton et connectez le à la broche de 3,3 V, pour éviter un court-circuit quand le bouton sera actionné, comme sur le schéma ci-contre :



4. Prenez la led RGB de manière à ce que le pin le plus long soit aussi loin que possible vers la droite. Ce pin le plus long est la borne négative commune de la LED. De gauche à droite, il y a les bornes positives verte, bleue et enfin rouge. Connectez la borne négative à la masse. Les cathodes verte, bleue et rouge avec les broches GPIO17, GPIO27 et GPIO22, respectivement toutes reliées en série avec les résistances de 220Ω , afin de ne pas les endommager.



- Prenez l'écran LCD et vérifiez qu'il est équipé de l'adaptateur I2C. Connectez les pins SDA et SCL à leurs homologues sur le Raspberry Pi : GPIO2 (SDA) et GPIO3 (SCL). Ensuite, connectez les pins de terre et de VCC de l'adaptateur I2C à l'un des pins de terre et à l'un des pins 5V de la Raspberry Pi, comme sur le schéma.



De cette façon, vous avez terminé l'assemblage du circuit des éléments de contrôle. Vous êtes prêts à passer à la construction du circuit des servomoteurs.

- Connectez la carte de puissance au Raspberry Pi. Pour cela, nous utilisons le convertisseur USB-Série. La sortie USB est connectée à l'un des quatre ports USB du Raspberry Pi. La sortie série est connectée à la carte d'alimentation.



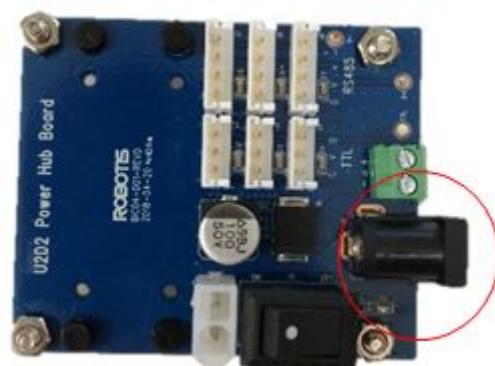
- Le premier des servomoteurs est connecté à l'un des ports série libres de la carte de puissance. Les autres sont connectés en série, les uns aux autres. Chaque servomoteur se branche l'un avec l'autre pour former une chaîne.



8. Connectez le Raspberry Pi à l'alimentation électrique via le port mini USB, avec le bloc d'alimentation.



9. Pareil pour la carte de puissance branchez l'alimentation.



UTILISATION

1ère utilisation

Mise sous tension

Pour allumer le robot, il suffit de brancher l'alimentation à la carte Raspberry Pi ainsi que l'alimentation des servos moteurs. Patienter jusqu'à ce que le message de bienvenue s'affiche. Vérifier que le bouton sur la carte de puissance est bien enclenché.

Mise hors tension

Débranchez l'alimentation de la carte Raspberry Pi. Éteignez le bouton de la carte de puissance en maintenant le robot (si le couple des servomoteurs est actif) pour éviter que le robot ne tombe et le remettre dans une position d'équilibre sur la table. Débranchez la carte de puissance de son alimentation.

Utilisations quotidiennes

Explication du fonctionnement.

Lorsque le robot démarre, un message de bienvenue s'affiche.

Puis la question du choix de la trajectoire vous est posée. **Voulez-vous apprendre une nouvelle trajectoire ?**

Deux manières de répondre :

- appuie bref sur le bouton pour dire non et utilisé une trajectoire déjà enregistrée. Le robot chargera alors la dernière trajectoire enregistrée
- appuie long pour enregistrer une nouvelle trajectoire.

Attention si c'est la première utilisation du robot il faut enregistrer une nouvelle trajectoire.

Pour enregistrer une trajectoire :

Attendre que le robot vous demande d'enregistrer la **trajectoire de montée**. Appuyez sur le bouton la LED qui clignotera ensuite en bleu. Jouer la trajectoire de montée et appuyer à nouveau sur le bouton pour terminer l'enregistrement de la trajectoire.

Pour enregistrer la **trajectoire de descente** appuyer sur le bouton. Puis jouer la trajectoire et enfin appuyer pour terminer l'enregistrement.

La trajectoire est ensuite récupérée. Puis le cycle repas se lance.

Pour lancer un cycle, appuyer sur le bouton. Le robot monte et atteint la bouche, attrapez la cuillère et appuyiez sur le bouton pour que le robot redescende.

CONSEILS

Lors du montage, nous vous avons proposé quelques conseils pouvant vous aider à mieux monter et mieux utiliser le robot. En voici une liste, avec des conseils en plus :

- Utilisez le robot avec précaution et de manière sécurisée
- Ne laissez pas un utilisateur en situation de handicap utiliser le robot seul
- Faites une veille du robot à chaque utilisation, inspectez les pièces et changez les si nécessaire
- Demandez de l'aide à des professionnels de l'impression 3D pour imprimer vos pièces
- Remplissez vos petites pièces à 50% et vos grosses pièces à 20%
- N'oubliez pas les supports (Drafts)
- Vérifiez les quantités restantes de filament lors d'une impression
- Équipez-vous de gants et lunettes pour retirer les supports des pièces
- Retirer doucement les supports pour ne pas abîmer les pièces
- Imprimer plusieurs pièces sur la même impression (glisser et déposer plusieurs pièces dans la logiciel d'impression)

Note sur le couple des servomoteurs :

Lorsque le robot n'est pas alimenté, le couple des servomoteurs n'est pas activé. Par conséquent, le robot est "mou". Vous pouvez le faire bouger dans tous les sens sans rencontrer de résistance. Cependant il ne peut tenir de position ou se porter lui-même. Par exemple, si vous soulevez le bras et que vous le lâchez, le robot tombe. Il faut donc faire attention ! A chaque fois que vous le manipulez hors tension ou que vous le débranchez, il faut toujours le maintenir avec vos mains pour éviter qu'il ne chute et se dégrade.

Ainsi à la fin du repas, lorsque vous interrompez le cycle du robot, ne pas oublier de le maintenir au moment de la mise hors tension des servomoteurs (soit par appuyer sur le bouton de la carte de puissance ou soit lorsque vous débranchez la prise secteur). Une fois que la mise hors tension est effective vous pouvez gentiment le remettre en position de repos, poser sur la table.

REMERCIEMENTS & CONTACT

L'équipe IronFork tient à remercier l'Ecole Centrale de Lille, l'IEM Christian Dabbadie ainsi que les coachs ayant permis la réalisation de ce projet.

Ce projet a été réalisé dans le cadre de la formation centralienne, entre la 1ère et 2ème année du cycle ingénieur sur une durée de 18 mois, soumis à des audits et une soutenance de projet réalisée le 9 février 2021 à l'Ecole Centrale de Lille.

Vous pouvez poser vos questions, lire les actualités du projet et ses avancées sur <https://www.linkedin.com/company/ironfork/> ainsi que <https://ironfork.fr>

Merci de faire vivre le projet,

Guillaume Estepa (*Coordinateur projet*)

Tristan Naulin (*Coordinateur pôle mécanique*)

François Ludwinski (*Coordinateur pôle électronique*)

Augustin Fremont (*pôle mécanique - responsable communication*)

Anthony Rossi (*pôle mécanique*)

Henri Binick (*pôle mécanique*)

Alexandre Lépée (*pôle mécanique*)

Louis Macé de Gastines (*pôle mécanique*)

Mathieu Le Garrec (*pôle électronique - trésorier*)

Timothé Heard (*pôle électronique - secrétaire*)

Jean Nannaronne (*pôle électronique*)

Eduardo Catalayud (*pôle électronique*)

FIN