

P2i6 – 262 : Réemploi d'imprimantes



Compte rendu : Prototype barre de travelling

Basil CASTEL-MARIE

Julie GIRAUD--DEL SOLE

Lise BARBIER

Lucas SANCHEZ

Compte rendu P2i6 : Barre de travelling

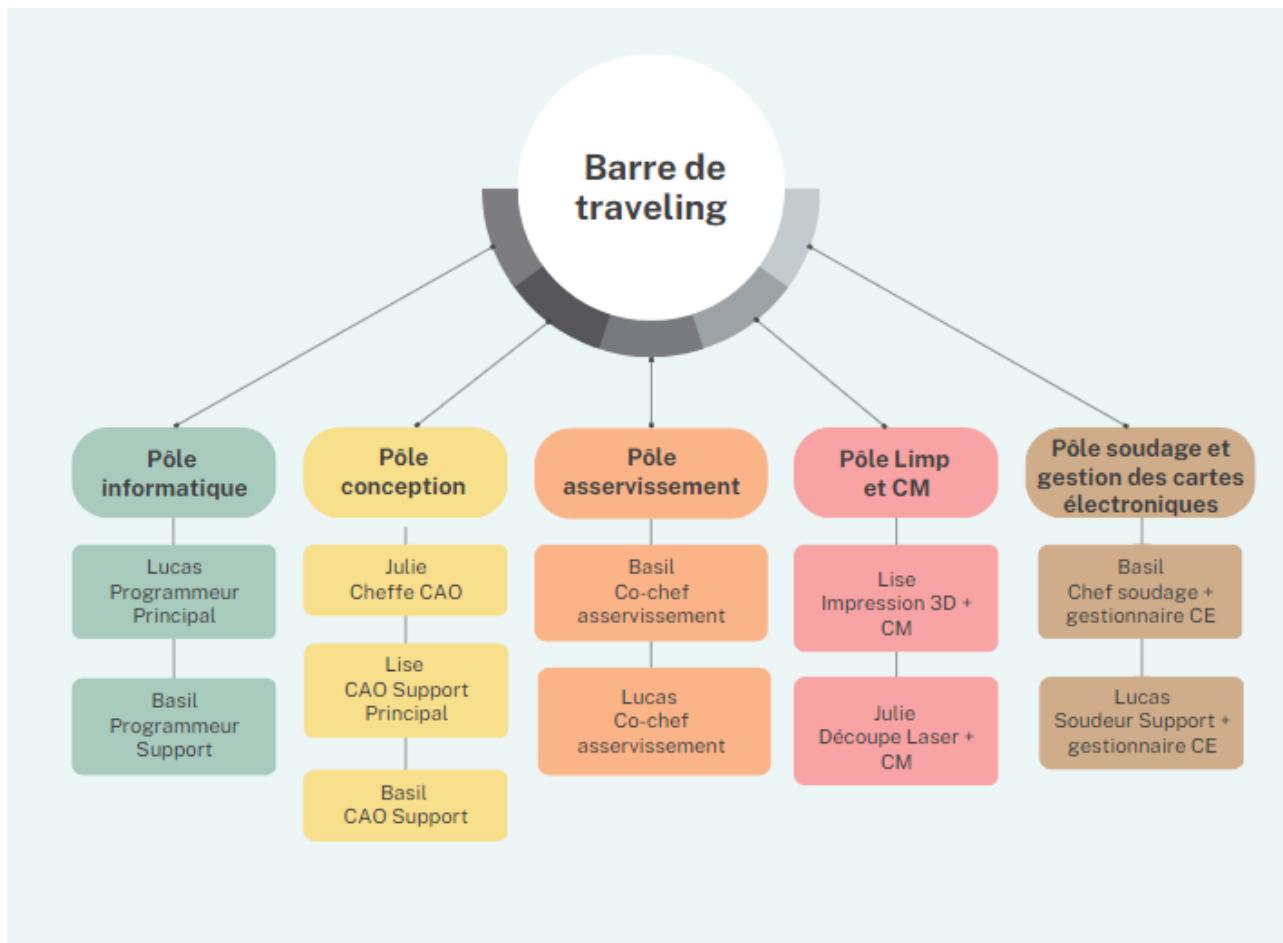
Table des matières

I.	Objectif	2
II.	Organigramme du groupe	2
III.	Journal de suivi.....	2
IV.	Argumentaire de performance de la solution retenue	7
IV.1.	Réutilisation des composants.....	7
IV.2.	Choix des matériaux	7
IV.3.	Conception	7
IV.4.	Assemblage.....	7
IV.5.	Choix des composants électroniques.....	8
IV.6.	Communication entre les composants électroniques.....	8
IV.7.	Pilotage à distance.....	8
IV.8.	Alimentation.....	8
V.	Analyse critique des choix des actionneurs & capteurs avec drivers associés	8
VI.	Chiffrage de la solution proposée	9
VII.	Explications Arduino.....	9
VII.1.	Feather HUZZAH (ESP8266).....	9
VII.2.	Arduino MEGA Rev3	10
VIII.	Explications Python	10
IX.	Schéma de câblage	11
X.	Protocoles de communication	11
X.1.	Communication TCP	11
X.2.	Communication Série (Serial)	12
XI.	Images 3D et rendu réaliste	13
XI.1.	Ensemble	13
XI.2.	Déplacement du téléphone.....	14
XI.2.a.	Translation.....	14
XI.2.b.	Rotation	15
XII.	Plans d'ensemble et nomenclature.....	16
XII.1.	Plans d'ensemble.....	16
XII.2.	Nomenclature.....	19

I. Objectif

Notre objectif était de créer une barre de travelling utilisable avec un smartphone. Le smartphone doit pouvoir prendre des vidéos en effectuant un déplacement transversal et une rotation sur lui-même (asservissement des moteurs). Les mouvements du support de smartphone doivent être pilotés à distance sur un ordinateur (communication réseau TCP et série).

II. Organigramme du groupe



III. Journal de suivi

Remarque : Ce journal de suivi ne donne qu'une idée générale de la répartition des tâches au cours des séances et n'est pas exhaustif. Chaque membre du groupe a été totalement impliqué pour mener à bien ce projet.

Journal de suivi

Projet : Barre de Travelling



Date	Lucas	Basil	Julie	Lise
08/02		Présentation du projet + film sur l'obsolescence programmée		
22/02		Démontage imprimante		
01/03		Recherche idée de projet, réflexion sur les éléments à conserver + test sur le fonctionnement des moteurs		
08/03		Finalisation idée de projet : barre de travelling + apprentissage des notions de soudage		
	Soudage de fils sur les moteurs + compréhension câblage du codeur incrémental de la glissière + essais codeur incrémental récupéré		Début réflexion de conception, des pièces réutilisables ou non	
15/03	Implémentation de codes pour la calibration des moteurs récupérés avec les codeurs incrémentaux		Premiers essais conception de la petite boite à créneaux sur le chariot	
22/03	Implémentation de codes pour l'asservissement des moteurs récupérés avec les codeurs incrémentaux		Finalisation conception petite boite à créneaux + découpe laser de la boite	
29/03	Recherche de solutions pour intégrer une interface WiFi au prototype, choix de la Adafruit Feather HUZZAH et essais		Début de la création de la maquette numérique	
05/04	Essais sur la communication entre les cartes électroniques : I2C		Première idée de conception de pieds pour maintenir la barre de travelling en hauteur et droite	

Journal de suivi

Projet : Barre de Travelling



Date	Lucas	Basil	Julie	Lise
26/04	Suite des essais sur la connexion I2C puis passage au final sur la communication Série	Conception cales pour fixer et surélever la glissière	Conception des pieds finaux + début impression 3D des pieds	
15/05	Création interface pour récupérer flux vidéo d'un téléphone à partir d'une IP Webcam	Réflexions sur la possibilité d'utiliser un téléphone ou une caméra seule + début de conception du support de téléphone	Suite impression 3D des pieds et cales + début de conception de la grande boite globale + suite maquette numérique	
17/05	Programmation réseau en Python et Arduino	Conception d'un premier assemblage support de téléphone + tentatives communication réseau	Suite impression 3D des pieds + suite maquette numérique + réflexion pour attacher le moteur de rotation à la glissière	
22/05	Suite de la programmation réseau Python, et rerouting de la motor-shield sur la mega pour pouvoir contrôler les moteurs à distance.	Suite conception du support de téléphone + impression 3D du support	Conception des équerres en tôle + finalisation de la maquette numérique Fin de la maquette numérique hors séance	Adaptation du dessus de la petite boîte à créneaux à la solution pour la rotation + découpe du dessus petite boîte
			Perçage de la tôle de la glissière	

Journal de suivi

Projet : Barre de Travelling



Date	Lucas	Basil	Julie	Lise
24/05	Programmation des codes pour la communication réseau	Découpage et perçage de la plaque de support du moteur de rotation du téléphone	Essais de découpe laser de la boîte extérieure sur du carton + impression 3D des cales	
	Programmation des codes pour la communication réseau			
31/05	Création interface de pilotage à distance avec communication TCP	Reconception du support de téléphone + soudage final avec câbles souples + assemblage final	Découpe laser de la boîte extérieure + montage de la boîte extérieure avec les pieds + impression 3D du support de téléphone final + découpe équerres en tôle	
	Hors séance : Amélioration de l'interface graphique avec intégration de la webcam par IP	Hors séance : CR (argumentaire de performance de la solution retenue + justification choix actionneurs et drivers + chiffrage solution + mise en page du document)		

Journal de suivi

Projet : Barre de Travelling



Date	Lucas	Basil	Julie	Lise
05/06	Asservissement moteurs en charge (installés sur le prototype)	Soudage final avec câbles souples + asservissement moteurs en charge + assemblage final	Hors séance : poster, répertoire SE, nomenclature, photos 3D, mise en plan Pendant la séance : CR	CR (journal de suivi + chiffrage solution)
			Découpe laser dessus boite globale + impression 3D finale support téléphone + pliage équerres en tôle + assemblage des équerres sur le prototype	
07/06		Soudage propre du codeur incrémental de rotation du téléphone qui ne fonctionnait plus		
12/06				
14/06		Foire des sciences		

IV. Argumentaire de performance de la solution retenue

IV.1. Réutilisation des composants

Après démontage de l'imprimante défectueuse, nous avons identifié les composants utiles à notre projet.

Nous avions besoin d'une glissière sur laquelle translate une plateforme qui supporte le téléphone. Nous avons donc gardé la glissière de l'imprimante équipée d'une courroie, d'un moteur et d'un codeur incrémental sur une plateforme. Nous avons aussi gardé une autre petite plateforme équipée elle aussi d'un moteur, d'un codeur incrémental et surtout d'un engrenage vertical. Nous disposons donc grâce à l'imprimante de tous les capteurs et actionneurs nécessaires à notre projet.

Pour maintenir le smartphone, nous avons récupéré les mâchoires d'une perche à selfie.

IV.2. Choix des matériaux

La glissière et les composants électroniques de notre prototype sont légers. Nous avons donc choisi de concevoir des pièces légères pour le bâti et la transmission du mouvement. Le bâti est en fibre de bois (MDF 3 mm) et les pièces de support et de transmission mécanique sont en ABS. Seul le dessus de la boîte principale est en PMMA 3 mm pour permettre à l'utilisateur de voir l'intérieur du prototype avec les composants électroniques, les câbles, les capteurs et les actionneurs.

Afin de solidifier le bâti, nous avons également conçu des équerres en acier S235. Elles solidarisent les faces de la boîte à créneaux générale.

IV.3. Conception

Nous avons utilisé la découpe laser pour concevoir les boîtes à créneaux générale et la boîte de la glissière. Ces boîtes ont été conçues en CAO de sorte à permettre d'ajouter des pieds au prototype, de faire passer les câbles électriques et d'insérer les vis pour positionner les éléments du prototype.

Le boîte générale (bâti) repose sur 4 pieds en forme de cône imprimés en 3D. Ils s'insèrent aux quatre coins de la face de dessous de la boîte générale et assurent l'équilibre de l'ensemble.

Les cales de glissière ont-elles aussi été imprimées en ABS. Elles permettent de fixer la glissière au bâti et de la surélever.

Le support de téléphone a été conçu en CAO et imprimé en deux parties. La partie inférieure est constituée d'un alésage femelle avec dentures par révolution qui s'adapte précisément à l'engrenage plastique récupéré dans l'imprimante. La partie supérieure du support de téléphone s'adapte aux mâchoires récupérées sur la perche à selfie.

Nous avons utilisé la presse plieuse et la découpe laser pour concevoir les équerres en acier. Nous avons aussi percé des trous dans la glissière en tôle et dans les supports récupérés sur l'imprimante pour les adapter à notre prototype.

IV.4. Assemblage

Nous voulions concevoir un prototype démontable pour pouvoir lui apporter d'éventuelles modifications ou améliorations.

Nous avons donc choisi de privilégier les liaisons complètes par boulonnage. Dans les pièces imprimées en 3D, nous avons noyé les écrous pour faciliter le montage et le démontage.

La liaison entre la partie inférieure du support de téléphone et l'engrenage est assurée par les cannelures mais aussi par quatre vis de pression auto-taraudeuses. Elles sont nécessaires en raison de la masse du téléphone maintenu en hauteur, elles permettent d'éviter le jeu résultant et donc de stabiliser la vidéo.

Les créneaux des boîtes permettent d'assembler les faces et d'assurer la mise et le maintien en position. Les équerres et les pieds permettent d'assurer un maintien en position secondaire.

IV.5. Choix des composants électroniques

Nous avions besoin de piloter deux moteurs asservis, nous avons donc utilisé le Motor Shield (explication du choix développé).

Nous disposons aussi de deux codeurs incrémentaux sur deux cartes électroniques récupérés sur l'imprimante.

Pour communiquer en WiFi avec un ordinateur client, nous avons utilisé la carte Adafruit Feather HUZZAH équipée du module WiFi ESP8266. La Feather HUZZAH n'est pas simplement équipée d'un module WiFi, c'est un microcontrôleur à part entière dans lequel on peut implémenter un code Arduino. Elle peut aussi communiquer en série avec d'autres microcontrôleurs ce qui en fait une interface réseau sans fil idéale pour l'ensemble de l'installation électronique du prototype.

Pour gérer tous ces composants électroniques, nous avons choisi d'utiliser la carte Arduino MEGA Rev3. Par rapport à une Arduino UNO classique, cette carte a plus de pins disponibles pour les périphériques et une plus grande mémoire flash pour pouvoir stocker un code plus lourd. Notre choix se justifie surtout par la nécessité d'avoir 4 pins d'interruption pour les deux codeurs incrémentaux. La UNO n'en possède que 2, alors que la MEGA en a 6.

IV.6. Communication entre les composants électroniques

Pour communiquer entre la MEGA et la Feather HUZZAH, nous avons choisi la communication série asynchrone. Elle ne nécessite que deux câbles et permet d'envoyer et de recevoir des caractères ASCII sous forme d'octets.

IV.7. Pilotage à distance

Pour utiliser la caméra du smartphone, nous utilisons l'application ivCam installée sur l'ordinateur et le smartphone qui permet de convertir la caméra en Webcam avec une adresse IP dans le réseau local.

Nous avons choisi de faire de la Feather HUZZAH un serveur TCP en Arduino, nous avons donc créé un client TCP Python sur ordinateur. Cet ordinateur se connecte à la Feather HUZZAH sur un réseau WiFi local. Pour faciliter son utilisation, nous avons créé une interface graphique avec la bibliothèque Tkinter. Depuis cette interface graphique, on peut lancer la caméra du téléphone, faire pivoter et déplacer le téléphone sur la barre de travelling tout en visualisant la vidéo de la caméra.

IV.8. Alimentation

Notre prototype est alimenté par le secteur avec une alimentation 12V 3A pour pouvoir alimenter simultanément toutes les cartes électroniques depuis la MEGA.

V. Analyse critique des choix des actionneurs & capteurs avec drivers associés

D'un point de vue mécatronique, le principal défi de notre projet est l'asservissement des moteurs (celui pour le déplacement transversal et celui pour la rotation du support de téléphone). On a réutilisé deux des trois moteurs à courant continu de notre imprimante et leur codeur incrémental.

L'utilisation des moteurs CC a plusieurs avantages pour notre prototype. Contrairement à un moteur pas à pas, un moteur CC ne consomme pas d'énergie à l'arrêt et est moins volumineux. En plus, avec un moteur CC, nous mettons en œuvre nous-même l'asservissement et nous gérons directement sa position grâce au codeur incrémental, ce qui nous permet un suivi de position. Avec des moteurs CC et leur codeur incrémental, nous avons un bon contrôle du mouvement.

Pour gérer ces moteurs, nous avons choisi le Motor Shield Rev3 Arduino équipé du driver L298. Ce driver permet de fournir un courant maximal de 2A contrairement à la carte Arduino seule qui ne peut fournir que 40 mA au maximum ce qui est insuffisant pour un moteur. En plus, le driver L298 de du Motor Shield permet de gérer facilement deux moteurs indépendamment en envoyant des commandes de direction et de vitesse (signal PWM) et permet aussi de mesurer l'intensité consommée.

Pour gérer les codeurs incrémentaux, nous utilisons la librairie Encoder qui nous permet de lire et de mettre à 0 la position radiale du moteur à un instant donné (pour la calibration).

VI. Chiffrage de la solution proposée

COMPOSANTS ELECTRONIQUES	SOURCE	PRIX TTC	PRIX HT
Arduino Mega 2560 Rev3	Site officiel Arduino.cc	42	33,6
Arduino Motor Shield Rev3	Site officiel Arduino.cc	24	19,2
Adafruit Feather HUZZAH avec ESP8266 monté avec broches	Site Adafruit	-	18,95

Total électronique : 71€75

MATERIAUX DE CONCEPTION	PRIX EN QUANTITES HT	PRIX HT
Thermoplastique ABS (114 g)	30€/kg	3,42
Fibre de bois MDF (2 plaques)	4 €	8
Plexiglass PMMA (1/2 plaque)	9 €	4,5
Tôle acier S235 (1/30 plaque)	115,82/plaque	3,86 €

Total matériaux : 19€78

VISSEURIE	PRIX	QUANTITE	PRIX HT
Vis CHC M3 - 20	0,1	19	1,9
Vis CHC M3 - 10	0,07	12	0,84
Ecrou H M3	0,17	31	5,27
Vis CHC M4 - 20	0,17	1	0,17
Ecrou H M4	0,07	1	0,07
Vis N4 00,250 PRST60 Z100	0,1	2	0,2
Vis N4 00,500 PRST60 Z100	0,1	2	0,2
Vis à tête hexagonale ISO 4017 -M2x4	0,1	2	0,2
Vis CHC M3 - 20 plastique	0,2	4	0,8
Ecrou H M3 plastique	0,09	4	0,36

Total visserie : 10€01

Prix total du prototype : 101€54 ce qui est inférieur à la limite imposée à 150€ par prototype.

VII. Explications Arduino

VII.1. Feather HUZZAH (ESP8266)

Dans la Feather HUZZAH il y a une connexion série qui est faite avec la Méga. La Feather HUZZAH se connecte d'autre part au réseau WiFi local. Ensuite, elle attend la connexion d'un client (le PC). Puis en fonction de ce que le PC envoie sur le réseau WiFi (requête TCP), elle transmet le message à la MEGA. Si la MEGA envoie un message, la Feather HUZZAH le transmet au PC en réponse TCP sur le réseau WiFi local (le tout en fonction des entêtes).

VII.2. Arduino MEGA Rev3

Le code implémenté dans la MEGA lit les données de l'encodeur de la glissière. La MEGA se sert des données de l'encodeur pour effectuer la calibration de la position du support de téléphone. Le moteur va dans une direction et, lorsqu'il arrive en butée contre la glissière, il force et ne bouge plus donc la position lue par l'encodeur reste fixe pendant plus de 10 millisecondes. L'encodeur est donc initialisé à 0 pour cette position.

D'autre part, la MEGA attend des messages de la Feather HUZZAH pour savoir quel est le moteur activé (/MOTOR, ...) et quelle est la commande (position d'arrivée et direction de déplacement). Puis, une conversion de la consigne est faite (passage de centimètres à l'unité de l'encodeur) avec une vérification de la consigne.

Ensuite un asservissement en P est fait pour le moteur. La position est ensuite renvoyée au PC, toutes les 2 sec.

Au moment de la rédaction de ce compte rendu, la calibration, l'asservissement et l'envoi de commandes ne sont pas encore mis au point pour la rotation du téléphone selon la verticale mais il est également prévu à terme des les faire. Il est aussi prévu de passer d'un asservissement P à PI, déjà testé à vide et plus efficace pour notre système.

VIII. Explications Python

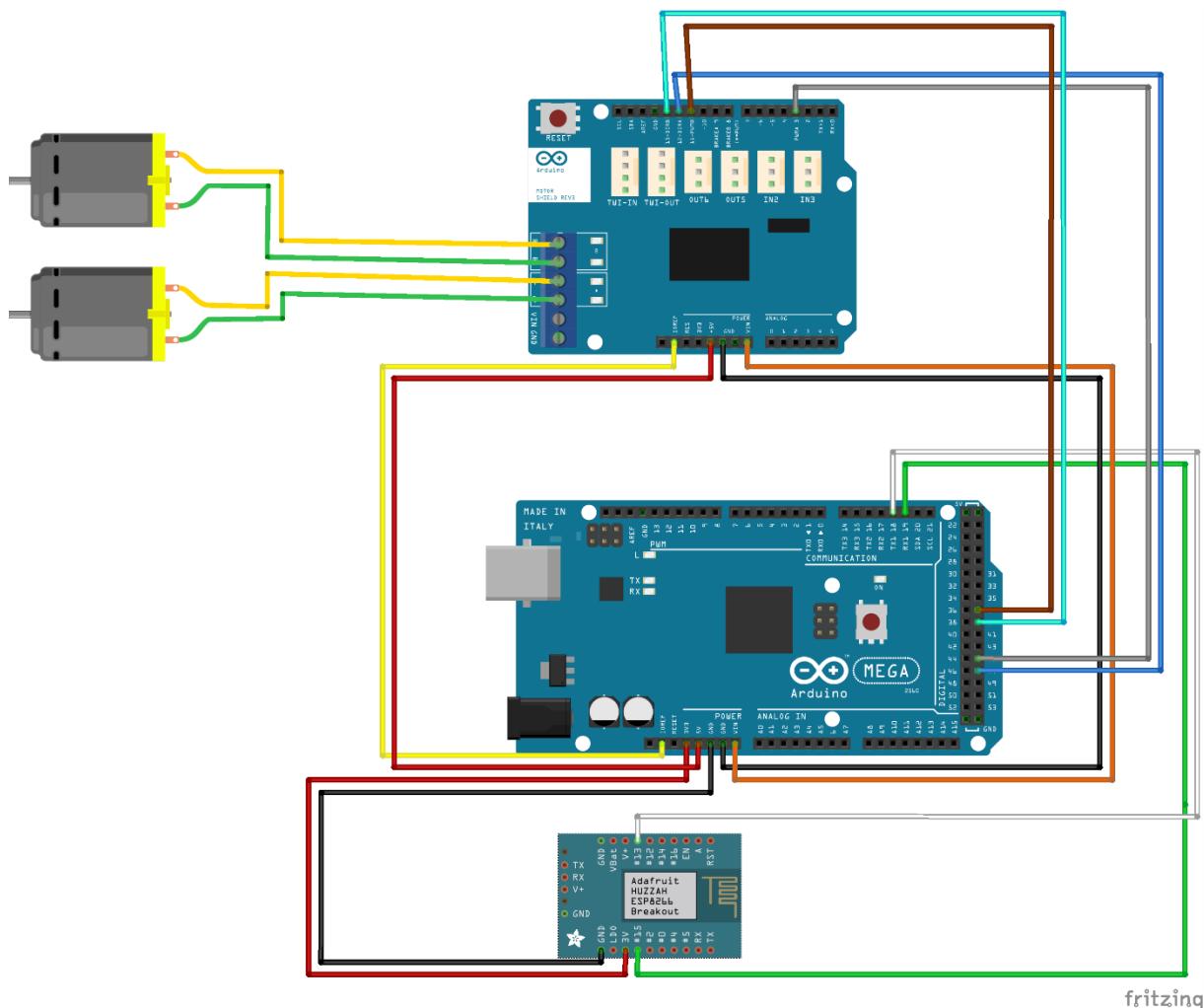
Le fichier python est constitué d'une interface graphique avec 2 classes.

La première : « App » est la principale, c'est elle qui gère tous les éléments du programme. Elle permet, à l'aide de la seconde classe MyCamera, de récupérer le flux vidéo du téléphone et de l'afficher sur la fenêtre Tkinter en temps réel. L'interface permet aussi de se connecter à la Feather HUZZAH avec une adresse IP à rentrer. Ensuite, plusieurs boutons sont disponibles : la translation vers la gauche, vers la droite, la rotation vers la droite, vers la gauche et la calibration. Tous ces boutons sont reliés à des fonctions callbacks qui permettent d'envoyer un message particulier à la Feather HUZZAH. Le message est encodé en octet (code ASCII) avec l'entête /MEGA, puis /POS qui indique qu'il s'agit d'une position à modifier par exemple.

De plus, un thread tourne en parallèle, il permet de réceptionner les messages envoyés par la Feather HUZZAH sans que l'attente du message soit bloquante. Il est ensuite affiché sur la fenêtre.

A terme le programme pourra aussi permettre d'enregistrer la vidéo.

IX. Schéma de câblage



Remarque : Les codeurs incrémentaux sont absents du schéma de câblage puisque le logiciel de création de ce schéma ne proposait pas de telles cartes. Ils sont simplement reliés au 3.3V et au GND de la MEGA. Leurs deux broches de phototransistors respectives sont branchées sur des entrées numériques de la MEGA.

X. Protocoles de communication

X.1. Communication TCP

- Le client est le PC, il fait tourner le programme de contrôle de la direction, de la vitesse des moteurs, et il récupère la vidéo.
 - Le serveur est la Feather HUZZAH avec le module WiFi ESP8266. Elle se connecte en WiFi au même réseau que le PC. Dans notre cas il s'agira directement du PC qui créera un point d'accès réseau WiFi, ce qui permettra de récupérer facilement l'adresse IP de la Feather HUZZAH.
 - Les messages transitent sous forme de paquets encodés de chaîne de caractères à octets puis décodés de octets à chaîne de caractères selon le code ASCII.
- Ainsi, le PC envoie des messages concernant les commandes que doit faire les actionneurs. La Feather HUZZAH les reçoit et envoie en retour des informations sur les moteurs.

X.2. Communication Série (Serial)

La connexion série qui permet de faire communiquer la MEGA et la Feather HUZZAH par deux fils. Nous avons choisi cette solution car la communication I2C ne fonctionnait pas correctement avec la Feather HUZZAH. Ainsi, nous avons créé 2 ports séries « virtuels » sur la Feather HUZZAH à l'aide de la bibliothèque Software Serial (ports 13 et 15). Ils sont ensuite raccordés aux ports serial RX1 et TX1 de MEGA.

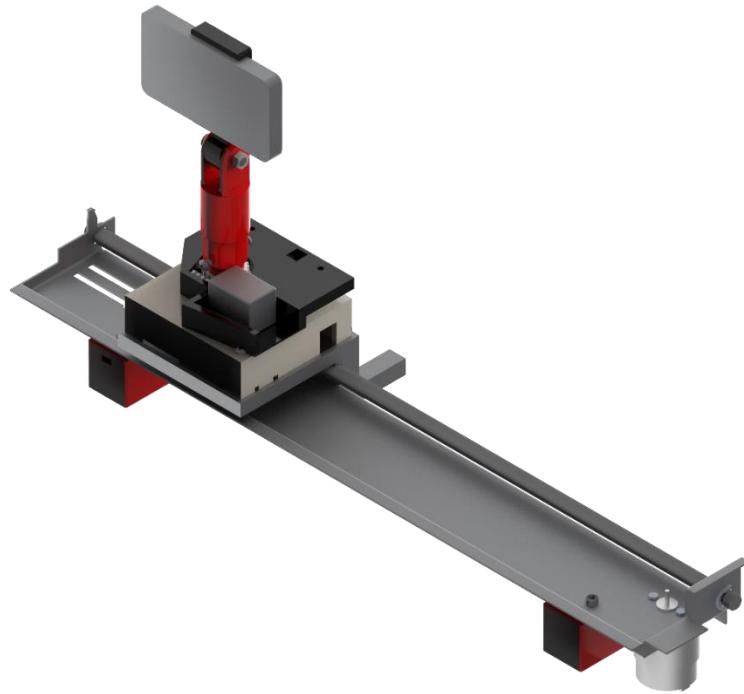
Les messages qui transitent sont constitués d'un entête : /ORDI ou /MEGA qui permet de connaître la destination du message.

XI. Images 3D et rendu réaliste

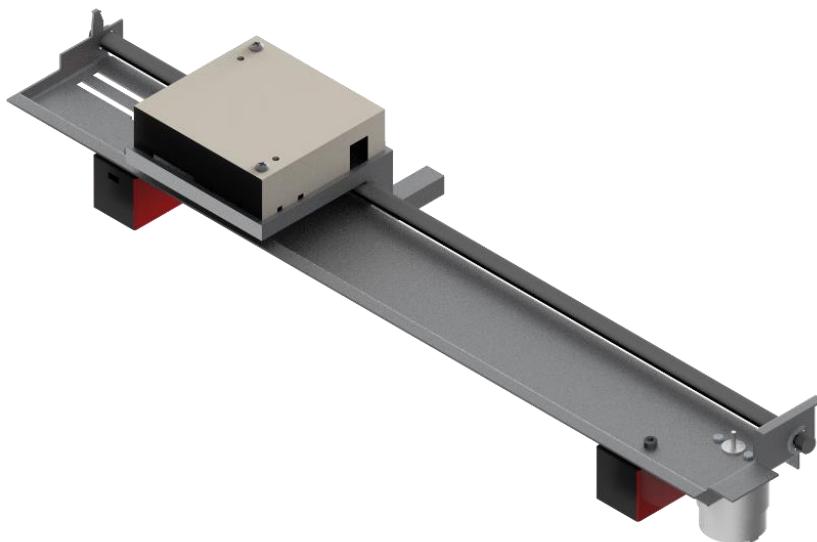
XI.1. Ensemble



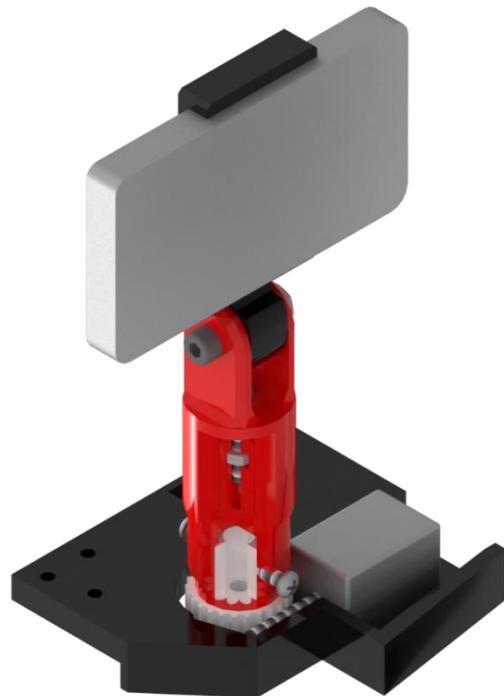
XI.2. Déplacement du téléphone



XI.2.a. *Translation*

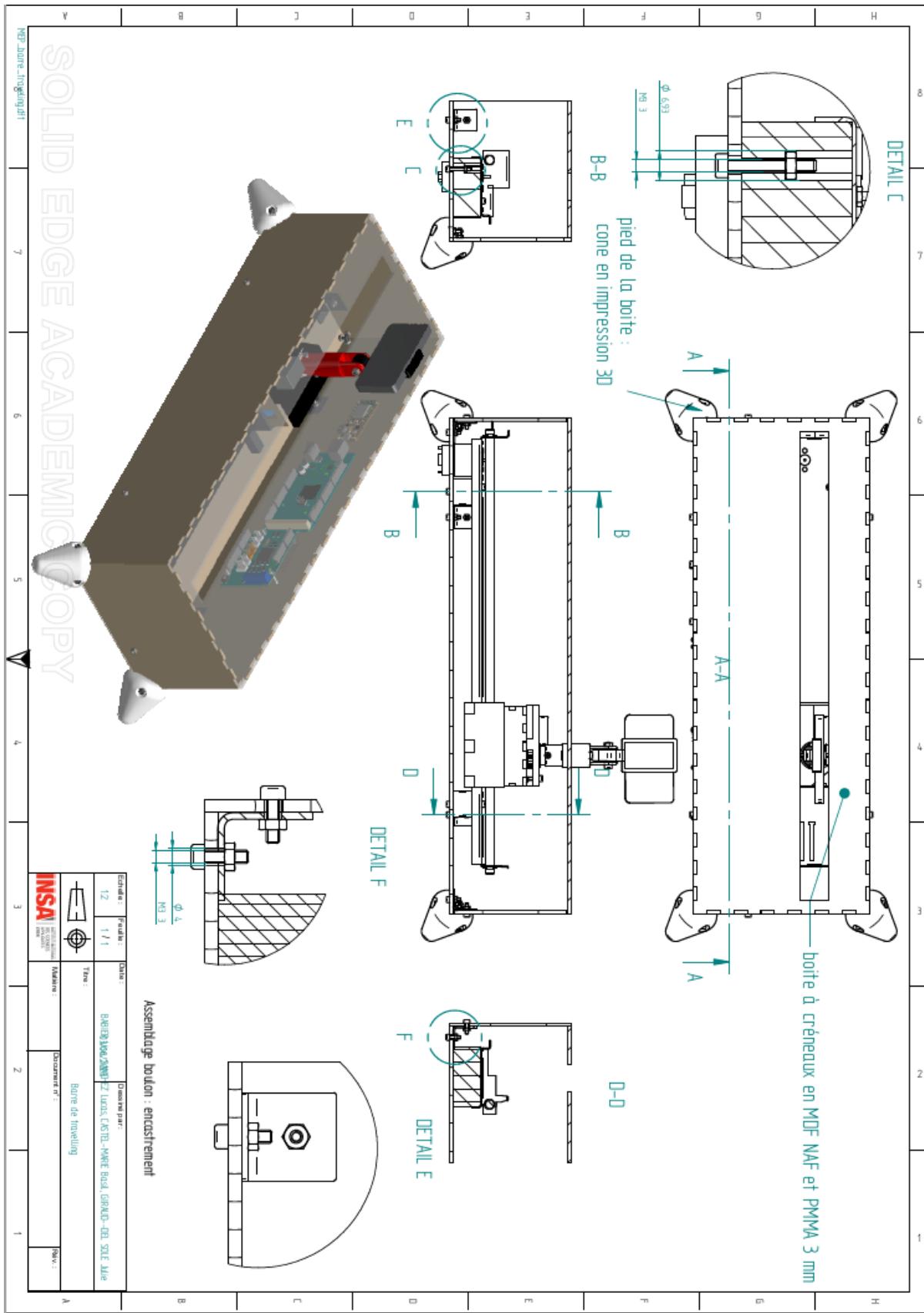


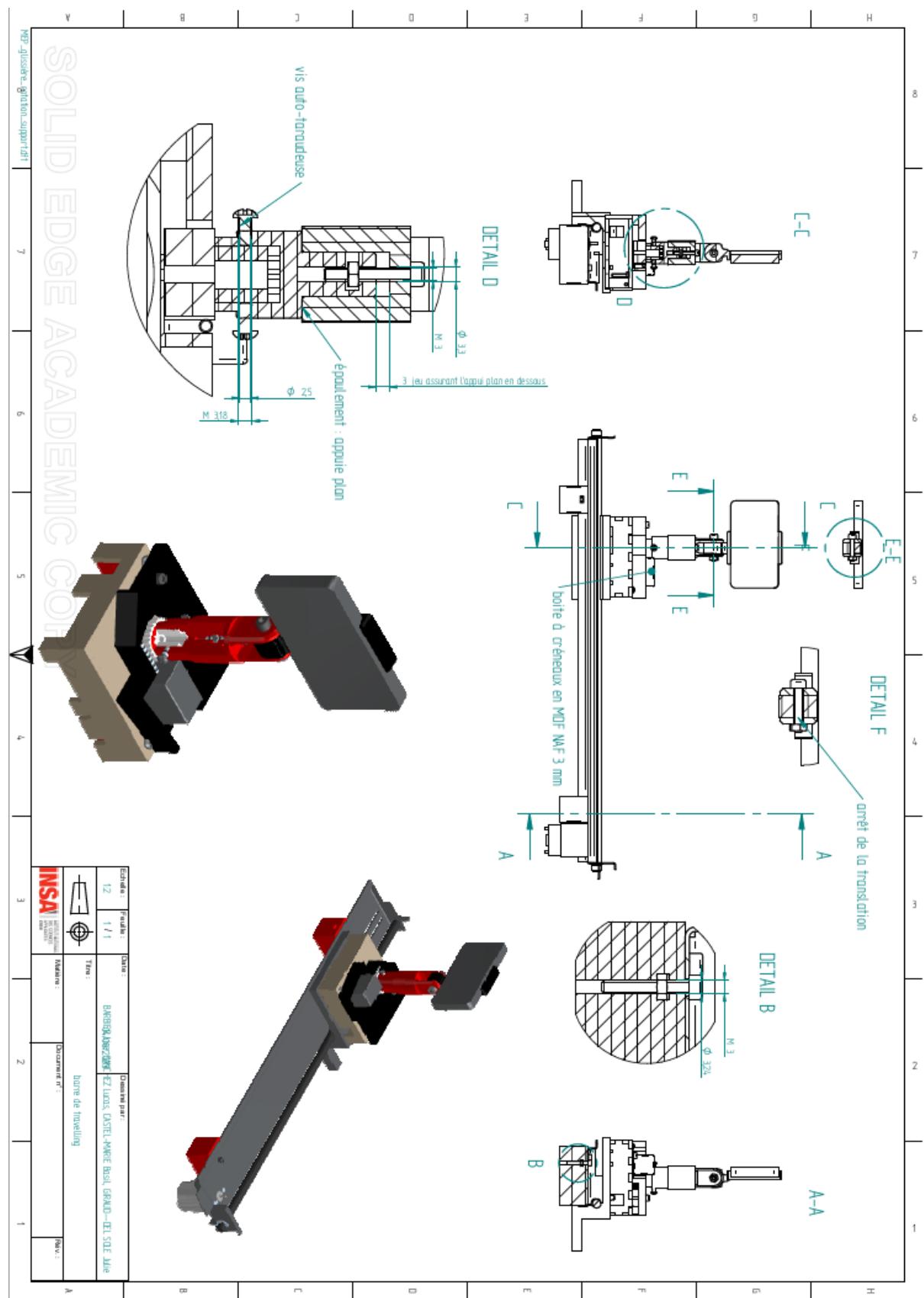
XI.2.b. *Rotation*

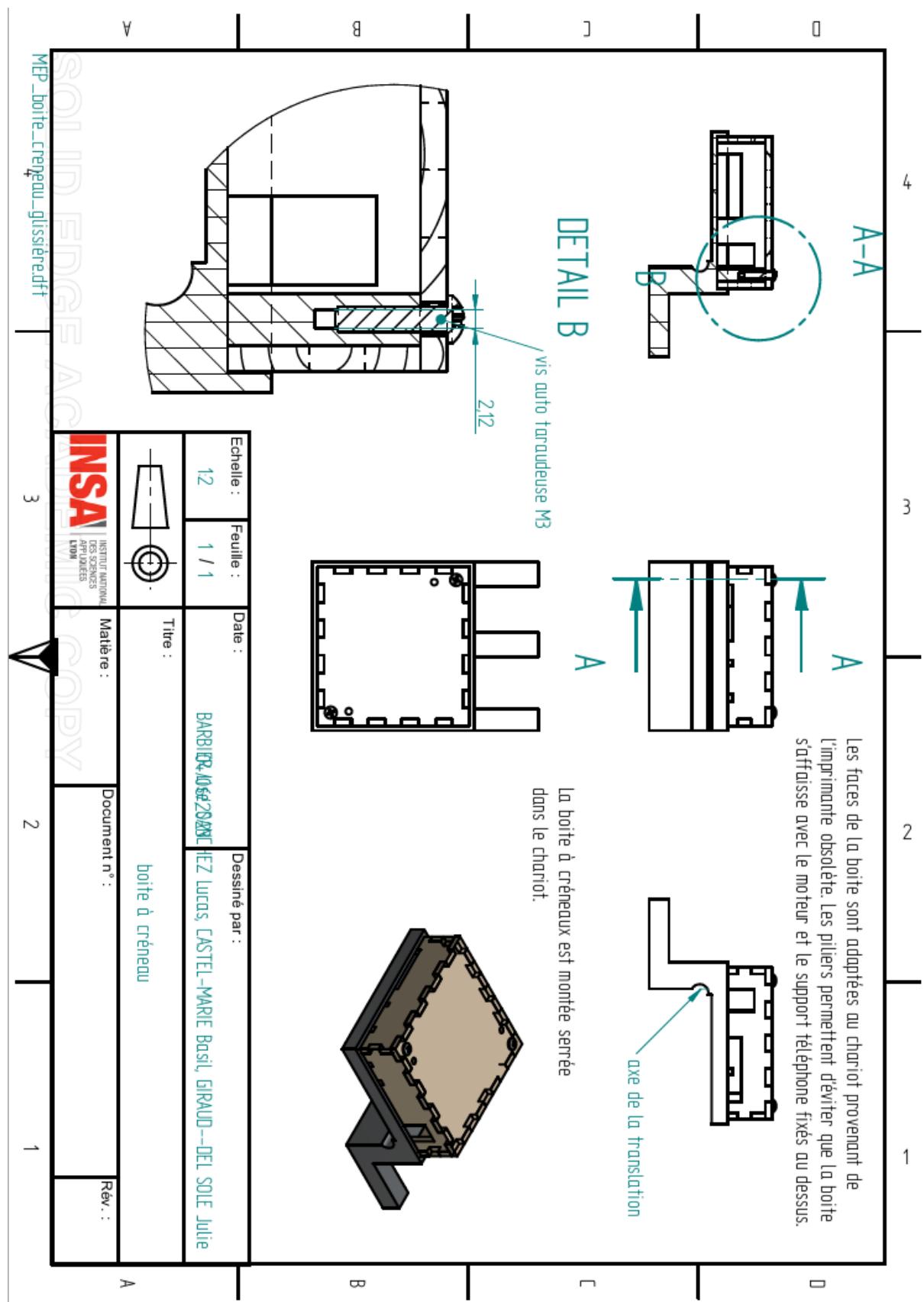


XII. Plans d'ensemble et nomenclature

XII.1. Plans d'ensemble







XII.2. Nomenclature

Qté	Description	Matière	Rév.
19	Vis CHC M3-20	Acier	40
31	Ecrou H M3	Acier	39
1	boite générale dessous	Bois, acajou	01
1	boite générale flan	Bois, acajou	02
1	boite générale bout AV	Bois, acajou	03
1	boite générale dessus	PMMA	04
1	boite générale flan G	Bois, acajou	05
1	boite générale bout	Bois, acajou	06
4	Cone pied	Plastique ABS, haute performance	07
8	Embout fixation Arduino	Acrylique, haute performance	14
12	Vis CHC M3-10	Acier	38
1	Adafruit ESP8266 Feather	Acier S235	09
6	equerre	Acier S235	10
4	Entretoise	Acrylique, haute performance	13
4	Ecrou H M3 plastique	Acrylique, haute performance	42
4	Vis CHC M3-20 plastique	Acrylique, haute performance	41
1	Arduino MEGA 2560 Rev3V2	Acier	11
1	Shield Motor REV3c eagle	Acier	12
1	tole glissière	Acier S235	15
1	moteur translation	Acier S235	16
2	Vis à tête hexagonale ISO 4017 - M2x4	Acier	43
1	cale boite A	Plastique ABS, haute performance	20
1	axe glissière	Acier S235	17
1	cale boite B	Plastique ABS, haute performance	19
2	Rondelle de retenue DIN 6799 - 6	Acier	18
2	Vis N4 0.500 PRST60 Z100	Acier galvanisé	46
4	Vis N4 00.250 PRST60 Z100	Acier galvanisé	47
1	chariot glissière	Nylon, usage général	21
1	support perche selfie	Plastique ABS, haute performance	34
1	tige support telephone	Plastique ABS, haute performance	35
1	Ecrou H M4	Acier S235	44
1	Vis CHC M4-20	Acier	45
1	Accroche telephone	Nylon, usage général	36
1	Telephone	Acier S235	37
1	boite glissière dessous	Bois, acajou	22
1	boite glissière flan	Bois, acajou	23
1	boite glissière bout AV	Bois, acajou	24
1	boite glissière dessus	Bois, acajou	26
1	boite glissière flan G	Bois, acajou	25
1	boite glissière bout	Bois, acajou	27
1	piliere A	Plastique ABS, haute performance	28
1	support moteur rotation	Nylon, usage général	30
1	moteur rotation	Acier S235	31
1	engrenage diamètre 21	Nylon, usage général	32
1	pignon moteur diamètre 9	Nylon, usage général	33
1	pilier B	Plastique ABS, haute performance	29