

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la  
Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER ACADEMIQUE**

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electromécanique

Spécialité : Electromécanique

**Thème:**

**La conception et réalisation d'un curseur de  
camera motorisé**

Devant le jury composé de :

Présenté par :

Dr. ....

Président

- DJOUADI Oualid

Mr. ....

Examineur

- ACILA Nourelislam

MA. MEZIANE Assia

Encadreur

2019-2020



# *Remerciement*

Tout d'abord je remercie ALLAH

Après je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près  
ou de loin à terminer ce mémoire, surtout  
le professeur "MANSOURI KHALED"  
et le professeur "GUERRAH AYOUB"

Nous n'oublions pas non plus de remercier le  
professeur encadré " MEZIANE ASSIA "  
qui a supervisé ce travail

# *Dédicace*

Je dédie ce travail à ma mère bien-aimée et  
mon cher père, qui ont toujours été mon  
lien après ALLAH et une dédicace à tous  
ceux qui m'ont appris une leçon ou même  
une lettre tout au long de ma vie

Dédicace à tous les êtres chers et mes amis

# Tables de Matières

Remerciement.....	i
Dédicace .....	ii
Liste des figures .....	vi
Liste des tableaux .....	x
Introduction générale.....	1

## Chapitre I : Qu'est –ce qu'un curseur

I.1. La définition un curseur .....	4
I.2. Types de Curseur.....	4
I.2.1. CAMÉRA DOLLY .....	4
I.2.1.1. La Définition .....	4
I.2.1.2. Avantages .....	5
I.2.1.3. Inconvénients ....	5
I.2.2. CURSEUR SANS MOTEUR .....	5
I.2.2.1. La Définition .....	5
I.2.2.2. Avantages .....	5
I.2.2.3. Inconvénients .....	5
I.2.3. CURSEUR EN MOTORISÉ .....	6
I.2.3.1. La Définition .....	6
I.2.3.2. Avantages .....	6
I.2.3.3. Inconvénients .....	6
I.3. Comment Utiliser Un Curseur .....	6
I.3.1. Mouvement A Axe Unique.....	6
I.3.2. Avancer.....	7
I.3.3. Panoramique En Glissant.....	7
I.3.4. Panoramique Et Inclinaison En Glissant .....	8
I.3.5. Inclinez Le Curseur .....	8
I.4. Avant D'acheter Un Curseur .....	9
I.4.1. Options d'objectif .....	9
I.4.2. Matériel .....	9
I.4.3. Longueur .....	10

I.4.4. Pieds .....	10
I.4.5. Courroies de manivelle .....	10

## **Chapitre II : Conception et simulation**

II.1. Pourquoi utilisons-nous la conception et la simulation avant la fabrication .....	12
II.2. La Conception 3D (CAO) .....	12
II.2.1. Conception de pièces en bois.....	12
II.2.1.1. Base de Glissement .....	12
II 2.1.2. Surface d'inclinaison .....	13
II.2.1.3. Pièce de pivotante.....	14
II.2.1.4 Pièce d'inclinaison et de fixation Pour la caméra.....	15
II.2.1.5. Pièce le côté droit du curseur .....	15
II.2.1.6. Pièce le côté gauche de curseur.....	16
II.2.1.7. Pièce de centre de gravité.....	16
II.2.2. Conception d'objets métalliques.....	17
II.2.2.1. Barres de cuivre.....	17
II.2.2.2. Petit Poulie.....	17
II.2.2.3. Grand Poulie.....	18
II.2.3. Assemblée.....	18
II.3. La simulation.....	19
II.3.1. Barres de cuivre.....	19
II.3.1.1. La tige de cuivre est installée au milieu et à une extrémité (Cas 1).....	19
II.3.1.2. La tige de cuivre est installée de le côtés (Cas 2).....	21
II.3.2. Le bois.....	22
II.3.2.1. Base de Glissement .....	23
II.3.2.2. Pièce de pivotante.....	24
II.3.2.3. Support de caméra.....	25

## **Chapitre III : Fabrication de l'appareil**

III.1. Étapes de fabrication le curseur de la caméra.....	28
III.2. La Couple moteur nécessaire pour faire glisser le curseur de la caméra.....	38
III.2.1. Cas de l'angle 0° degrés.....	39
III.2.2. Cas d'angle 45° degrés.....	39
III.2.3. Cas d'angle 90° degrés .....	40

## **Chapitre IV : Branchez l'alimentation et tester l'appareil**

IV.1. Pièces électroniques utilisées pour la fabrication du curseur.....	42
IV.1.1. Arduino Nano .....	42
IV.1.1.1. Définition de Arduino Nano.....	42
IV.1.1.2. Caractéristiques Arduino Nano .....	42
IV.1.2. Moteur Pas À Pas (Nema-17).....	43
IV.1.2.1. Définition du Moteur Pas À Pas .....	43
IV.1.2.1. Caractéristiques Nema-17 .....	43
IV.1.3. Pilote de moteur (A4988) .....	44
IV.1.4. Le reste des pièces .....	45
IV.2. Simulation électrique .....	45
IV.3. La forme finale du curseur de la caméra.....	48
IV.3.1. Outil de télécommandes .....	48
IV.4. Résultats de test.....	49
IV.4.1. Test de rectitude du mouvement de la caméra.....	50
IV.4.2. Test de régularité des mouvements de la caméra.....	53
IV.4.3. Test de fluidité de mouvement de la caméra .....	55
Conclusion générale .....	58
Bibliographiques.....	59
Annexes	
Programmation utilisée dans l'appareil.....	60

# Liste des figures

<b>Figure I.1:</b> Exemple de caméra Dolly .....	4
<b>Figure I.2:</b> Exemple de curseur sans moteur.....	5
<b>Figure I.3:</b> Exemple de curseur en motorisé .....	6
<b>Figure I.4:</b> État du mouvement horizontal de la caméra.....	7
<b>Figure I.5:</b> État du mouvement de la caméra vers l'avant.....	7
<b>Figure I.6:</b> État de mouvement de la caméra sur le côté.....	8
<b>Figure I.7:</b> État du mouvement de la caméra inclinée .....	8
<b>Figure I.8:</b> État du mouvement de la caméra oblique à un angle critique.....	9
<b>Figure II.1:</b> Design 3D pour base de glissement.....	12
<b>Figure II.2:</b> Dessin technique montrant les trois projections de la base de glissement.....	13
<b>Figure II.3:</b> Design 3D pour sur la Surface d'inclinaison.....	13
<b>Figure II.4 :</b> Dessin technique montrant les projections de la surface d'inclinaison (côté / bas) .....	14
<b>Figure II.5 :</b> Design 3D pour pièce de pivotante .....	14
<b>Figure II.6 :</b> Dessin technique montrant les projections de la pièce de pivotante (Vertical / Côté) .....	14
<b>Figure II.7 :</b> Design 3D pour Pièce d'inclinaison et de fixation.....	15
<b>Figure II.8 :</b> Dessin technique montrant les projections de la pièce d'inclinaison et de fixation (vertical/côté) .....	15
<b>Figure II.9 :</b> Design 3D pour Pièce côté droit .....	15
<b>Figure II.10 :</b> Dessin technique montrant la projection verticale du côté droit de curseur....	15
<b>Figure II.11 :</b> Design 3D pour Pièce côté gauche de curseur.....	16
<b>Figure II.12:</b> Dessin technique montrant les projections du côté gauche du curseur de la caméra (vertical/ côté) .....	16
<b>Figure II.13:</b> Design 3D pour Pièce de centre de gravité.....	16
<b>Figure II.14:</b> Dessin technique montrant les projections de la pièce centrale de gravité (côté/ bas) .....	17
<b>Figure II.15 :</b> Design 3D pour Barres de cuivre .....	17
<b>Figure II.16:</b> Dessin technique montrant les projections des barres de Cuivre (vertical/ côté)... ..	17
<b>Figure II.17:</b> Design 3D pour Poulie petit.....	17

<b>Figure II.18 :</b> Dessin technique montrant les projections de Poulie sont de petite (vertical/côté) .....	18
<b>Figure II.19 :</b> Design 3D pour Poulie Grand .....	18
<b>Figure II.20:</b> Dessin technique montrant les projections de la grande Poulie (vertical/côté)..	18
<b>Figure II.21:</b> Design 3D de l'assemblage glissant. ....	18
<b>Figure II.22:</b> dessin technique en 3D de la curseur les dimensions (vertical) .....	19
<b>Figure II.23 :</b> dessin technique en 3D de la curseur les dimensions (côté) .....	19
<b>Figure II.24 :</b> Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Cas 1) .....	20
<b>Figure II.25 :</b> Résultat de la simulation de pression sur la tige de cuivre (cas 1) .....	20
<b>Figure II.26 :</b> Résultat de la simulation de déformation sur la tige de cuivre (cas 1) .....	21
<b>Figure II.27:</b> Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Cas 2) .....	21
<b>Figure II.28:</b> Résultat de la simulation de pression sur la tige de cuivre (cas 2) .....	22
<b>Figure II.29:</b> Résultat de la simulation de déformation sur la tige de cuivre (cas 1) .....	22
<b>Figure II.30:</b> Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Base de Glissement) .....	23
<b>Figure II.31:</b> Résultat de la simulation de pression sur la base de glissement.....	23
<b>Figure II.32:</b> Résultat de la simulation de déformation sur la base de glissement.....	24
<b>Figure II.33:</b> Afficher les lieux d'installation et les lieux de pression (Pièce de pivotante)..	24
<b>Figure II.34:</b> Résultat de la simulation de pression sur la pièce de pivotante.....	25
<b>Figure II.35:</b> Résultat de la simulation de déformation sur la pièce de pivotante .....	25
<b>Figure II.36:</b> Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Support de caméra)..	25
<b>Figure II.37:</b> Résultat de la simulation de pression sur le support de caméra.....	26
<b>Figure II.38 :</b> Résultat de la simulation de déformation sur la pièce support de caméra.....	26
<b>Figure III.1:</b> Exemple de bois utilisé dans le processus.....	28
<b>Figure III.2:</b> Les principales pièces en bois utilisées dans la fabrication.....	28
<b>Figure III.3:</b> L'étape d'installation des roulements à la base de glissement.....	29
<b>Figure III.4:</b> Photo de la tige de cuivre utilisée.....	29
<b>Figure III.5:</b> L'étape de détermination de l'emplacement des trous avec un crayon.....	30
<b>Figure III.6:</b> Afficher les emplacements des trous avant le perçage.....	30
<b>Figure III.7 :</b> Installer la pièce de centre de gravité.....	31
<b>Figure III.8:</b> Installer la base de glissement par le bas.....	31
<b>Figure III.9:</b> Installe de la barre des deux côtés.....	32
<b>Figure III.10:</b> Assemblage de la pièce d'inclinaison.....	33
<b>Figure III.11:</b> Méthode de localisation des trous du moteur pas à pas.....	33

<b>Figure III.12:</b> Installation de deux morceaux de bois avec la pente entre les deux.....	34
<b>Figure III.13:</b> Le moteur pas à pas est installé sur la surface d'inclinaison.....	34
<b>Figure III.14:</b> Fixation de la ceinture entre la pièce de pivotante et la pièce de support de caméra.....	35
<b>Figure III.15 :</b> Installer les jambes du curseur.....	36
<b>Figure III.16:</b> Installé un morceau de bois pour attacher la ceinture à.....	36
<b>Figure III.17:</b> Images du curseur de la caméra après l'assemblage.....	37
<b>Figure III.18:</b> Poids de la partie Portable sur les barres.....	38
<b>Figure III.19:</b> Diagramme du curseur (Angle de 0°).....	39
<b>Figure III.20:</b> Diagramme du curseur (Angle de 45°).....	39
<b>Figure III.21:</b> Diagramme du curseur (Angle de 90° ) .....	40
<b>Figure IV.1 :</b> Exemple Pour Arduino Nano.....	42
<b>Figure IV.2:</b> Exemple Pour le moteur Pas à Pas (Nema-17) .....	43
<b>Figure IV.3 :</b> Exemple Pour Pilote de moteur (A4988) .....	44
<b>Figure IV.4 :</b> Transformateur électrique(AC/DC-12V/2A) .....	45
<b>Figure IV.5 :</b> Deux bouton-poussoir Et 2 LED.....	45
<b>Figure IV.6 :</b> Condensateur (47 $\mu$ F/25V).....	45
<b>Figure IV.7 :</b> Les résistances.....	45
<b>Figure IV.8 :</b> Évasion du joystick.....	45
<b>Figure IV.9 :</b> Résistance variable.....	45
<b>Figure IV.10:</b> Assemblage de pièces électroniques sur un programme (Proteus).....	46
<b>Figure IV.11:</b> Diagramme A4988.....	47
<b>Figure IV.12 :</b> Un schéma d'implantation pour simuler des pièces électroniques.....	47
<b>Figure IV.13:</b> La forme finale avec axes de mouvement X et Y et Z.....	48
<b>Figure IV.14:</b> La télécommande pour le curseur de la caméra.....	48
<b>Figure IV.15:</b> Image montrant le poids de Caméra et de l'objectif.....	49
<b>Figure IV.16:</b> Photo montrant le test.....	50
<b>Figure IV.17:</b> Des mesures la montage de vidéos dans le programme (After Effects).....	51
<b>Figure IV.18:</b> Ajustement de la phase de suivi sur le programme (After Effects).....	51
<b>Figure IV.19:</b> Étapes pour dessiner une ligne de trace dans le programme (After Effects)...	52
<b>Figure IV.20:</b> Résultat final de la ligne de trace dans (After Effects).....	53
<b>Figure IV.21:</b> courbe pour un mouvement rectiligne horizontalement sur l'axe x (Ligne de trace) .....	53

<b>Figure IV.22:</b> Étapes pour dessiner des points de traçage dans le programme (After Effects).....	54
<b>Figure IV.23:</b> Résultat du suivi des points sur un programme (After Effects) .....	54
<b>Figure IV.24:</b> courbe pour un mouvement droit uniforme le long de l'axe x (Points de traçage) .....	55
<b>Figure IV.25:</b> courbe de la rotation de la caméra sur l'axe des y (ligne de trace) .....	55
<b>Figure IV.26:</b> courbe de la rotation de la caméra sur l'axe des y (points de suivi) .....	56
<b>Figure IV.27:</b> courbe de rotation et mouvement d'inclinaison ensemble sur les axes Y et Z ensemble (ligne de suivi) .....	56
<b>Figure IV.28:</b> Titre: Courbe des mouvements de roulement entre les axes Y et Z (Ligne de trace).....	57

# Liste des tableaux

<b>Tableau II.1</b> : Propriétés du cuivre métallique.....	19
<b>Tableau II.2</b> : Propriétés du bois utilisé.....	22
<b>Tableau III.1</b> : Tableau montre le couple nécessaire pour différents angles.....	40

## Introduction générale

Nous sommes à une époque de développement dans tous les domaines, en particulier dans le domaine de la production cinématographique et de la photographie, c'est un domaine très important maintenant en particulier dans la photographie de publicités pour le marketing et les films de toutes sortes.

Les appareils de la photographie en compétition et en grand développement... et à partir de ces appareils, les appareils photo glissants sont considérés comme l'un des mécanismes les plus importants qui sont utilisés en photographie.

Ce dernier utilisé par les photographes pour produire des résultats distincts dans certaines scènes. Il est un complément aux autres appareils. Il effectue une imagerie linéaire droite. Aucun appareil n'a cette fonction pour faire glisser.

Donc, nous avons de créer la machine glissante et de travailler sur elle afin que nous ayons voir à quel point elle est efficace sur le terrain.

Nous avons traité dans cette mémoire de la conception et réalisation d'un curseur de camera motoriser.

Le premier chapitre, nous avons donné des concepts généraux à la définition du curseur de la caméra en mentionnant certaines des bases en comment utiliser un curseur.

Le deuxième chapitre était dédié à la conception en 3D (CAO) et simulation avant la fabrication, et dans le troisième chapitre nous fabriquons et assembler des pièces mécaniquement.

Le quatrième chapitre d'abord explique certaines pièces électriques utilisées et faites une simulation pour elles dans un ordinateur sur le programme "Proteus", et enfin nous avons effectué des tests sur un curseur pour voir à quel point cela fonctionne.

Sont affichés les questions la manière suivante :

- Cet appareil donne-t-il un mouvement rectiligne régulier ?
- Quelle est l'importance de cet appareil dans le monde de la photographie ?
- Est-il facile à utiliser ?
- Cet appareil a-t-il un avantage en laps de temps ?
- Le mouvement de la caméra sur cet appareil peut-il être fluide ?

Ce mémoire se termine par une conclusion générale sur les travaux menés dans cette étude. A la fin nous ajoutons une annexe qui donne les détails de certains éléments de calcul.

# **Chapitre I**

**Qu'est-ce qu'un curseur ?**

## I.1. La définition un curseur [1]:

Le curseur de la caméra c'est un appareil complément aux outils cinématographiques comme trépied, drone caméra ou gimbal, mais chacun de ces appareils à une fonctionnalité qui diffère de l'autre, et curseur se caractérise par un mouvement rectiligne régulier à n'importe quel angle que vous voulez et cela en soi donne une autre perspective pour votre scène.

Les curseurs se composent essentiellement de rails et de chariots, le chariot est fixé au rail et sa plate-forme peut transporter un support de caméra ou une tête à distance, cette conception permet une traduction contrôlée de la caméra en limitant le mouvement à une trajectoire linéaire déterminée par le rail, en combinaison avec une tête distante, des chemins de mouvement plus complexes intégrant la translation et la rotation peuvent également être obtenus.

Des variations de la conception de base du curseur existent, parfois des roues sont attachées au chariot, d'autres fois les chariots glissent directement sur les rails, les curseurs sont également disponibles en différentes tailles pour tenir compte du poids des caméras montées qui peuvent être des appareils mobiles, des reflex numériques ou des caméras de qualité professionnelle.

## I.2. Types de Curseur :

### I.2.1. Caméra Dolly :

#### I.2.1.1. La définition [2]:

Un Caméra Dolly est un chariot à roues ou un appareil similaire utilisé dans la réalisation de films et la production télévisuelle pour créer des mouvements horizontaux fluides de la caméra. la caméra est montée sur le chariot et l'opérateur de caméra et l'extracteur de mise au point ou l'assistant de caméra montent généralement sur le chariot pour pousser le chariot d'avant en arrière.



**Figure I.1:** Exemple de Caméra Dolly

Le chariot de caméra est généralement utilisé pour produire des images qui impliquent de déplacer la caméra vers ou loin d'un sujet pendant qu'une prise est en cours d'enregistrement,

une technique connue sous le nom de "tir de chariot", la poignée du chariot est le technicien dédié formé pour faire fonctionner le chariot en le poussant manuellement d'avant en arrière.

### **I.2.1.2. Avantages [3] :**

- L'équipement photographique lourd est autorisé.
- Cela donne plus de confort au photographe car il est assis dessus.
- Il a une grande distance de glissement, pour capturer une longue scène de photographie.

### **I.2.1.3. Inconvénients [3] :**

- Lourd et encombrant.
- Difficile à transporter et à déplacer.
- Prend beaucoup de temps pour tracer les pistes sur lesquelles le chariot voyagera.

## **I.2.2. Curseur Sans Moteur [3]:**

### **I.2.2.1. La définition :**

Curseur est un modèle simplifié de la barre de défilement de la caméra qui est une version rudimentaire miniature, peu coûteuse et pratique et il est considéré comme l'un des systèmes purement mécaniques.

### **I.2.2.2. Avantages :**

- Contrôle manuel des mouvements.
- Poids léger et petite taille et facile à utiliser.
- Ne nécessite pas d'énergie externe.

### **I.2.2.3. Inconvénients :**

- Ne prend pas en charge l'imagerie time-lapse.
- Difficile de contrôler l'imagerie d'objets fins.



**Figure I.2:** Exemple de curseur sans moteur

### I.2.3. Curseur En Motorisé :

#### I.2.3.1. La définition [1]:

C'est un modèle techniquement avancé par rapport aux systèmes purement mécaniques, comme ils sont non seulement motorisés mais également contrôlés numériquement, ils peuvent souvent être contrôlés à distance par des contrôleurs matériels ou des appareils mobiles, les mouvements effectués peuvent également être enregistrés et rejoués, y



**Figure I.3:** Exemple de curseur en motorisé

compris les commandes d'objectif, le contrôle informatique permet non seulement d'effectuer des prises de vue panoramiques et de suivi traditionnelles de manière plus fluide et répétable, mais a également permis de nouveaux types de prises de vue tels que les prises de vue en accéléré et au ralenti en fonction du système.

#### I.2.3.2. Avantages :

- Exquise doux en mouvement.
- Prend en charge la prise de vue à intervalles et de longues scènes.
- Il a un suivi automatique du corps.

#### I.2.3.3. Inconvénients :

- Nécessite de l'énergie.
- Sensible aux dysfonctionnements techniques.

### I.3. Comment Utiliser Un Curseur [4] :

Au cinéma, le mouvement est tout, c'est un moyen majeur pour les cinéastes de transformer le sous-texte en substance et de traduire les émotions en expériences viscérales presque palpables, voici les techniques qui nous ont le mieux servi :

#### I.3.1. Mouvement A Axe Unique:

Il s'agit de la méthode permettant de déplacer la caméra d'un côté du curseur à l'autre sans aucun panoramique ni inclinaison. bien que très basique, parfois simple est préférable.



**Figure I.4:** État du mouvement horizontal de la caméra

### **I.3.2. Avancer :**

Cette méthode est presque identique à la première, cependant, au lieu de viser la lentille perpendiculairement, elle est parallèle au curseur, cela donne la possibilité de pousser dans une scène, c'est un excellent moyen de créer une photo d'introduction, qu'il s'agisse de présenter un nouveau personnage, produit ou emplacement. Il convient également de mentionner qu'au lieu d'avancer, vous pouvez également reculer, cela donnera l'effet inverse d'une introduction et impliquera plutôt un sentiment de laisser la scène derrière, cette technique est couramment utilisée pour la prise de vue finale d'un film.



**Figure I.5:** État du mouvement de la caméra vers l'avant

### **I.3.3. Panoramique En Glissant:**

Le public aime toujours voir des plans dynamiques, n'oubliez pas que vos téléspectateurs ont une courte durée d'attention, pour parler simplement, ennuyez-les et vous les perdrez.

Le panoramique (en tournant l'appareil photo horizontalement) tout en faisant glisser est un moyen très simple d'animer votre scène, vous verrez généralement cette technique utilisée dans les paramètres d'interview.



**Figure I.6:** État de mouvement de la caméra sur le côté

#### **I.3.4. Panoramique Et Inclinaison En Glissant :**

C'est une photo révélatrice encore plus intéressante qui ajoute plus de dimensions, en contrôlant les trois axes, vous êtes libre de suivre entièrement le mouvement devant vous.



**Figure I.7:** État du mouvement de la caméra inclinée

#### **I.3.5. Inclinez Le Curseur :**

Tout ce dont j'ai discuté jusqu'à présent suppose que le curseur est sur un champ parfaitement horizontal, en montant une rotule (nous utilisons la rotule XPRO) au-dessus de votre curseur au lieu d'une tête fluide, vous vous permettez d'obtenir des tirs de montée / descente uniques et intéressants, par exemple, vous pouvez définir votre curseur parallèlement aux marches d'escalier et suivre lentement votre talent en bas, vous pouvez également définir votre curseur comme parfaitement vertical, ce qui permet une prise de vue en flèche.



**Figure I.8:** État du mouvement de la caméra oblique à un angle critique

#### **I.4. Avant D'acheter Un Curseur [5]:**

Avant de pouvoir acheter un curseur, il est utile de savoir exactement de quel type de fonctionnalités vous aurez besoin et que vous recherchez, tout le monde a différentes tailles de caméras et différents besoins de tournage, vous devrez donc tenir compte de ces facteurs et les évaluer en fonction de vos propres attentes :

##### **I.4.1. Options d'objectif :**

La principale raison pour laquelle les gens choisissent les curseurs de caméra plutôt que les stabilisateurs de cardan c'est que les curseurs offrent beaucoup plus de polyvalence avec les objectifs que vous photographiez, en particulier pour les cinéastes solos utilisant des objectifs artistiques ou cinématographiques.

L'utilisation d'un cardan est beaucoup plus complexe qu'un curseur, ce qui vous permet d'ajuster plus facilement la mise au point et le zoom de votre appareil photo tout en effectuant des prises de vue.

##### **I.4.2. Matériel :**

La plupart des curseurs de caméra sont en fibre de carbone, en acier ou en aluminium ou en cuivre, ces options varient considérablement en poids et en capacité de charge. les curseurs en fibre de carbone sont considérablement plus légers que l'acier ou même l'aluminium, mais ils ont une capacité de charge plus petite.

Si vous filmez en solo et que vous souhaitez réduire votre charge au minimum, la fibre de carbone ou l'aluminium sont de meilleurs choix, cependant, si vous avez une caméra grande et lourde, vous aurez probablement besoin d'un curseur en acier.

### **I.4.3. Longueur :**

Les curseurs de caméra sont disponibles en plusieurs longueurs différentes, les plus petits mesurent environ un pied tandis que les plus longs mesurent entre quatre et cinq pieds- beaucoup plus longs que cela, et les curseurs deviennent peu maniables et vous vous déplacez dans le domaine des chenilles et des poulies.

Il est important de prendre en compte l'équilibre de votre curseur, si vous avez une unité plus longue, vous aurez besoin de deux ensembles de trépieds pour équilibrer la plate-forme.

### **I.4.4. Pieds :**

De nombreux curseurs sont livrés avec des pieds intégrés afin que vous n'ayez pas besoin de transporter un trépied lourd ou deux avec vous, bien que cela s'applique principalement aux petits curseurs, certains pieds coulissants sont conçus pour s'équilibrer sur des surfaces planes, tandis que d'autres ont un mécanisme de préhension qui leur permet de se fixer aux rochers ou à d'autres surfaces pour plus de liberté et de flexibilité.

### **I.4.5. Courroies de manivelle :**

Certains curseurs haut de gamme ont désormais des options qui vous permettent d'attacher des manivelles ou d'autres entraînements à vos courroies coulissantes, ceux-ci vous permettent de faire glisser la caméra sur la ceinture sans changer votre position, cela permet des transitions plus fluides et réduit le risque de ruiner accidentellement vos images.

# **Chapitre II**

## **Conception et Simulation**

## II.1. Pourquoi utilisons-nous la conception et la simulation avant la fabrication [7] :

La conception et la simulation sont deux processus très importants, parce le monde est toujours en croissance cherchant à faire les choses avec moins de temps plus d'efficacité et un manque de problèmes de fabrication, la conception donne la forme virtuelle dans les dimensions les plus précises afin que nous ne rencontrions pas de problèmes lors de la découpe et de l'installation des pièces pendant la fabrication, quant à la simulation, elle n'est pas moins importante que la conception, car nous connaissons les matériaux qui conviennent à notre projet et calculons sa capacité de charge par défaut, ces éléments nous facilitent le travail et nous donnent un résultat sans erreur avec une conception très appropriée.

Et ces deux processus sont réalisés à l'aide du CAO (conception assistée par ordinateur) par le programme "SolidWorks".

## II.2. La Conception 3D (CAO) :

### II.2.1. Conception de pièces en bois:

Dans notre projet, nous nous sommes appuyés sur le fait que les matériaux ne sont pas très chers et ont une efficacité très acceptable en tant que projet de fin d'études, de sorte que la plupart des pièces de ce glissant sont conçues avec du bois et le type de bois est "RoseWood".

#### II.2.1.1. Base de Glissement :

Il est considéré comme l'une des pièces les plus importantes responsables du glissement. il s'agit d'un modèle en trois dimensions avec toutes les mesures et il s'agit à l'origine de plusieurs pièces, mais pour simplifier la conception, nous l'on fait sous la forme d'une seule pièce.

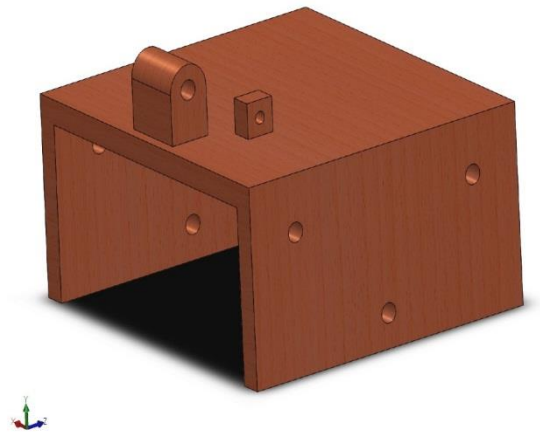
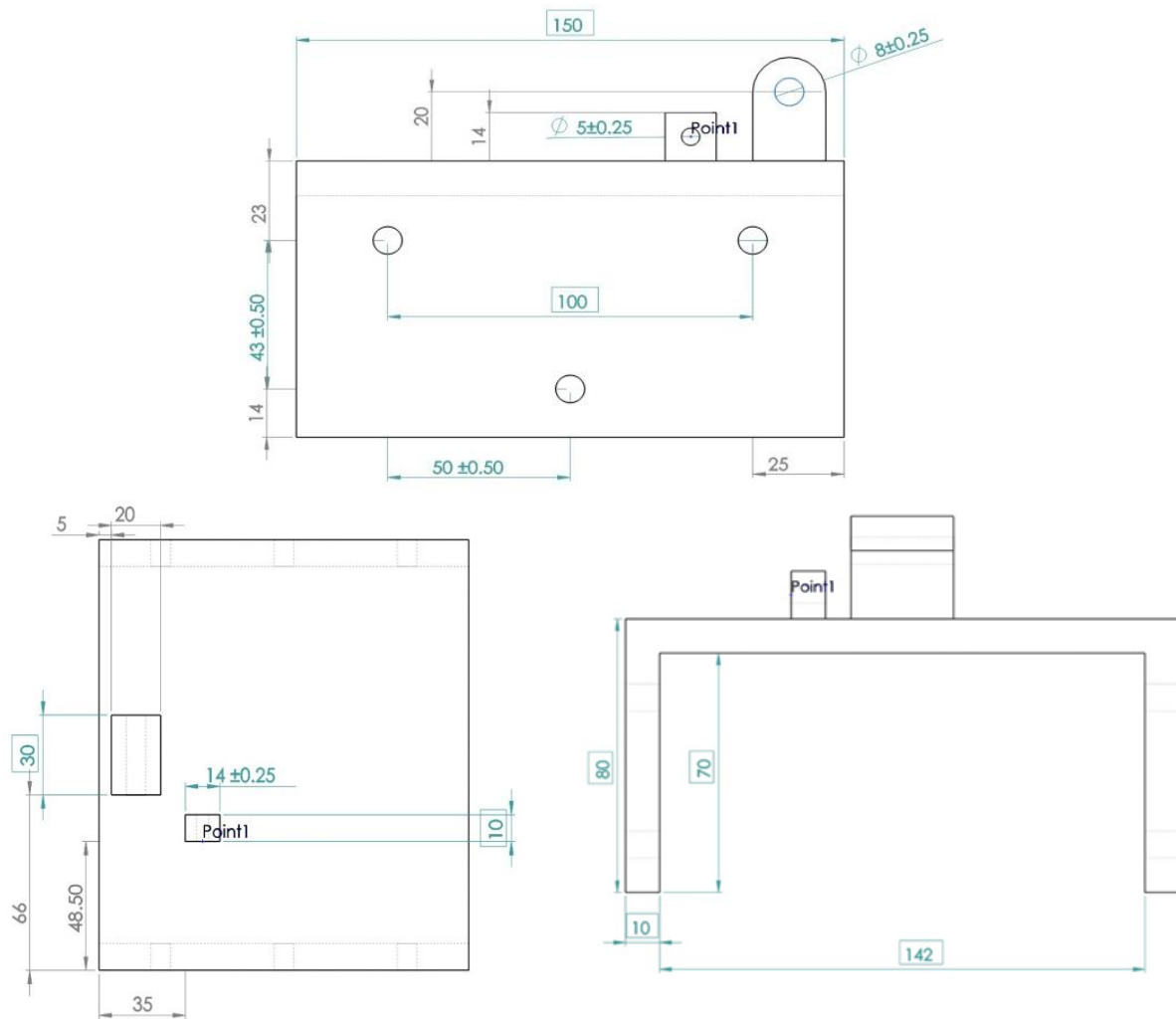


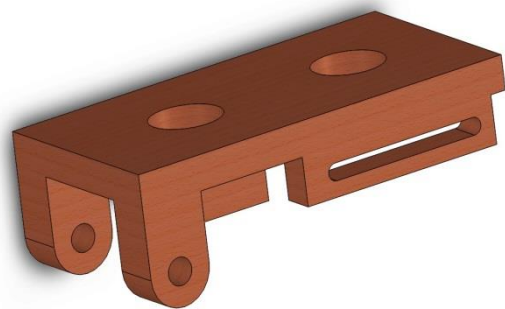
Figure II.1: Design 3D pour base de glissement



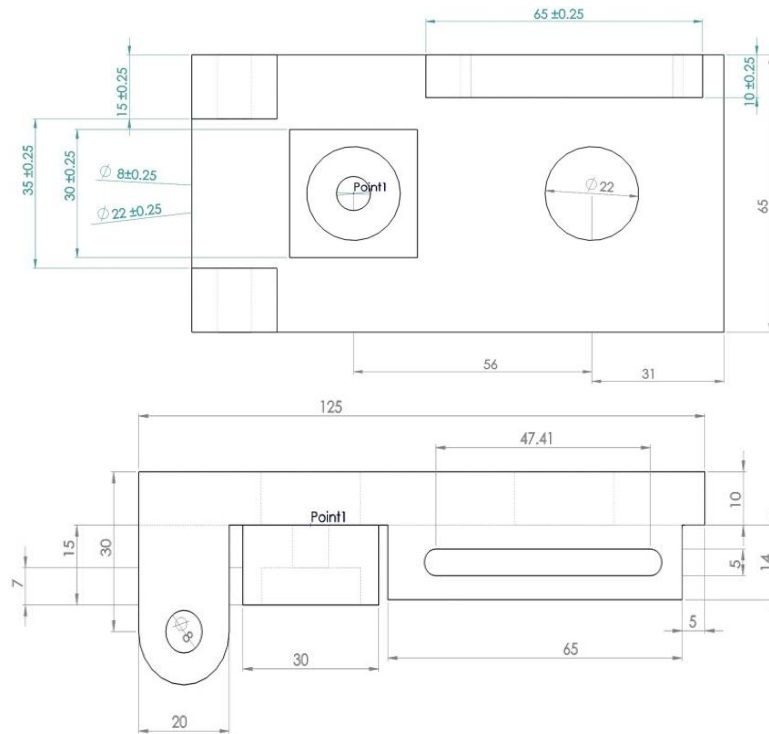
**Figure II.2:** Dessin technique montrant les trois projections de la base de glissement

### II 2.1.2. Surface d'inclinaison :

Cette pièce contient de nombreuses fonctions, dont la plus importante est l'inclinaison des caméras lorsque toute la pente est inclinée pour préserver la position horizontale des caméras et également transporter le moteur responsable pour enrouler la caméra sur elle-même.



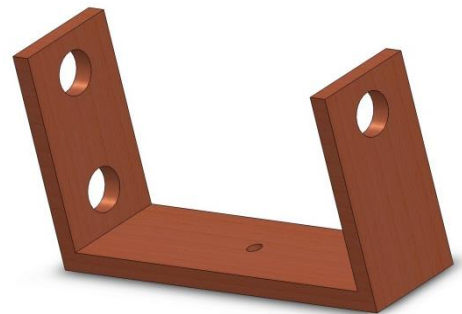
**Figure II.3:** Design 3D pour sur la Surface d'inclinaison



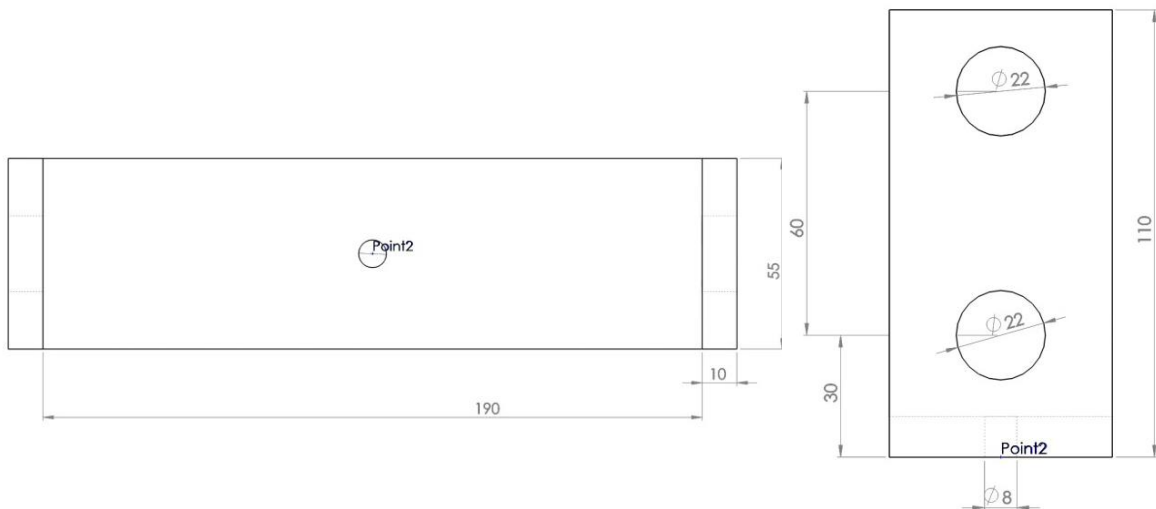
**Figure II.4 :** Dessin technique montrant les projections de la surface d'inclinaison (côté / bas)

**II.2.1.3. Pièce de pivotante :**

Il s'agit d'une pièce en forme de C et elle porte une autre pièce similaire à elle, et est chargée d'enrouler les caméras autour d'elle-même par le moteur qui est présent dans la pièce précédente (Surface d'inclinaison)



**Figure II.5 :** Design 3D pour pièce de pivotante



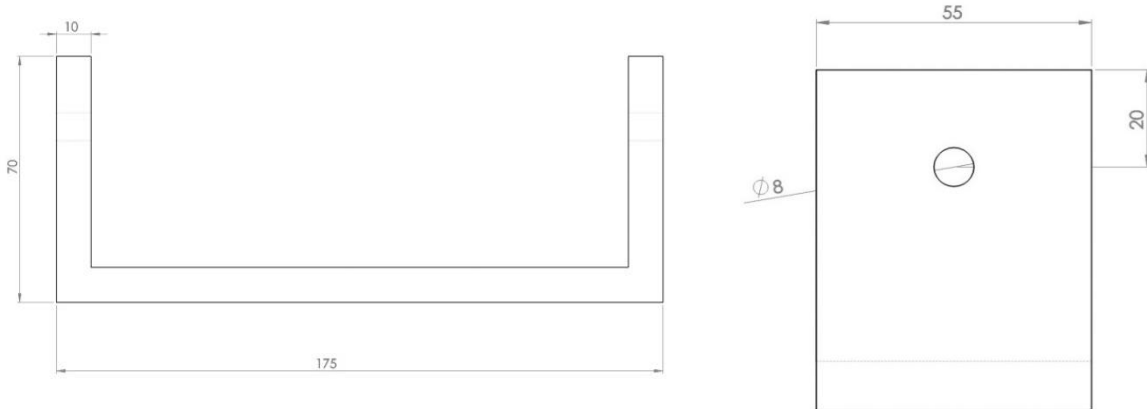
**Figure II.6 :** Dessin technique montrant les projections de la pièce de pivotante (Vertical / Côté)

### II.2.1.4 Pièce d'inclinaison et de fixation Pour la caméra :

Cette pièce porte la caméra et se charge de la déplacer Vers le haut ou vers le bas.



**Figure II.7 :** Design 3D pour Pièce d'inclinaison et de fixation



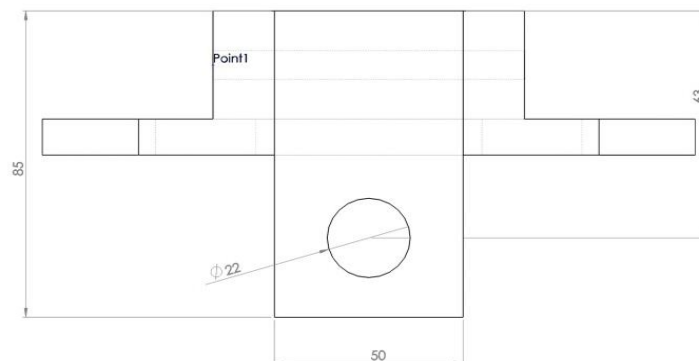
**Figure II.8 :** Dessin technique montrant les projections de la pièce d'inclinaison et de fixation (vertical/côté)

### II.2.1.5. Pièce le côté droit du curseur :

Il s'agit d'une pièce composite de plusieurs pièces dont l'une des tâches consiste à installer les barres de cuivre entre elles et à porter l'entraînement au sol qui est chargé de déplacer les caméras de droite à gauche et vice versa.



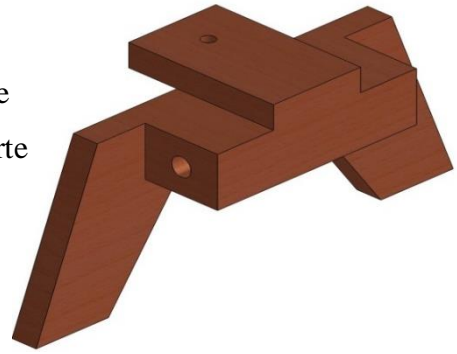
**Figure II.9 :** Design 3D pour Pièce côté droit de curseur



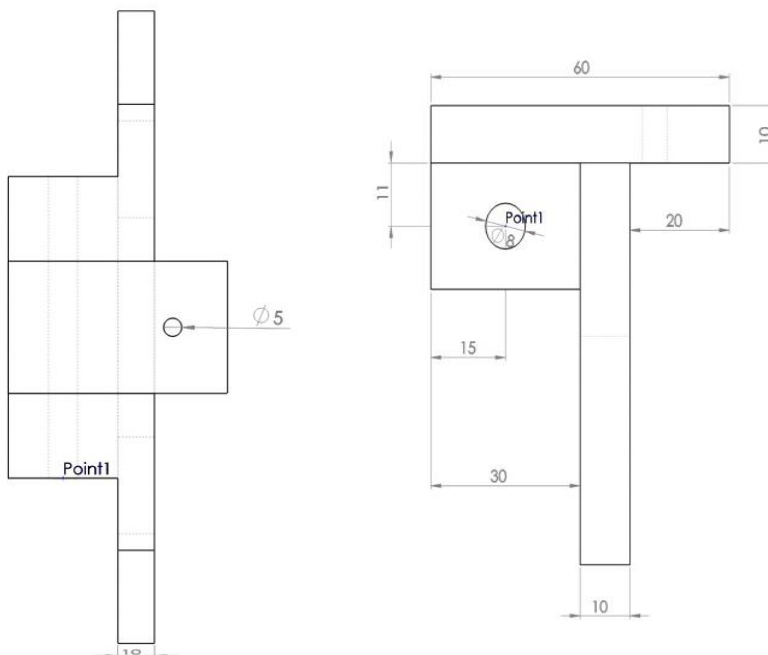
**Figure II.10 :** Dessin technique montrant la projection verticale du côté droit de curseur

### II.2.1.6. Pièce le côté gauche de curseur :

Cette même pièce de la pièce précédente ne diffère que du fait que la première porte un moteur et que celle-ci porte la poulie sur laquelle passe la chaîne.



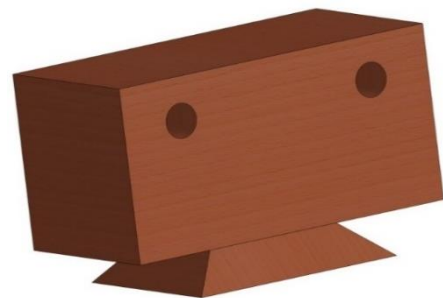
**Figure II.11 :** Design 3D pour Pièce côté gauche de curseur



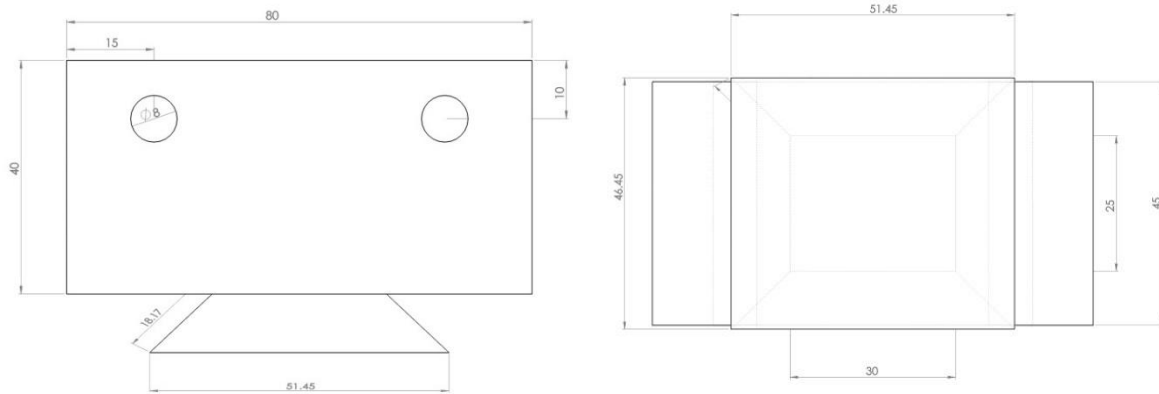
**Figure II.12:** Dessin technique montrant les projections du côté gauche du curseur de la caméra (vertical/côté)

### II.2.1.7. Pièce de centre de gravité:

C'est une pièce au milieu du curseur et à deux fonctions pour la fixation des tiges de cuivre ensemble et ont une base qui leur permet d'être installés dans un trépied pour la photographie.



**Figure II.13:** Design 3D pour Pièce de centre de gravité



**Figure II.14:** Dessin technique montrant les projections de la pièce centrale de gravité (côté/bas)

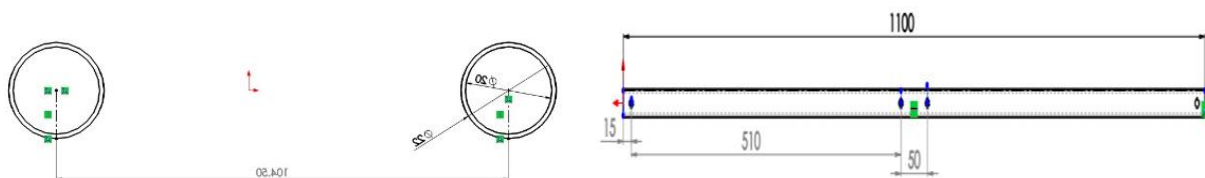
## II.2.2. Conception d'objets métalliques:

### II.2.2.1. Barres de cuivre:

Deux tiges de cuivre parallèles, sur lesquelles le mouvement de glissement a lieu, transportent tout, des caméras et du reste des pièces.



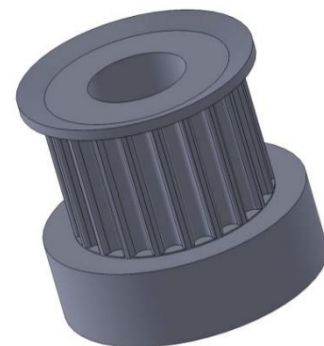
**Figure II.15 :** Design 3D pour Barres de cuivre



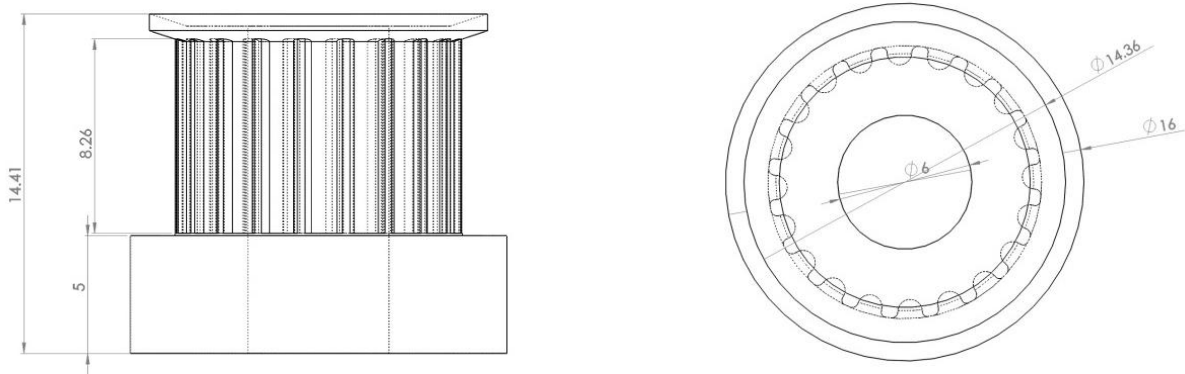
**Figure II.16:** Dessin technique montrant les projections des barres de cuivre (vertical/côté)

### II.2.2.2. Petit Poulie :

C'est une pièce de métal dentelée formée pour s'adapter à la courroie de défilement qui la traverse et est installée sur le moteur pas à pas sur son chemin de transmission.



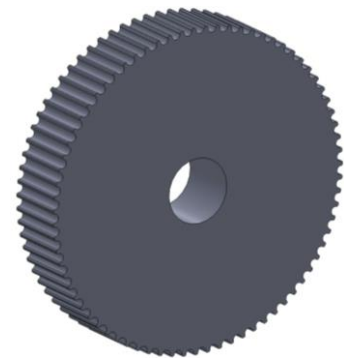
**Figure II.17:** Design 3D pour Poulie petit



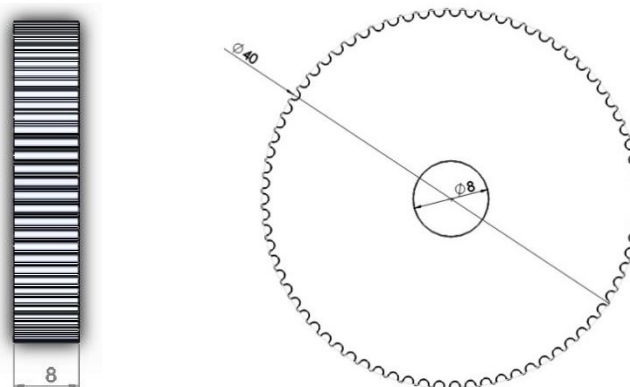
**Figure II.18 :** Dessin technique montrant les projections de Poulie sont de petite (vertical/côté)

### II.2.2.3. Grand Poulie :

C'est aussi une pièce métallique avec les mêmes caractéristiques que la pièce précédente car le même ruban passe dessus, et le rôle de cette poulie est de réduire la vitesse car son diamètre est grand sur la petite poulie qui transmet le mouvement du moteur et celle-ci est attachée à la pièce que l'on veut déplacer.

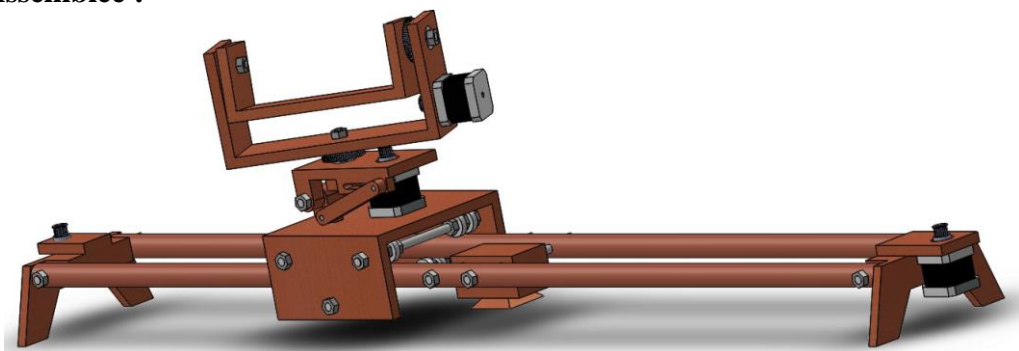


**Figure II.19 :** Design 3D pour Poulie Grand

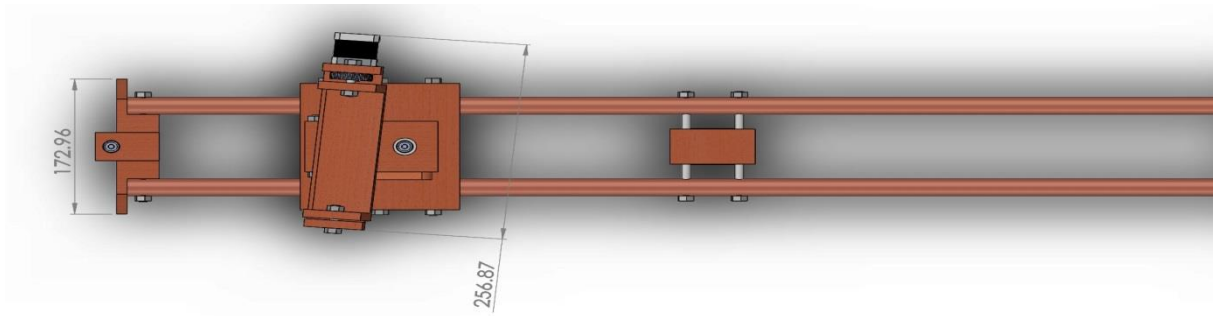


**Figure II.20:** Dessin technique montrant les projections de la grande Poulie (vertical/côté)

### II.2.3. Assemblée :



**Figure II.21:** Design 3D de l'assemblage glissant.



**Figure II.22:** dessin technique en 3D de la curseur les dimensions (vertical)



**Figure II.23 :** dessin technique en 3D de la curseur les dimensions (côté)

### II.3. La simulation :

Nous avons simulé certaines des pièces glissantes, et elles sont considérées comme l'une des pièces les plus importantes soumises à la pression. Par conséquent, nous devons connaître l'étendue de la tolérance de ces pièces aux forces typiques.

#### II.3.1. Barres de cuivre:

Tout d'abord avant la simulation, il faut connaître les propriétés du cuivre utilisé :

**Tableau II.1 :** Propriétés du cuivre métallique

Nom	Cuivre
Limité d'élasticité	2.58646e+008 N/m <sup>2</sup>
Résistance à la traction	3.9438e+008 N/m <sup>2</sup>
Module d'élasticité	1.1e+011 N/m <sup>2</sup>
Masse volumique	8900 kg/m <sup>3</sup>
Module de cisaillement	4e+010 N/m <sup>2</sup>

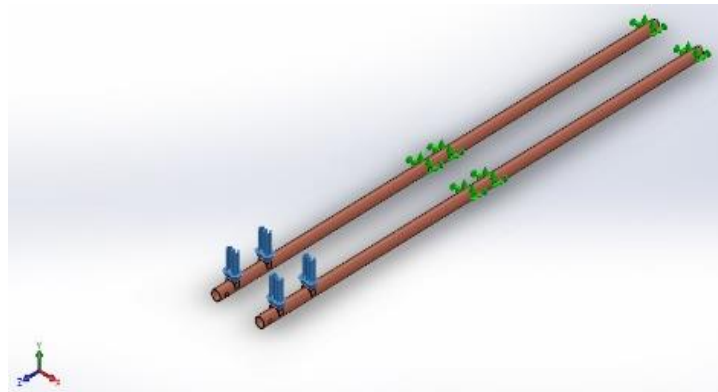
Nous avons deux cas de saisie de la tige de cuivre, le premier elle est tenue par le milieu et l'une des extrémités, et le deuxième elle est tenue par le côtés.

##### II.3.1.1. La tige de cuivre est installée au milieu et à une extrémité (Cas 1):

Comme le montre l'image les lieux d'installation et les lieux de la contrainte sur la tige de cuivre.

Les lieux d'installation proviennent de la trous d'un diamètre de 8 mm dans la tige de cuivre, au milieu il y a deux trous qui passent sur les deux tiges et d'un côté un trou passe sur les deux tiges .

La force appliquée est à 4 position et est l'endroit où les roulements entrent en contact avec les rails, Une force équivalente à 3 kg a été appliquée, nous mettons intentionnellement la force à l'extrémité des barres jusqu'à ce que nous obtenions une simulation du point le plus critique.



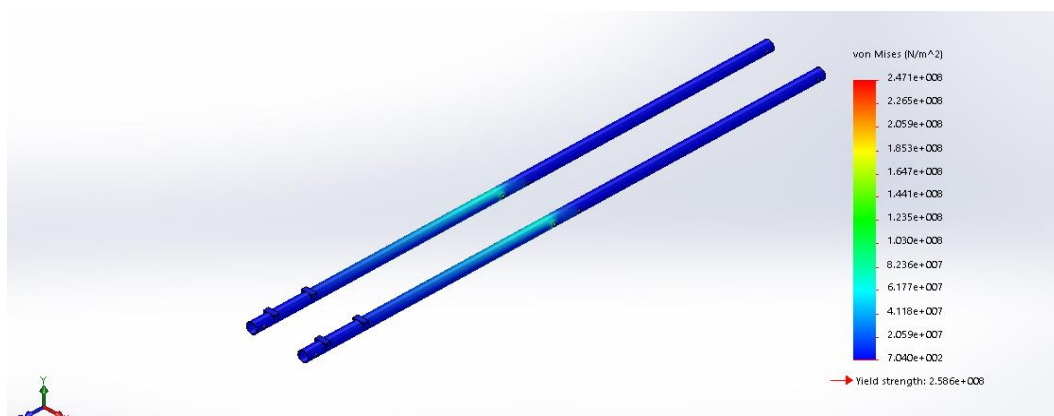
**Figure II.24 :** Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Cas 1)

Après avoir terminé toutes les procédures nécessaires avant de produire les résultats de la simulation, nous avons demandé au programme de produire les résultats, comme suit:

La valeur minimale est  $703,996 \text{ N / m}^2$  et la valeur maximale est  $2,47081e + 008 \text{ N / m}^2$ , Pour savoir si la compression peut être tolérée par la tige ou non, nous la comparons avec la valeur de la résistance à la traction mentionnée dans les propriétés, nous comparons la grande valeur avec la valeur de la résistance à la traction :

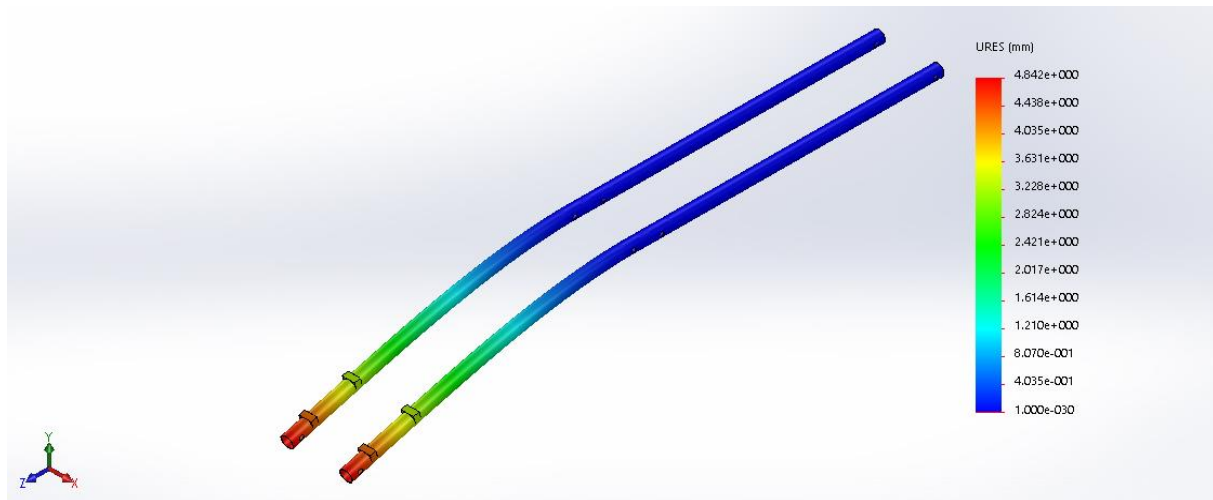
$$2.47081e + 008 \text{ N/m}^2 < 3.9438e + 008 \text{ N/m}^2$$

De cette comparaison, il a été constaté que les barres portent plus de poids.



**Figure II.25 :** Résultat de la simulation de pression sur la tige de cuivre (cas 1)

Quant à la simulation de la distorsion, les résultats sont bons: la valeur maximale est de 4,84197 mm, et ce nombre n'affecte pas la dynamique de l'appareil en mouvement.

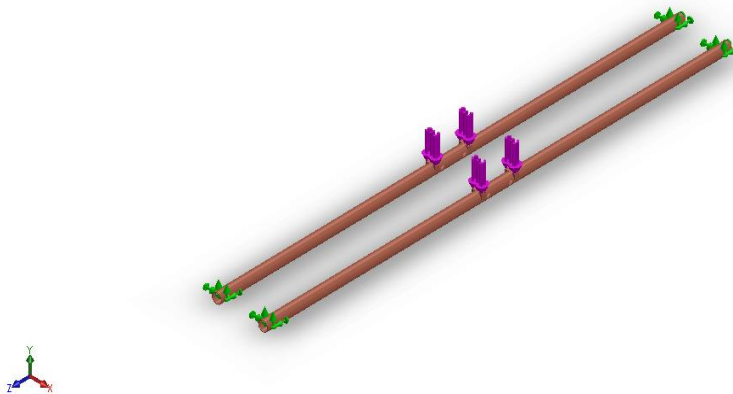


**Figure II.26 :** Résultat de la simulation de déformation sur la tige de cuivre (cas 1)

### II.3.1.2. La tige de cuivre est installée de le côtés (Cas 2):

C'est à peu près le même que le premier boîtier avec la même force 3 kg, mais il diffère dans les lieux d'installation et les lieux de pression.

Les lieux d'installation sont aux deux extrémités des barres, ce qui représente un trou de 8 mm de chaque côté et passe à la fois sur les barres, et la force appliquée cette fois au milieu à 4 endroits ainsi que l'image montre.

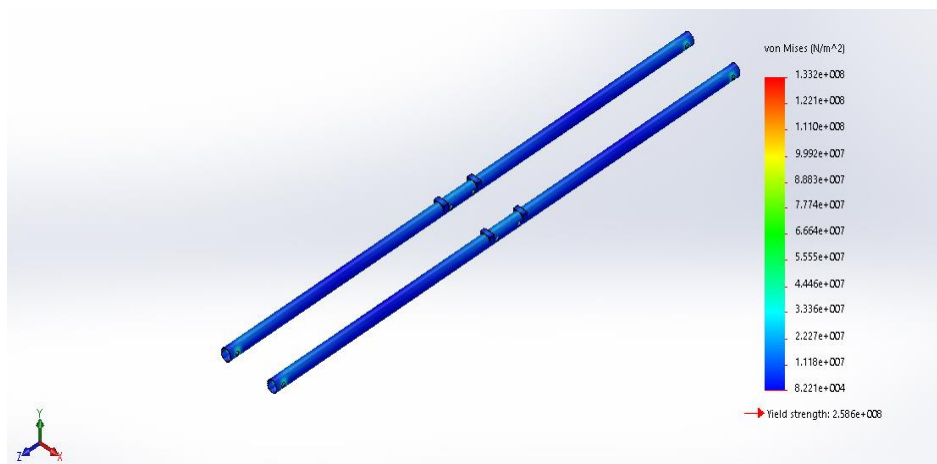


**Figure II.27:** Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Cas 2)

Après avoir extrait les résultats présentés dans l'image suivante, nous avons constaté que la valeur minimale est  $82207,3 \text{ N} / \text{m}^2$  et la valeur maximale est  $1,33204e + 008 \text{ N} / \text{m}^2$  jusqu'à ce que nous connaissions la tolérance de pression. Nous faisons une comparaison entre la valeur maximale et la valeur de résistance à la traction du métal.

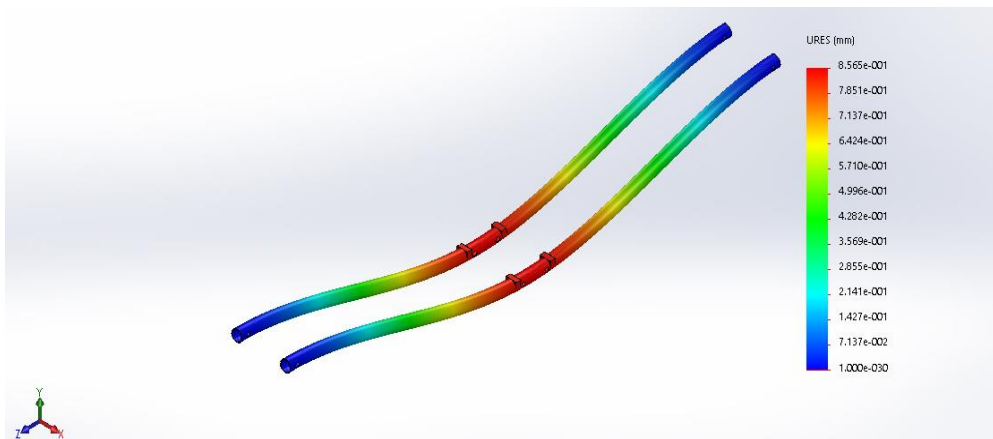
$$1.33204e + 008 \text{ N/m}^2 < 3.9438e + 008 \text{ N/m}^2$$

De la comparaison, il s'avère qu'il porte encore plus de poids que cela.



**Figure II.28:** Résultat de la simulation de pression sur la tige de cuivre (cas 2)

En ce qui concerne la simulation de distorsion, les résultats sont bons. La valeur la plus élevée est de 0,856474 mm, ce qui est un chiffre qui n'affecte pas la dynamique de l'appareil en mouvement.



**Figure II.29:** Résultat de la simulation de déformation sur la tige de cuivre (cas 1)

### II.3.2. Le bois :

Tout d'abord, avant la simulation, nous devons connaître les propriétés du bois utilisé :

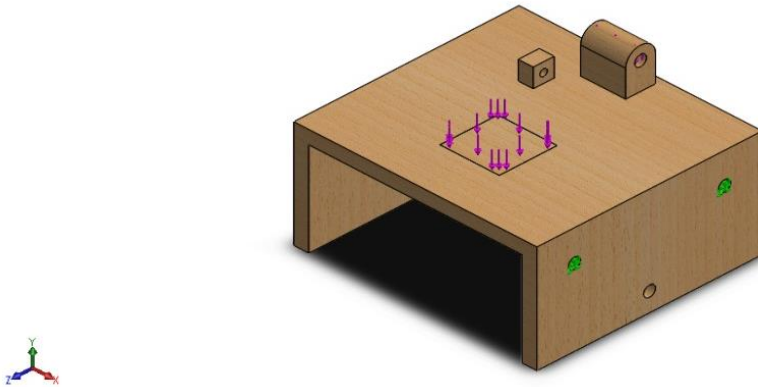
**Tableau II.2 :** Propriétés du bois utilisé

Name	Bois (Rosewood)
Limite d'élasticité	1.393e+007 N/m <sup>2</sup>
Résistance à la traction	6.72e+007 N/m <sup>2</sup>
Module d'élasticité	7.65e+009 N/m <sup>2</sup>
Module d'élasticité	770 kg/m <sup>3</sup>
Module de cisaillement	1.35e+008 N/m <sup>2</sup>

Nous émulerons 3 pièces de grande importance dans la machine :

### II.3.2.1. Base de Glissement :

Cette pièce est importante pour connaître sa tolérance à la force qu'elle a à deux endroits différents la première force dans le trou d'un diamètre de 8 mm et la deuxième force provient de la base du moteur sous la forme d'un carré de dimensions 42 mm \* 42 mm et les lieux d'installation de dans un 4 trous d'un diamètre de 8 mm qui se trouvent dans Pénis fileté qui contiennent les roulements voir la figure.

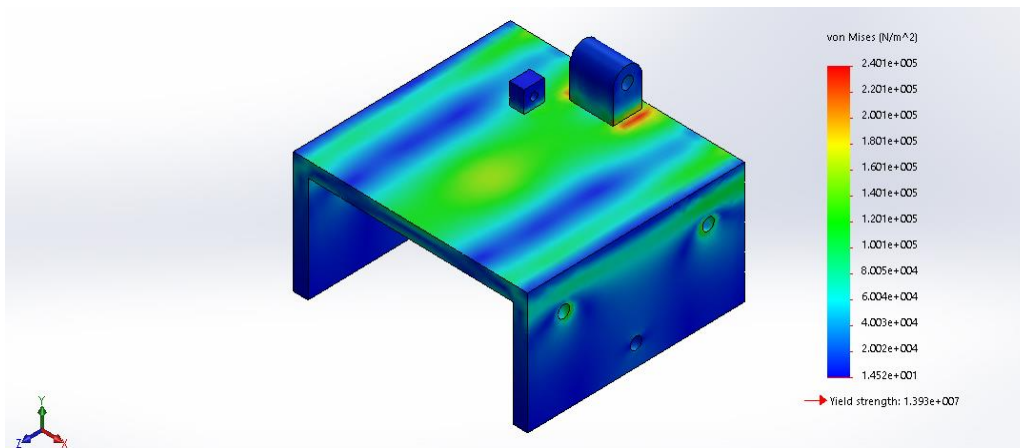


**Figure II.30:** Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Base de Glissement)

Après avoir extrait les résultats présentés dans l'image suivante, nous avons constaté que la valeur minimale est  $14,523 \text{ N / m}^2$  et la valeur maximale est  $240130 \text{ N / m}^2$ . Pour connaître la tolérance à la pression, nous comparons la valeur maximale à la valeur de résistance à la traction du bois.

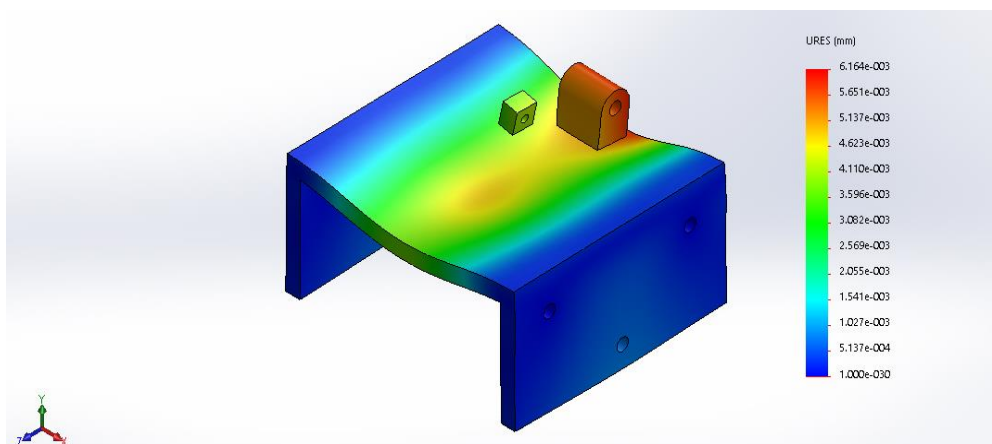
$$240130 \text{ N / m}^2 < 6,72 \text{e} + 007 \text{ N / m}^2$$

De la comparaison, nous concluons que cette pièce porte des poids encore plus grands



**Figure II.31:** Résultat de la simulation de pression sur la base de glissement

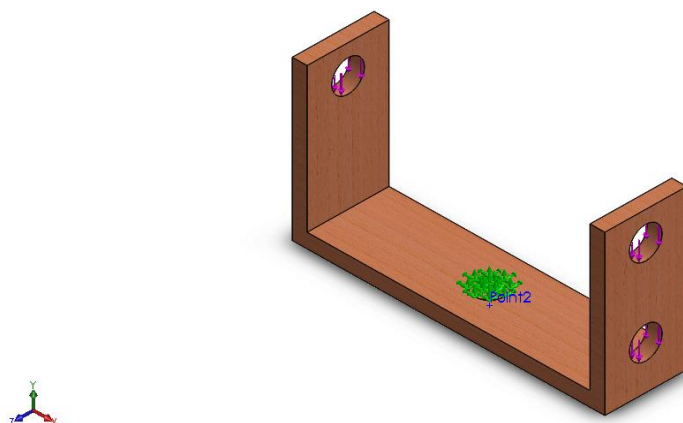
Quant à la simulation de la déformation, les résultats ont été très bons. La valeur la plus élevée était de 0,0061644 mm, qui est une valeur microscopique.



**Figure II.32:** Résultat de la simulation de déformation sur la base de glissement

### II.3.2.2. Pièce de pivotante :

Cette pièce est installée à partir d'une position qui est au milieu de la base (diamètre du trou de 8 mm), et Il est soumis à une force de compression à 3 endroits, deux forces égales dans les deux trous opposés d'un diamètre de 22 mm avec un poids de 1,8 kg et une force de gravité du moteur sur le trou inférieur sur le côté, avec un poids de 0,3 kg. les forces totales sont de avec un poids 2,1 kg comme indiqué dans la figure suivante :

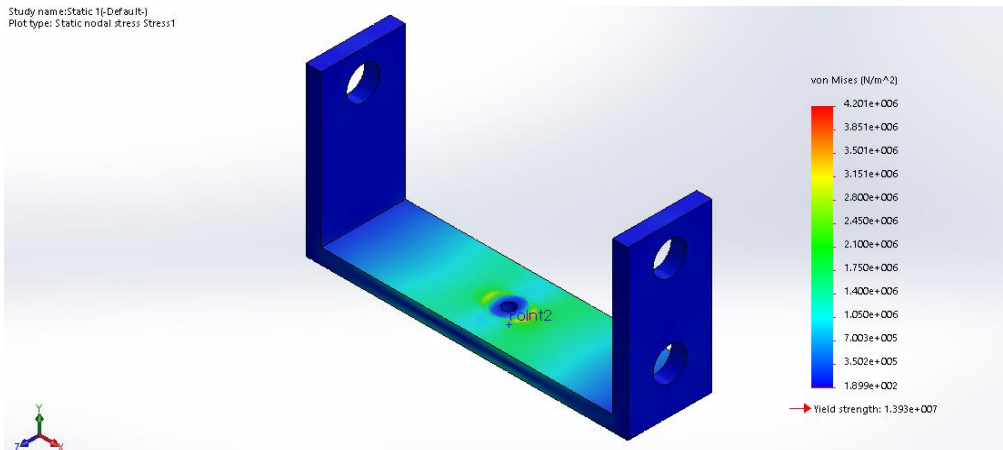


**Figure II.33:** Afficher les lieux d'installation et les lieux de pression (Pièce de pivotante)

Après avoir extrait les résultats présentés dans l'image suivante, nous avons constaté que la valeur minimale est  $189,857 \text{ N} / \text{m}^2$  et la valeur maximale est  $4,20063e + 006 \text{ N} / \text{m}^2$ . Pour connaître la tolérance à la pression, nous comparons la valeur maximale à la valeur de résistance à la traction du bois.

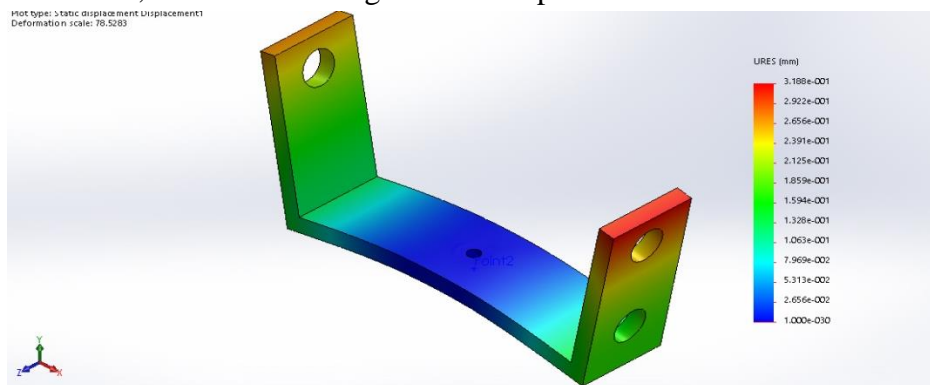
$$4,20063e + 006 \text{ N} / \text{m}^2 < 6,72e + 007 \text{ N} / \text{m}^2$$

De la comparaison, nous concluons que cette pièce porte des poids encore plus grands.



**Figure II.34:** Résultat de la simulation de pression sur la pièce de pivotante

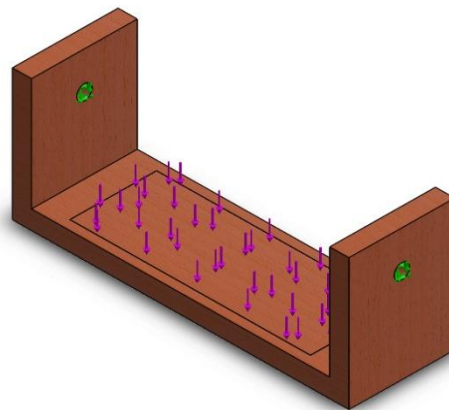
En ce qui concerne la simulation de distorsion, les résultats étaient très bons. la valeur la plus élevée était de 0,318768 mm il s'agit d'une très petite valeur.



**Figure II.35:** Résultat de la simulation de déformation sur la pièce de pivotante

### II.3.2.3. Support de caméra:

Cette pièce tient les caméras sur son dos et comporte deux trous d'un diamètre de 8 mm, dont chacun tient la pièce et est exposé à une force de pression sur une grande surface (avec un poids de 1,4 kg), simulant à peu près la plupart des types d'appareils photo, comme indiqué sur la photo :

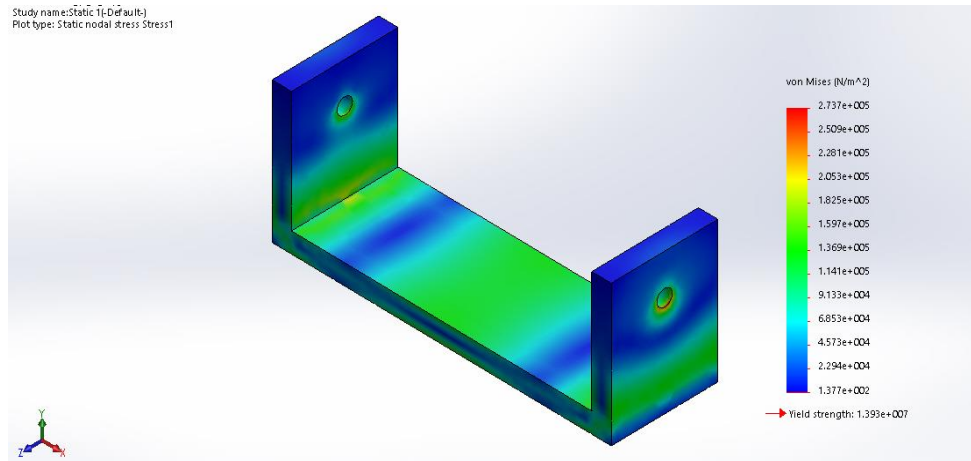


**Figure II.36:** Afficher les lieux d'installation et les Lieux de pression (Support de caméra)

Après avoir extrait les résultats présentés dans l'image suivante, nous avons constaté que la valeur minimale est  $137,708 \text{ N / m}^2$  et la valeur maximale est  $273707 \text{ N / m}^2$ . Pour connaître la tolérance aux contraintes, nous comparons la valeur maximale à la résistance à la traction du bois.

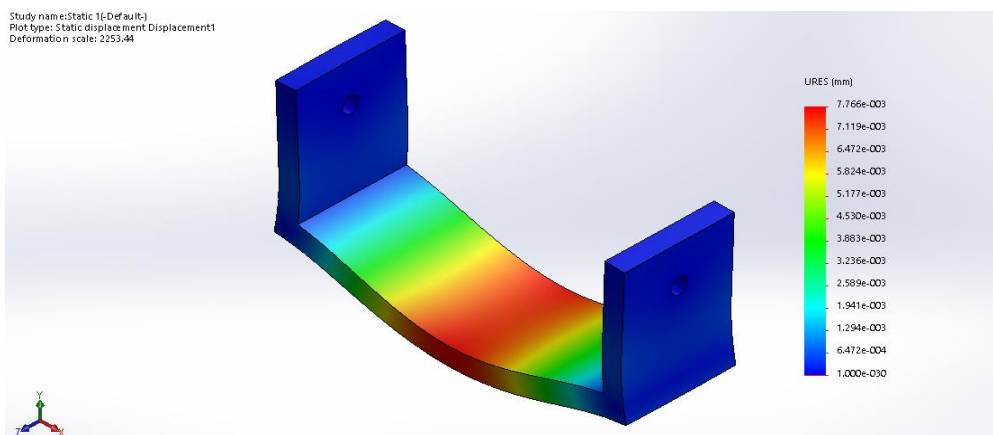
$$273707 \text{ N / m}^2 < 6,72e + 007 \text{ N / m}^2$$

De la comparaison, nous concluons que cette pièce supporte fortement même des caméras avec des poids plus lourds.



**Figure II.37:** Résultat de la simulation de pression sur le support de caméra

En ce qui concerne la simulation de la déformation, les résultats étaient très bons. La valeur la plus élevée était de  $0,00776592 \text{ mm}$  ceci est considéré comme une valeur microscopique.



**Figure II.38 :** Résultat de la simulation de déformation sur la pièce support de caméra

# **Chapitre III**

## **Fabrication de L'appareil**

### III.1. Étapes de fabrication le curseur de la caméra:

Dans ce chapitre nous aborderons toutes les étapes de la fabrication, des explications des images et discuterons de certains des problèmes que nous avons rencontrés lors de l'assemblage des pièces.



**Figure III.1:** Exemple de bois utilisé dans le processus

Ces boîtes sont en bois rouge massif "Rosewood", que j'ai utilisé pour fabriquer mes curseurs de caméra, et toutes les pièces ont été coupées avec une scie électrique, en gardant les dimensions pour que les coupes soient précises.



**Figure III.2:** Les principales pièces en bois utilisées dans la fabrication

Ici, 3 morceaux de bois ont été installés avec une longueur de vis de 2 cm et un diamètre de 3,5 mm, ce qui donne une grande résistance à la traction et convient à l'épaisseur du bois utilisé 1 cm.

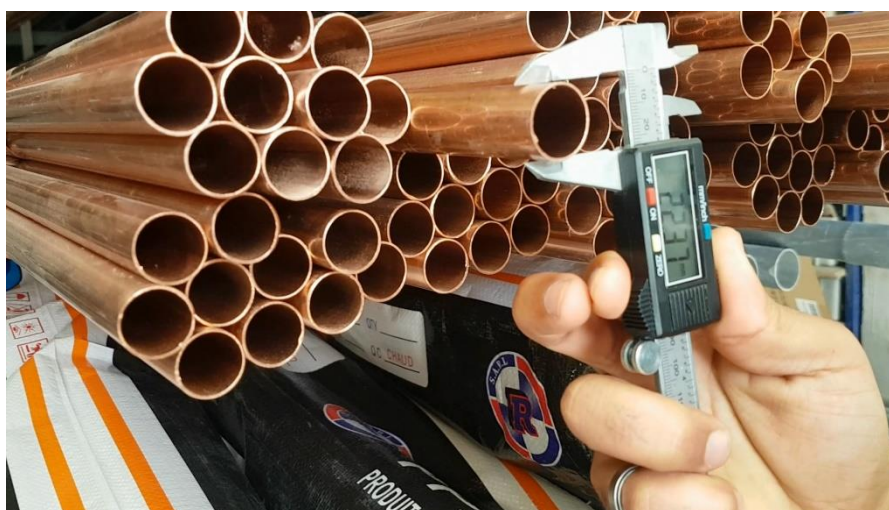
Nous avons percé 3 trous de chaque côté avec un foret de 8 mm à des endroits calculés, puis nous avons coupé la tige filetée dans les longueurs appropriées, puis nous l'avons insérée dans les deux morceaux de bois et y avons collé les roulements dessus, comme indiqué sur la Figure:



**Figure III.3:** L'étape d'installation des roulements à la base de glissement

Quant aux tiges de cuivre utilisées, il s'agit d'un cuivre de haute qualité d'une épaisseur de 1 mm et d'un diamètre de 22 mm.

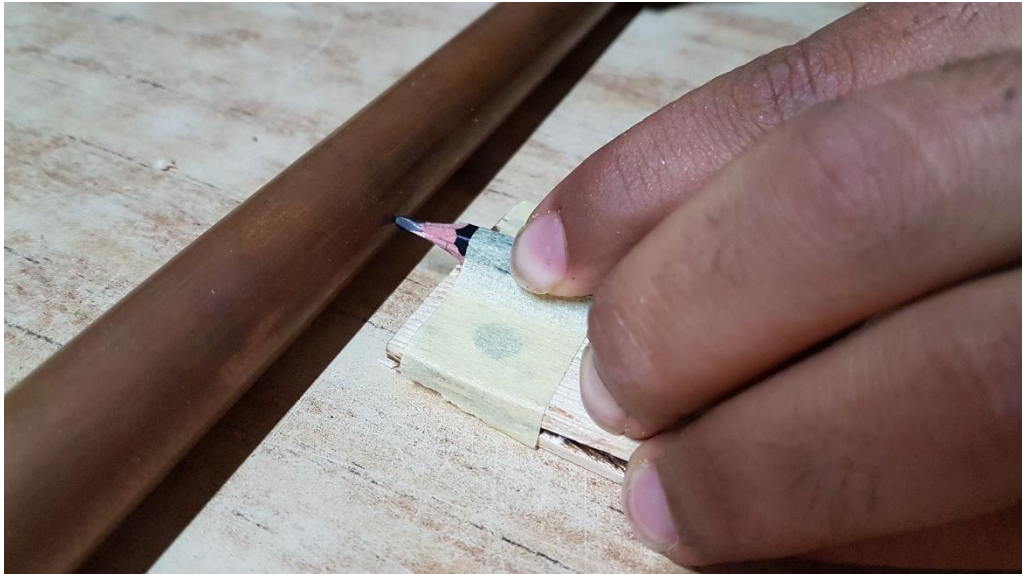
Nous avons utilisé deux barres de même longueur, soit 110 mm, car nous avons décidé de mettre la longueur du curseur de 110 mm.



**Figure III.4:** Photo de la tige de cuivre utilisée

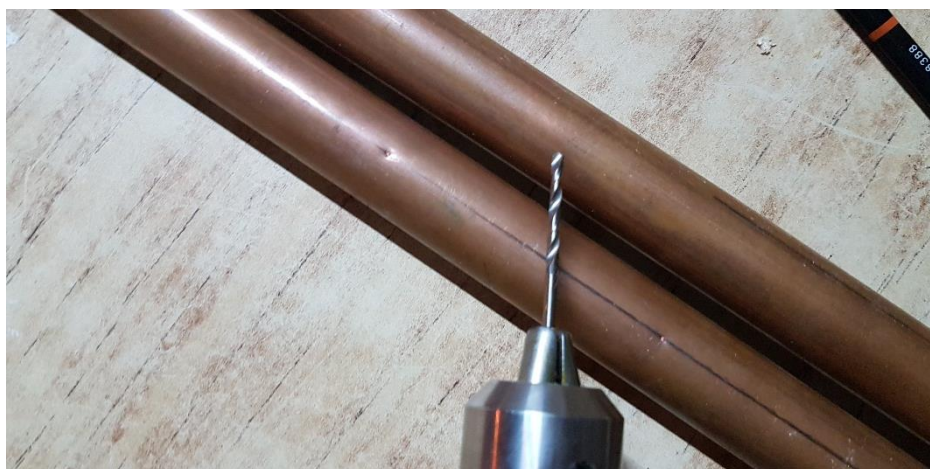
Après avoir choisi les bonnes barres et les bonnes dimensions, nous avons voulu percer les barres avec des trous de 8 mm, mais avec une hauteur de 11 mm.

C'est à dire, la moitié de la hauteur du pénis. Ici, nous avons fait un morceau de bois et au-dessus un crayon pour que la hauteur du stylo sur la surface du sol soit de 11 mm afin qu'il soit exactement au milieu et nous avons installé la tige sur une surface plane afin de créer des lignes droites aux deux extrémités des tiges.



**Figure III.5:** L'étape de détermination de l'emplacement des trous avec un crayon

Après avoir fini de détermination les endroits requis pour les trous, Puis elle a laissé une marque concave avec un clou pointu pour faciliter le processus de forage afin de la perceuse électrique ne s'écarte pas du site du trou car ce processus est considéré comme précis.



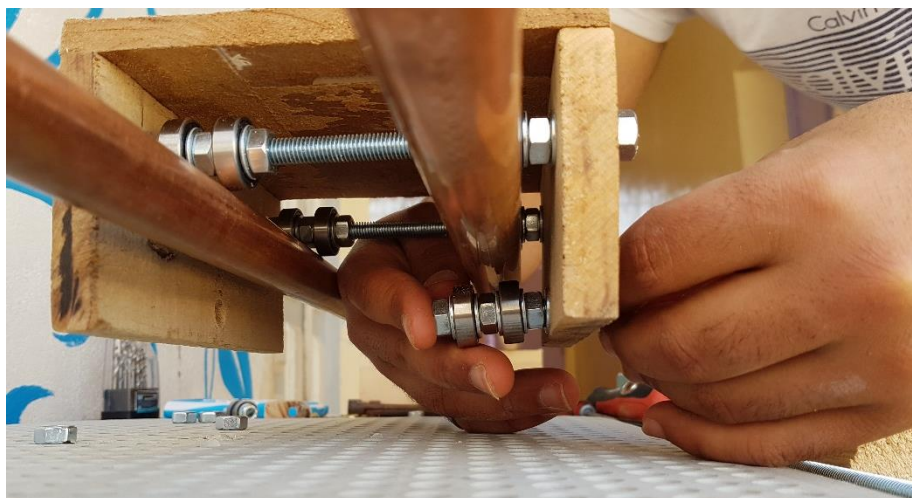
**Figure III.6:** Afficher les emplacements des trous avant le perçage

Les étapes de forage sont progressives car le métal est solide, nous avons percé avec un foret de 2 mm puis 4 mm puis 6 mm puis 8 mm pour obtenir des crevaisons précises et bien arrondis puis nous avons collé la pièce qui est le centre de gravité du glissant et il est fixé sur le trépied qui le porte au milieu et un morceau de bois se trouve à l'extrémité de la barre de défilement pour y fixer la colonne d'inclinaison, si la barre de défilement est placée sur un trépied.



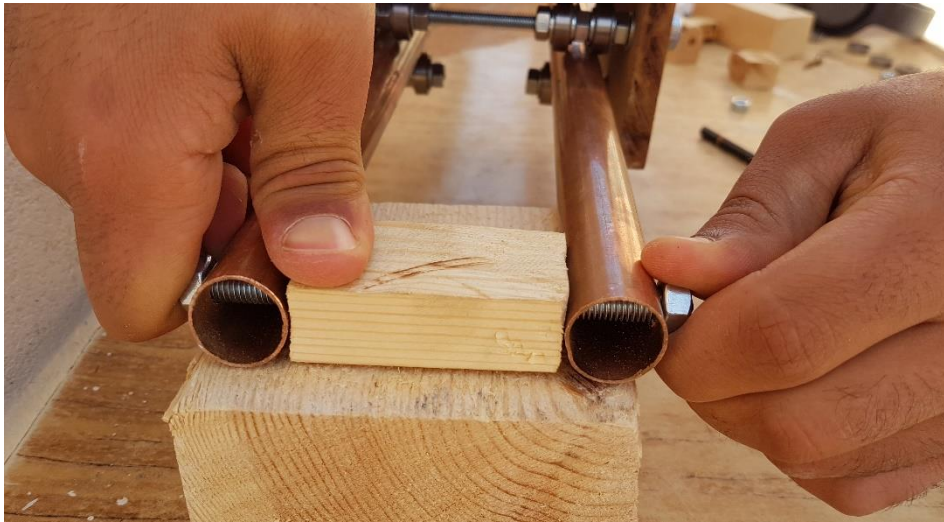
**Figure III.7 :** Installer la pièce de centre de gravité

Après avoir installé les barres au milieu, nous mettons la pièce qui se trouve sur la figure 3 pour l'installer avec les Roulements qui se trouvent en bas afin que la pièce ne sorte pas sur la voie glissante et reste dans le rail.



**Figure III.8:** Installer la base de glissement par le bas

Ensuite après avoir placé la base de glissement sur les barres, et alors nous avons apporté deux morceaux de bois de la longueur mentionnée dans la conception en 3D, où il y a un trou le long de la pièce (d'un diamètre de 8 mm) jusqu'à ce que nous y insérons Tige filetée de même diamètre et nous entrons dans cette tige de vis jusqu'à ce qu'elle sorte des deux extrémités des barres de cuivre sur une distance d'environ 10 mm Pour le fixer avec deux écrous des deux côtés comme indiqué dans la Figure suivante:

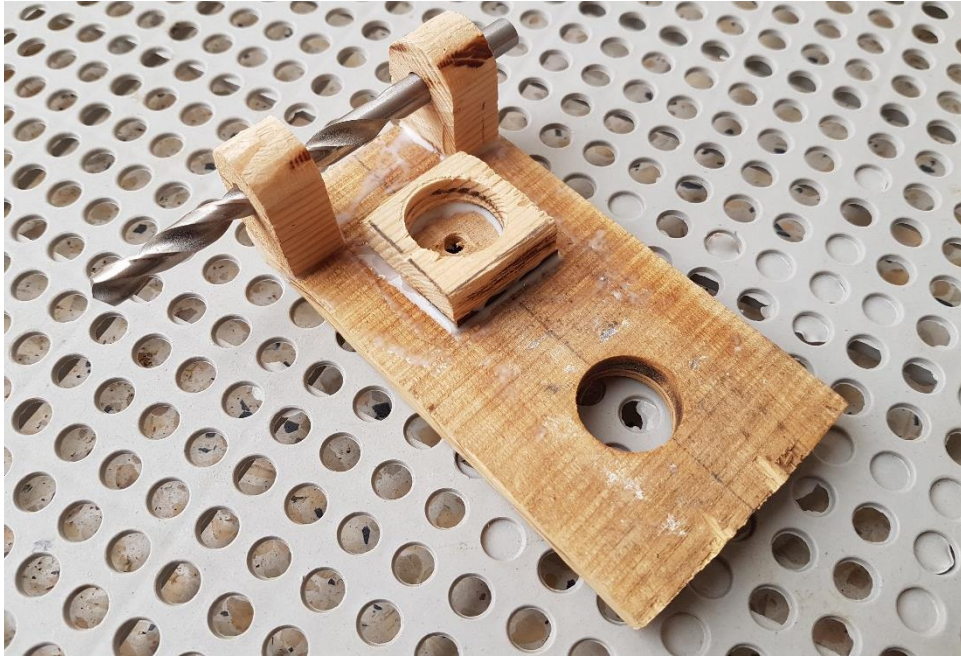


**Figure III.9:** Installe de la barre des deux côtés

Après cela, nous avons commencé à installer la pièce qui se trouve au-dessus de la base de glissement qui est Surface d'inclinaison qui contient beaucoup de pièces, puis coupez chaque pièce comme dans la conception dans les mêmes dimensions et nous avons installé les pièces avec la colle du bois, et nous mettons chaque pièce à sa place, laissez-le sécher pendant environ une heure pour qu'il colle bien.

Nous avons laissé une tête de forage électrique qui a un diamètre 8 mm de diamètre, entre les deux pièces, Pour que tu gardes ça droit, de sorte que l'inclinaison après cela soit douce et qu'il n'y ait pas d'obstruction mécanique ou de frottement.

Cette pièce contient 3 trous d'un diamètre de 22 mm, dont deux trous pour Roulements, et un trou pour le moteur chargé de faire tourner la caméra sur lui-même horizontalement.



**Figure III.10:** Assemblage de la pièce d'inclinaison

Pour percer les 4 trous du moteur pas à pas sur le bois, nous avons suivi un plan simple et précis.

Où nous avons mis un ruban de papier sur le dessus du moteur et déterminé toutes les bordures et les quatre trous et le cercle, puis nous avons enlevé cet autocollant en papier et l'avons mis sur le bois, puis nous avons percé par la perceuse électrique aux endroits spécifiés sur l'autocollant en papier.



**Figure III.11:** Méthode de localisation des trous du moteur pas à pas

Après cela, nous avons mis la pièce pour l'inclinaison en place et attaché un morceau de bois sous la forme d'un rail avec un trou longitudinal Pour que la pente soit sujette à

changement, et avons apposé un petit morceau à la base, Pour installer la colonne d'inclinaison, et l'adhésif était de la colle de bois.



**Figure III.12:** Installation de deux morceaux de bois avec la pente entre les deux

Ici, nous avons eu un problème lors de l'achat d'une bobine de grande taille (avec les mêmes dimensions requises), alors on à fabriquer un Poulie à partir du bois dans les mêmes dimensions, nous avons attaché une partie de la ceinture au disque en bois avec une colle spéciale jusqu'à ce qu'il soit denté avec la même gradation sur la courroie qui le passera.

Et la courroie était également très long, nous en avons découpé un morceau d'une longueur appropriée pour faire passer le mouvement, nous avons installé le moteur par 4 vis.



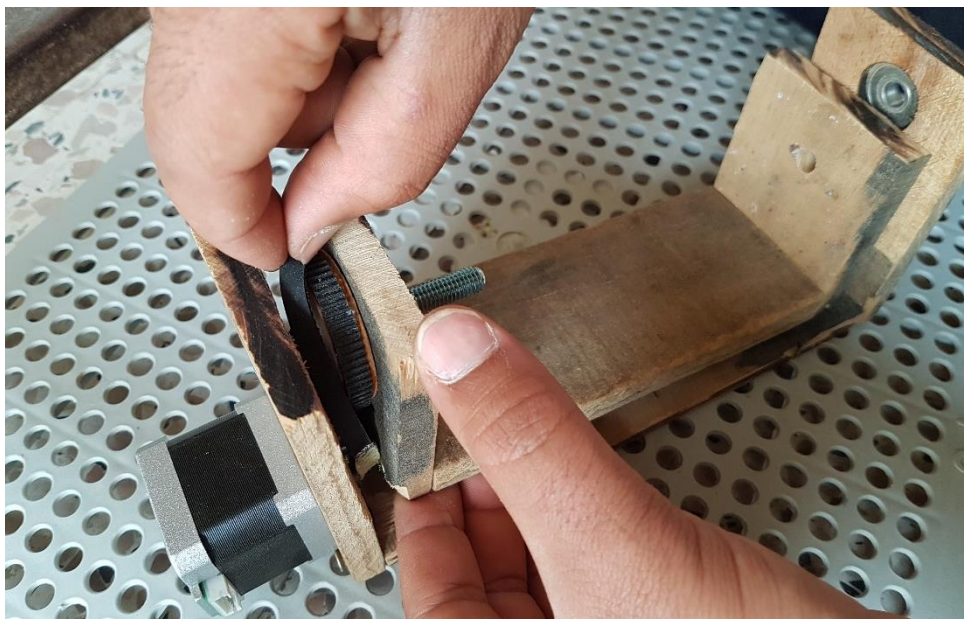
**Figure III.13:** Le moteur pas à pas est installé sur la surface d'inclinaison

Ensuite, nous avons combiné les deux dernières pièces de la pièce de pivotante et la pièce de support de caméra.

Et nous avons installé les roulements à l'intérieur de trous de la pièce de pivotante dont le diamètre est équivalent à 22 mm et il y a un autre trou pour le moteur pas à pas du même diamètre .

Ensuite, nous avons attaché un grand Poulie à la pièce qui contient les caméras afin de lui transmettre le mouvement, mais avant d'installer la pièce avec la tige de vis, nous devons d'abord insérer la courroie de défilement. Insérez ensuite la tige filetée et fixez-la avec les écrous

Nous ne fermons pas les écrous hermétiquement car nous avons besoin de l'espace entre les pièces pour que le mouvement entre les pièces ait lieu, mais nous devons fixer les écrous à un endroit approprié afin qu'ils ne s'ouvrent pas avec le mouvement dans l'appareil, par exemple nous l'avons fixé avec de la colle adhésive adhésif pour qu'ils ne tournent en aucun cas.

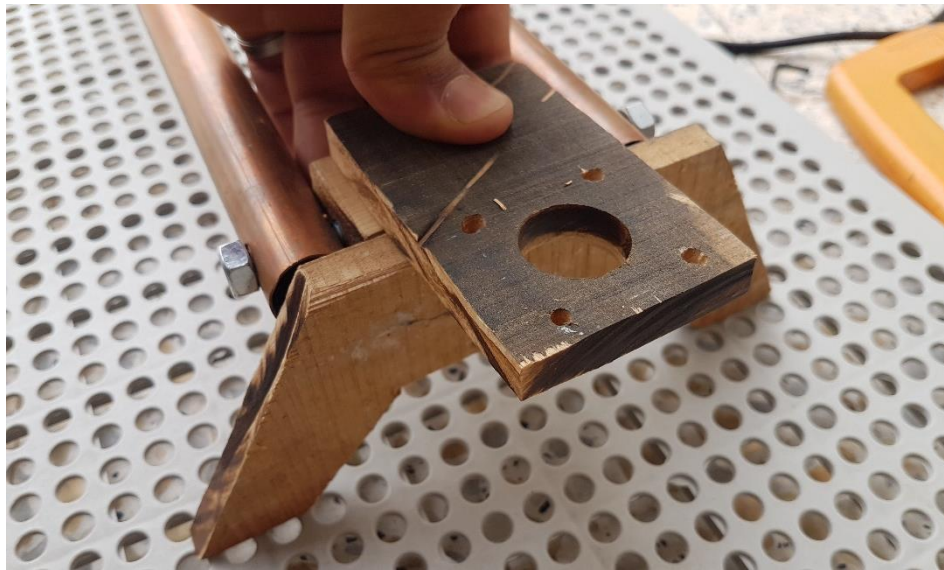


**Figure III.14:** Fixation de la ceinture entre la pièce de pivotante et la pièce de support de caméra

Après avoir rassemblé les deux pièces, nous les avons installées sur la Pièce d'inclinaison et de fixation avec une Tige filetée et un écrou et une rondelle, nous l'avons bien fixée pour qu'elle ne forme pas de vibration, ou d'inclinaison erronée pendant le mouvement.

Ce qui reste dans l'installation de glissant est de lui mettre les jambes debout dessus Nous coupons les morceaux de bois quelque peu détachés comme c'est le cas dans le design3D,

Nous coupons deux morceaux de la même taille et les scotchons sur les tiges de cuivre, Ensuite, nous y avons attaché un morceau de bois pour attacher le moteur.

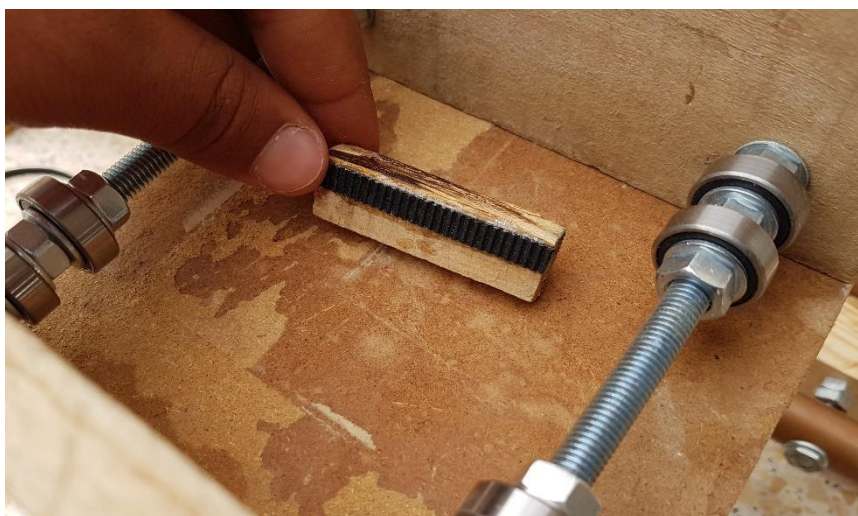


**Figure III.15 :** Installer les jambes du curseur

La dernière chose que nous avons installée était la courroie qui transmet le mouvement du moteur à la pièce coulissante principale qui le déplace de l'extrême droite vers l'extrême gauche et vice versa.

À installer cette bande sur la pièce de glissement, nous avons réfléchi à de nombreuses façons Mais nous avons choisi une méthode que nous considérons idéale.

Et nous avons fabriqué un petit morceau de bois longitudinal pour pouvoir y attacher un morceau de courroie, puis nous avons attaché ce morceau au bas du morceau de glissière et installé le ruban primaire avec ce morceau.



**Figure III.16:** Installé un morceau de bois pour attacher la ceinture à



**Figure III.17:** Images du curseur de la caméra après l'assemblage

### III.2. La Couple moteur nécessaire pour faire glisser le curseur de la caméra:

Pour connaître le moteur adapté à ce projet, nous calculons le couple nécessaire pour faire glisser le curseur de la caméra, mais nous devons d'abord calculer le poids de cette partie coulissante (la partie qui est portée sur les barres de cuivre par des roulements).

Le poids est d'environ 2 kg, et ce poids, bien sûr, sans appareil photo, et après avoir examiné les types d'appareils photo et d'objectifs qui correspond à la place qui lui est allouée dans le curseur, nous avons trouvé des poids allant de 1 kg à 1,5 kg et il y a des cas qui dépassent ce poids, donc à partir de là, nous prenons le grand poids Pour test moteur à son maximum.



**Figure III.18:** Poids de la partie  
Portable sur les barres

Si nous avons le poids total de la partie supérieure de 3,5 kg, ce poids est considéré comme un peu lourd, mais nous connaissons le couple nécessaire pour se déplacer, sachant que le Curseur de la caméra est inclinable à plusieurs angles différents, nous avons décidé de prendre 3 angles pour calculer le couple nécessaire pour chacun d'eux.

- Angle de  $0^\circ$
- Angle de  $45^\circ$
- Angle de  $90^\circ$

Les données et quelques notations :

$F_t$  : Le couple nécessaire [N.mm] ou [kg. cm].

$F$  : La force de frottement des roulements [N].

$T$  : La force de traction la chaîne est égale au couple moteur [N].

$P$  : La force de poids du corps [N].

$R$  : La force de réaction de surface [N].

$\mu_s$  : Coefficient de frottement.

(La masse)  $m = 3.5 \text{ Kg}$  ; (Rayon)  $r = 6 \text{ mm}$  ; (la gravité)  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

### III.2.1. Cas de l'angle 0° degrés:

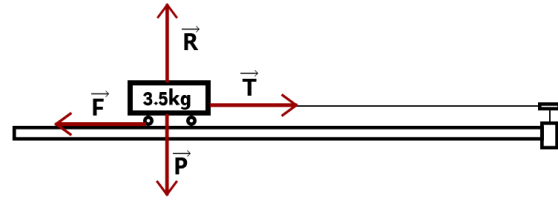


Figure III.19: Diagramme du curseur (Angle de 0°)

La force  $\vec{R}$  et la force  $\vec{P}$  sont des forces opposées de force égale et n'ont donc aucun effet sur la masse.

$$\vec{P} + \vec{R} = \emptyset$$

Pour le bloc soit déplacé :

$$\vec{T} > \vec{F}$$

Calcul de la force de frottement des roulements  $F$  :

$$F = \mu_s \cdot p \quad (\text{III.1})$$

Le coefficient de frottement ici entre les rouleaux et les tiges  $\mu_s = 0,02$  [7]:

$$F = 0,02 * (3,5 * 9,8) = 0,686 \text{ N}$$

Le couple  $F_t$  pour cette puissance est:

$$F_t = F * r = 0,686 * 6 = 4,116 \text{ N} \cdot \text{mm} = 0,042 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad (\text{III.2})$$

### III.2.2. Cas d'angle 45° degrés:

Dans ce cas, le poids est divisée en deux parties, une partie sur l'axe  $J$  et nous l'appelons  $\vec{P}_J$  partie qui sur l'axe  $X$  et nous l'appelons  $\vec{P}_X$  et une partie

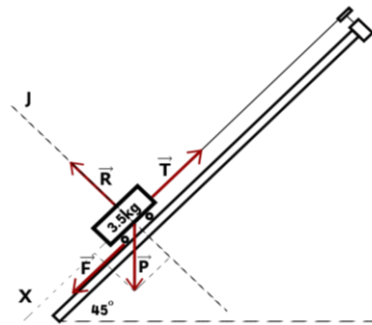


Figure III.20: Diagramme du curseur (Angle de 45°)

La force  $\vec{R}$  et la force  $\vec{P}_J$  sont des forces opposées de force égale et n'ont donc aucun effet sur la masse.

$$\vec{P}_J + \vec{R} = \emptyset$$

Pour le bloc soit déplacé :

$$\vec{T} > \vec{F} + \vec{P}_X$$

Et  $\vec{F}$  à ce cas est contrôlé par la valeur de  $\vec{P}_j$  qui est considérée comme la valeur du poids par rapport à la loi de frottement des roulements.

Si nous calculons d'abord la valeur de  $\vec{P}_j$ :

$$P_j = m \cdot g \cdot \cos\theta \quad \text{(III.3)}$$

$$P_j = 3.5 \cdot 9.8 \cdot \cos 45 = 24.25 \text{ N}$$

Calcul de la force de frottement des roulements  $\vec{F}$  :

$$F = \mu_s \cdot P_j = 0.02 \cdot 24.25 = 0.485 \text{ N}$$

La force de frottement  $\vec{F}$  et le poids sur l'axe  $X$ , symbolisées par  $\vec{P}_x$ , sont dans le même sens, et elles s'opposent toutes deux à la force de traction du moteur  $T$  si l'on additionne les forces  $\vec{F}$  et  $\vec{P}_x$  car elles sont dans la même direction et dans le même sens.

$$\Sigma F = F + P_x = 0.485 + 24.25 = 24.735 \text{ N}$$

Le couple  $F_t$  pour cette puissance est :

$$F_t = \Sigma F \cdot r = 24.735 \cdot 6 = 148.41 \text{ N} \cdot \text{mm} = 1.51 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

### III.2.3 Cas d'angle 90° degrés :

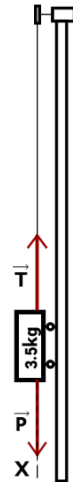
Dans ce cas, il n'y a que deux forces agissant sur la masse, le poids  $\vec{P}$  et la traction du moteur  $\vec{T}$  sont des forces opposées.

Calculer le poids  $P$  :

$$P = m \cdot g = 3.5 \cdot 9.8 = 34.3 \text{ N}$$

Le couple  $F_t$  pour cette force est :

$$F_t = P \cdot r = 34.1 \cdot 6 = 204.6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 2.08 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$



**Figure III.21:** Diagramme du curseur

(Angle de 90°)

Le but de ces calculs est de connaître le couple nécessaire pour déplacer le bloc à trois angles importants différents

**Tableau III.1 :** Tableau montre le couple nécessaire pour différents angles

Angle	La couple nécessaire (kg.cm)
0°	< 0.042
45°	< 1.51
90°	< 2.08

# **Chapitre IV**

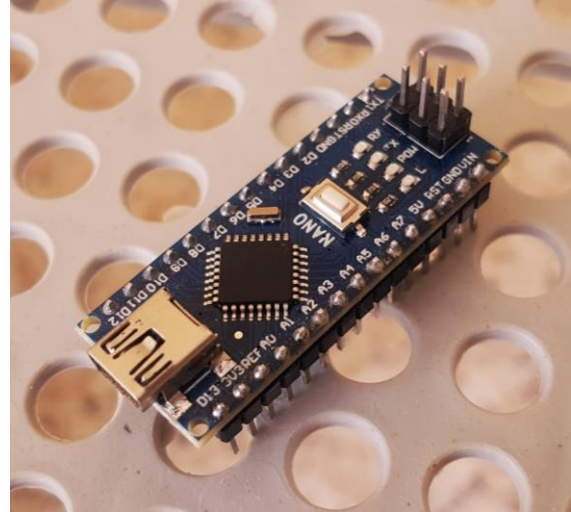
## **La Partie Electrique Avec Quelques Tests Sur L'appareil**

## IV.1. Pièces électroniques utilisées pour la fabrication du curseur:

### IV.1.1. Arduino Nano [8]:

#### IV.1.1.1. Définition de Arduino Nano:

C'est un type de carte de microcontrôleur conçu par l'équipe arduino, ce microcontrôleur est basé sur Atmega168 ou Atmega328p, il est assez similaire à la carte Arduino Uno, mais en ce qui concerne la configuration des broches et les fonctionnalités, cette nano carte a remplacé Arduino Uno en raison de sa petite taille, les cartes Arduino sont principalement utilisées pour construire des projets électroniques, systèmes embarqués, robotique, etc.



**Figure IV.1 :** Exemple Pour Arduino Nano

Mais les nano planches sont principalement introduites pour les débutants qui ne sont pas issus du milieu technique.

#### IV.1.1.2. Caractéristiques Arduino Nano :

- Le microcontrôleur ATmega328P appartient à la famille AVR 8 bits
- La tension de fonctionnement est de 5 V
- La tension d'entrée ( $V_{in}$ ) est de 7V à 12V
- Les broches d'entrée / sortie sont 22
- Les broches analogiques i / p sont 6 de A0 à A5
- Les broches numériques sont 14
- La consommation électrique est de 19 mA
- Broches d'E / S Le courant CC est de 40 mA
- La mémoire flash est de 32 Ko
- SRAM est de 2 Ko
- EEPROM est de 1 Ko
- La vitesse CLK est de 16 MHz
- Poids-7g
- La taille du circuit imprimé est de 18 X 45 mm
- Prend en charge trois communications comme SPI, IIC et USART

## IV.1.2. Moteur Pas À Pas (Nema-17):

### IV.1.2.1. Définition du Moteur Pas À Pas:

Les moteurs pas à pas sont des transducteurs électromécaniques qui assurent la conversion des signaux impulsionnels en mouvement de rotation de type incrémental. Ils sont utilisés dans de nombreuses applications liées aux systèmes informatiques ou de la robotique car ils permettent d'obtenir une très grande précision grâce à leur conception électrique et mécanique [9].

Et le moteur Nema-17 est un type spécialisé de moteur à courant continu qui tourne beaucoup plus lentement, par étapes discrètes, les moteurs pas à pas tournent par un petit fixe angle avec chaque impulsion cc (plutôt qu'une tension appliquée constante), Ce moteur contient 200 pas par tour, bien que d'autres angles de pas soient disponibles dans le package Nema-17 (par exemple 400 pas), l'angle de progression est calculé à l'aide de la formule suivante [10]:

$$\text{Angle de progression} = \frac{360^\circ}{200 \text{ pas}} = 1.8^\circ / \text{pas}$$

### IV.1.2.1. Caractéristiques Nema-17 [11]:

Modèle Non "JK42HS40-1704"

- Angle de pas 1.8°
- Longueur du moteur 40mm
- Courant /Phase 1.7A
- Résistance / Phase 1.65 Ω
- Inductance / Phase 3.2 mH
- Tenir le couple 4 kg/cm
- Masse 0.28 kg

Pour ce moteur, c'est celui que nous avons utilisés dans la fabrication curseur avec exactement ces caractéristiques, et la valeur importante de ces propriétés est le couple, nous le comparons donc avec le couple nécessaire pour tirer le curseur, dont les valeurs ont été définies dans le troisième chapitre.



**Figure IV.2:** Exemple Pour le moteur Pas à Pas (Nema-17)

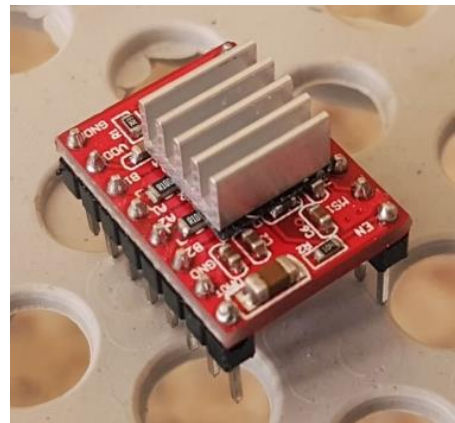
Dans le cas de l'angle  $90^0$  avec une valeur de couple de 2,08 kg.cm, la comparaison est la suivante:

$$4 \text{ kg.cm} > 2,08 \text{ kg.cm}$$

Donc, à partir de cette comparaison, nous concluons que le moteur est capable de tirer la masse hypothétique de 3,5 kg même à l'angle le plus difficile de  $90^0$  et est capable de tirer un poids plus important.

#### IV.1.3. Pilote de moteur (A4988) [10]:

Le Pilote A4988 (capable de piloter des moteurs pas à pas jusqu'à 1,5 A). Ces pilotes de moteur doivent être «réglés» pour fournir la bonne quantité de courant au moteur pas à pas. Un courant trop faible entraînera des étapes sautées, des étapes erratiques, un couple plus faible ou aucun mouvement du tout. Trop de courant entraînera un mouvement bruyant et instable, une surchauffe et peut endommager le pilote et le moteur. Ces pilotes de moteur sont peu coûteux, mais sensibles.



**Figure IV.3 :** Exemple Pour Pilote de moteur (A4988)

Malgré la configuration capricieuse, le pilote de moteur A4988 offre un contrôle supérieur pour le Nema-17, permettant un plein, un demi, un quart, un huitième et même un seizième pas du moteur, le déplacement d'un moteur pas à pas d'une fraction de pas est appelé micro pas. Étant donné que de nombreux Nema-17 ont 200 pas par tour, cela signifie que  $200 \times 16 = 3200$  pas par tour sont possibles. Une fois le pilote correctement configuré, il est extrêmement fiable; ces pilotes de moteur sont sensibles aux pics de tension et doivent être connectés soigneusement avec l'alimentation coupée.

J'ai utilisé cette pièce si le pas est divisé en 16 fois, de sorte que le nombre de pas dans un cycle atteint 3200 pas, ce qui nous aide beaucoup dans la fluidité du mouvement.

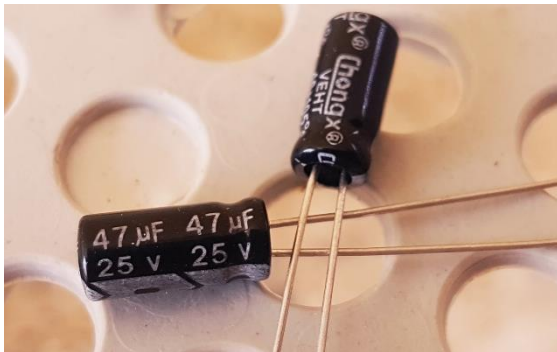
#### IV.1.4. Le reste des pièces :



**Figure IV.4 :** Transformateur électrique  
(AC/DC-12V/2A)



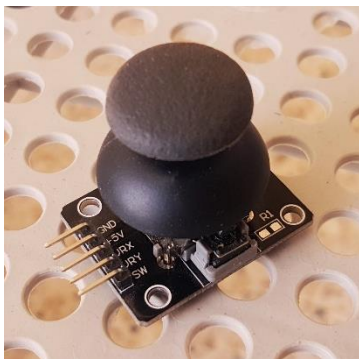
**Figure IV.5 :** Deux bouton-poussoir  
Et 2 LED



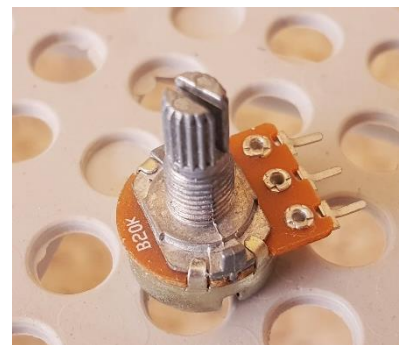
**Figure IV.6 :** Condensateur (47µF/25V)



**Figure IV.7 :** Les résistances



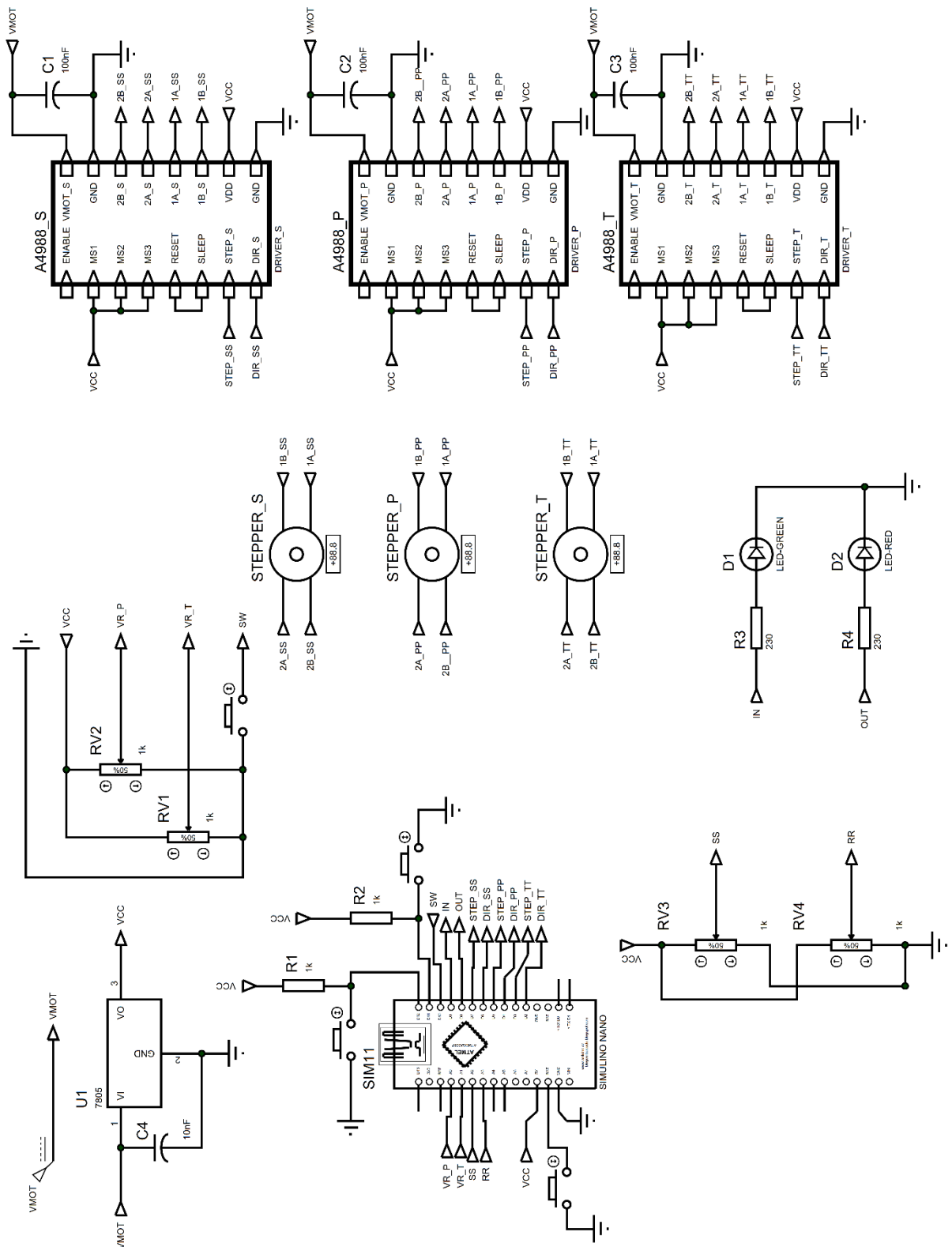
**Figure IV.8 :** Évasion du joystick



**Figure IV.9 :** Résistance variable

#### IV.2. Simulation électrique :

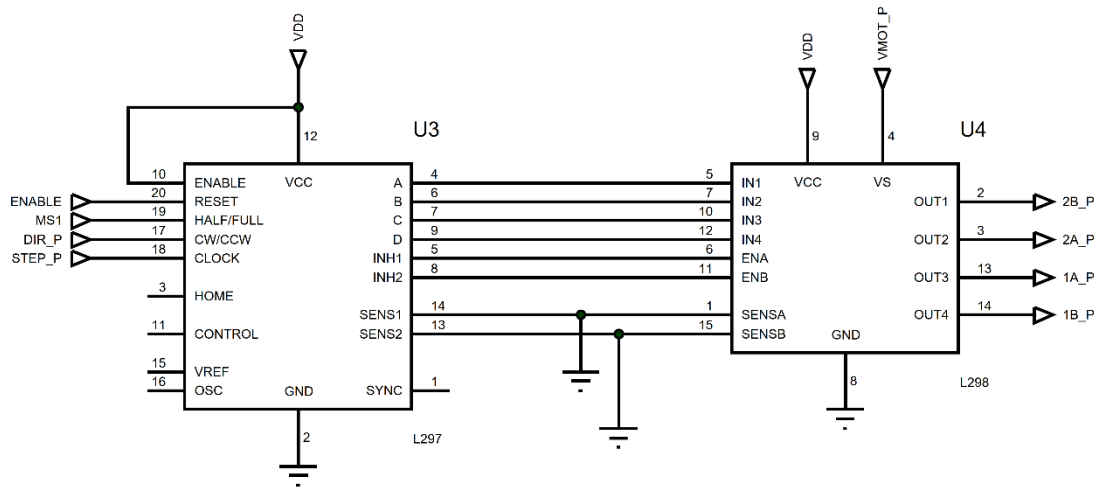
Avant d'installer les pièces électroniques ensemble, nous avons fait une simulation dans un ordinateur sur le programme "Proteus" afin d'éviter toute erreur dans l'installation, même si quelque chose arrivait, cela pouvait être réparé en plusieurs clics sur l'ordinateur et non des pertes matérielles ou même morales.



**Figure IV.10:** Assemblage de pièces électroniques sur un programme (Proteus)

Au cours du processus d'assemblage (connexion) des circuits électriques dans le programme "Proteus", Nous avons remarqué qu'il y a certaines pièces électroniques ne sont

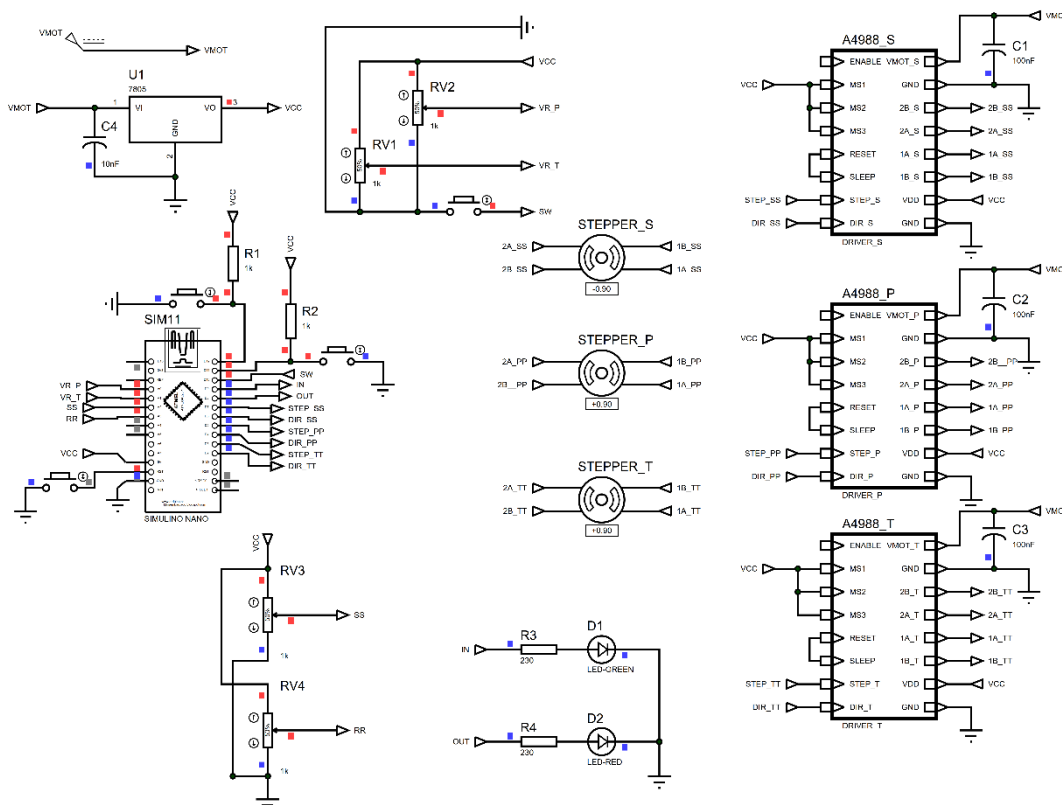
pas présentes (par exemple A4988), nous avons donc créé un circuit électronique pour cette pièce, et c'est comme suit:



**Figure IV.11:** Diagramme A4988

Avant la simulation, la programmation doit être téléchargée sur la carte Arduino virtuelle, la même que dans la réalité.

Après avoir terminé l'assemblage des pièces dans le programme "Proteus", Nous fournissons un diagramme schématique lors de l'exécution de la simulation:



**Figure IV.12 :** Un schéma d'implantation pour simuler des pièces électroniques

Nous avons essayé toutes les pièces utilisées dans la simulation, tout s'est déroulé comme prévu pour que la vitesse des moteurs soit bien contrôlée et changeons de direction.

### IV.3. La forme finale du curseur de la caméra:

Après avoir connu la connexion correcte et les données de coupe nécessaires, nous sommes passés à l'étape de l'installation en réalité avec le même schéma de simulation afin de ne pas avoir de problèmes, nous l'avons essayé après l'installation, et les choses allaient bien après nous être assurés que toutes les pièces étaient opérationnelles, nous les avons placées dans une boîte en bois et avons laissé les pièces de commande bien en évidence afin qu'il soit facile à utiliser et devienne une télécommandes.

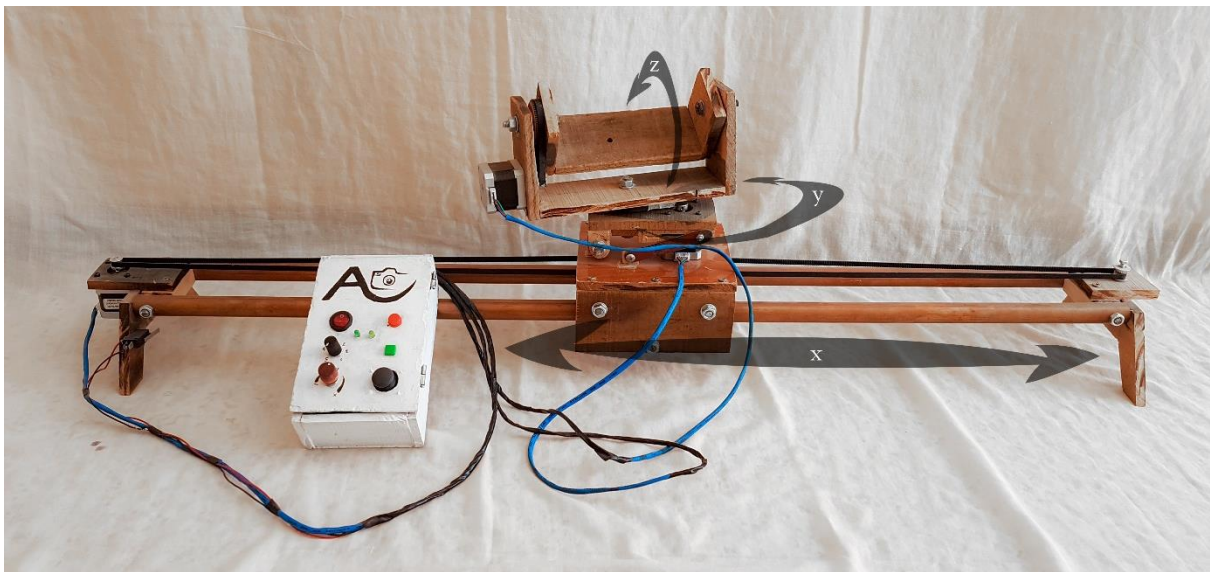


Figure IV.13: La forme finale avec axes de mouvement X et Y et Z

#### IV.3.1. Outil de télécommandes :

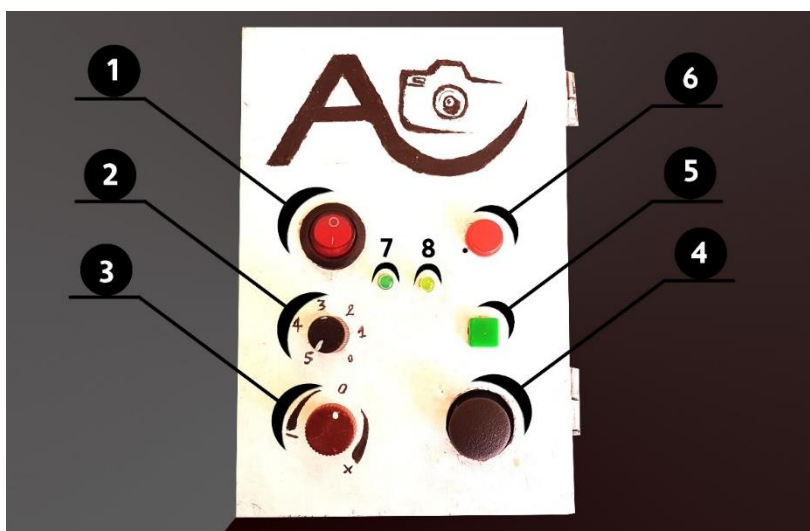


Figure IV.14: La télécommande pour le curseur de la caméra

- 1- Coupeur électrique.
- 2- Une résistance variable qui contrôle la vitesse du mouvement enregistré.
- 3- Une résistance variable qui contrôle la direction et la vitesse du mouvement sur l'axe x.
- 4- Manche, qui contrôle l'inclinaison et la rotation de la caméra sur les axes y et z.
- 5- Le bouton vert, si vous appuyez dessus une fois, la lumière 7 s'allume, qui est l'étape de préparation avant d'enregistrer un mouvement, et si vous appuyez à nouveau la lumière 8 s'allume, les lumières 7 et 8 sont allumées ensemble, et ici vous commencez à enregistrer les mouvements, et si vous appuyez à nouveau, elle renvoie le mouvement en fonction de la vitesse dans l'élément Numéro 2, et si vous appuyez longtemps dessus, toutes les lumières s'éteignent et reviennent à la première position.
- 6- Un bouton rouge pour redémarrer la barre de défilement.
- 7- Feu vert pour se préparer.
- 8- Lumière verte pour commencer l'enregistrement.

#### IV.4. Résultats de test:

Avant de juger si le curseur de la caméra est pratique ou non, nous devons la tester et analyser tous les résultats, par conséquent, nous avons fait de nombreux tests sur l'appareil et en avons mentionné certaines:

- Test de rectitude du mouvement de la caméra .
- Test de régularité des mouvements de la caméra.
- Test de fluidité de mouvement de la caméra .

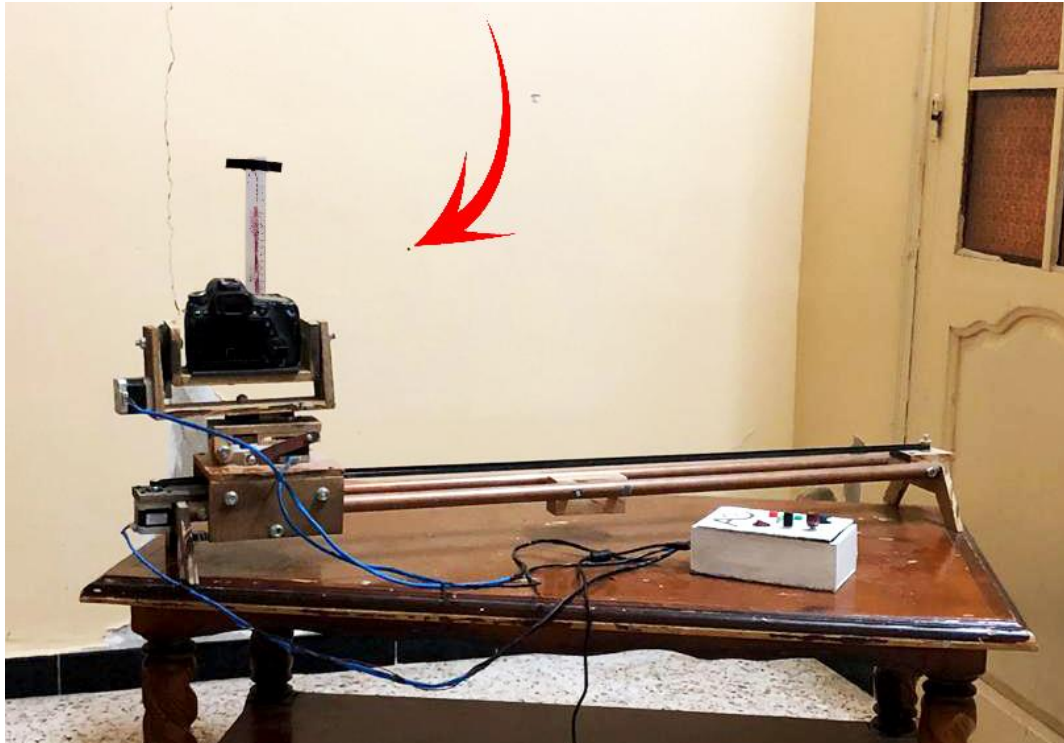
Avant de commencer à tester l'appareil, il est nécessaire de préparer les exigences d'essai qui nous permettent de filmer des vidéos, qui est le suivant :

Nous plaçons le curseur parallèlement au mur (distance 80 cm), et nous avons mis caméra dessus (canon Eos 80d et un objectif de 18 mm), le poids total de l'objectif et de l'appareil photo est de 969 grammes.



**Figure IV.15:** Image le poids de Caméra et de l'objectif

Nous dessinons un point noir sur le mur afin qu'il soit visible sur l'écran de la caméra à n'importe quel point du curseur, afin de lui appliquer le suivi après l'enregistrement de la vidéos sur le programme (After Effects), et mettons une règle sur le mur afin que nous connaissions la valeur de la déviation de la ligne de traçage, comme le montre l'image suivante:



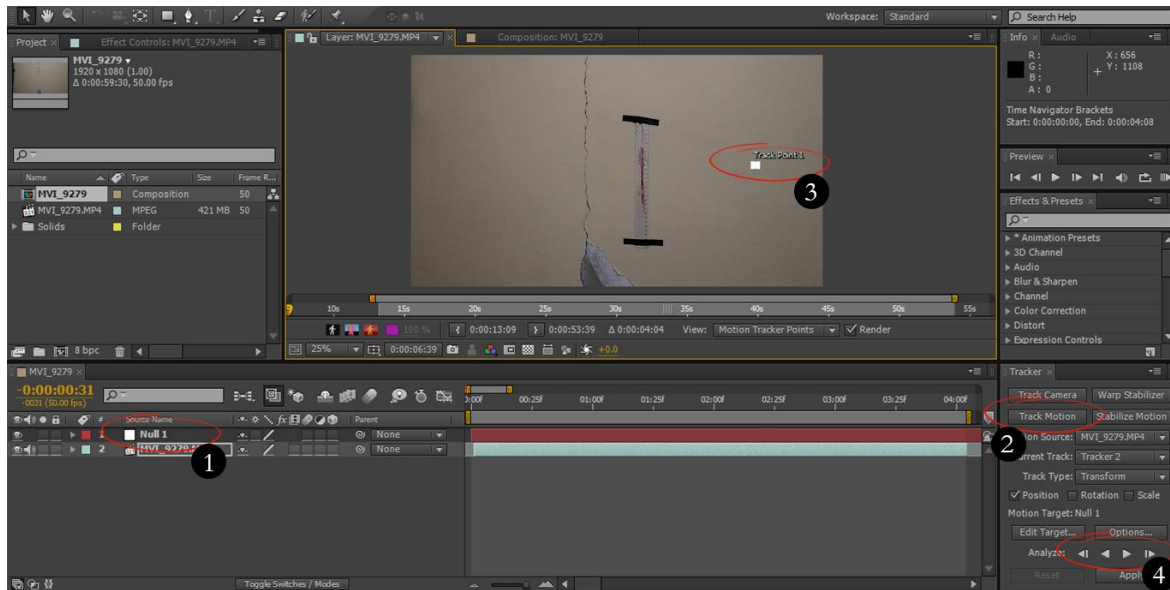
**Figure IV.16:** Image montrant l'équipement de test

Après avoir terminé les préparatifs de l'expérience, nous enregistrons des clips vidéo de différents mouvements qui démontrent l'efficacité du curseur au travail, puis nous insérons ces vidéos dans le programme (After Effects) pour obtenir des résultats les tests suivants:

#### **IV.4.1. Test de rectitude du mouvement de la caméra:**

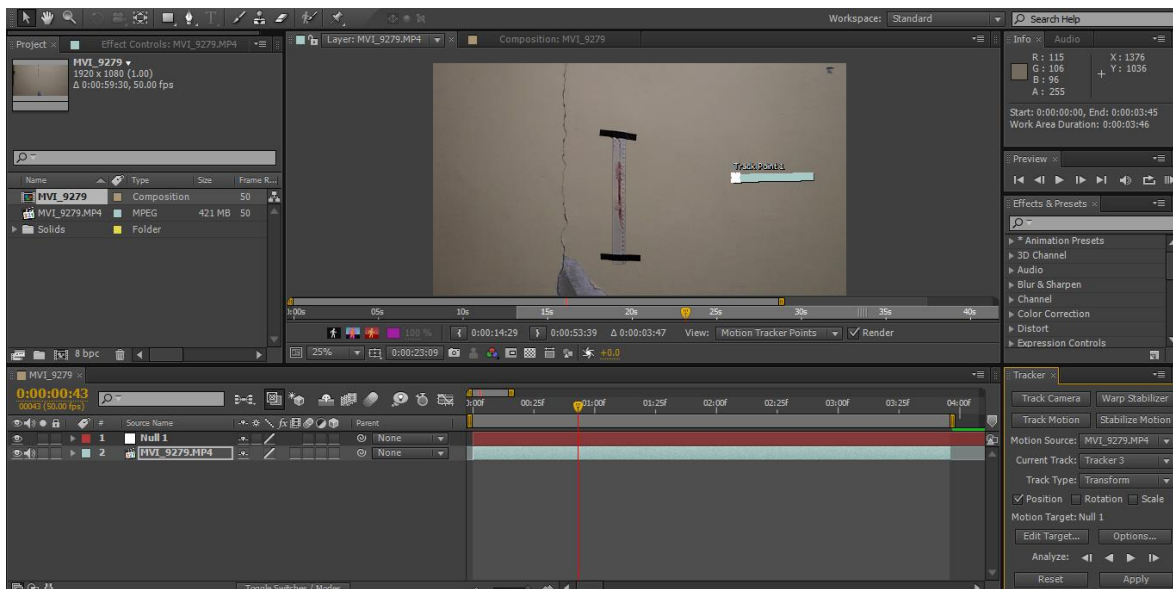
Pour prouver la rectitude du mouvement de la caméra, nous tournons une vidéo horizontalement (sur l'axe des  $x$ ), nous avons inséré ce vidéo dans le programme (After Effects) afin de produire les résultats.

Suivez les étapes suivantes dans le programme:



**Figure IV.17:** Des mesures la montage de vidéos dans le programme (After Effects)

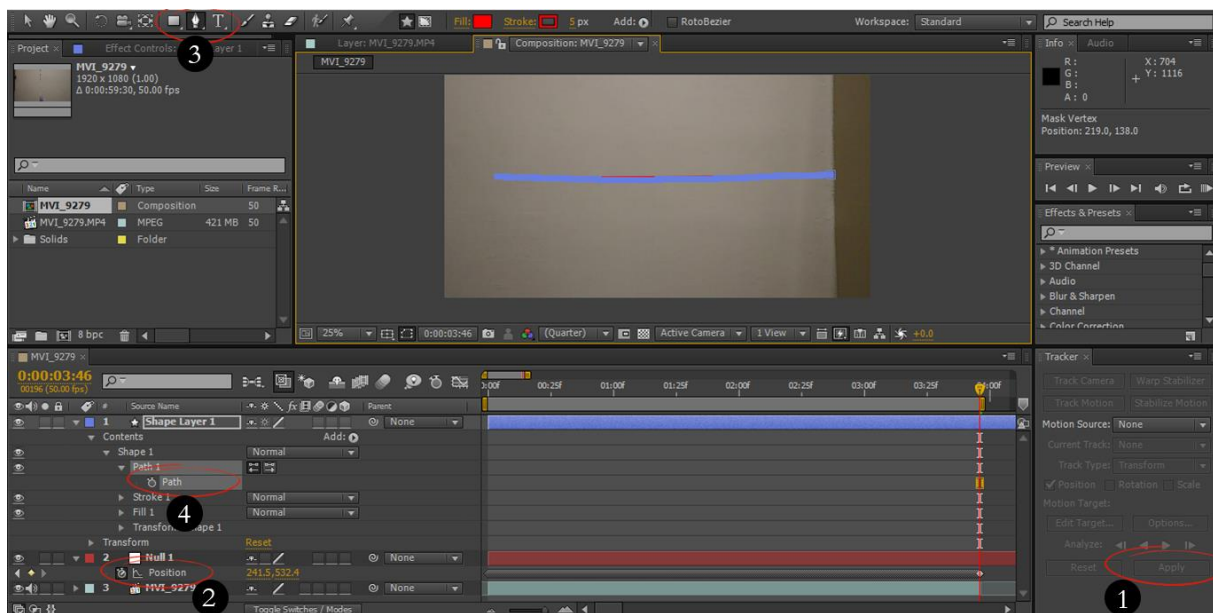
Nous entrons la vidéo dans le programme, puis la première chose doit être d'ajouter un calque à la place des calques appelés (objet nul), le rôle du calque enregistre automatiquement le mouvement de suivi pendant le processus de suivi, puis appuie sur la case (suivre le mouvement) à l'écran, qui sert à suivre l'objet qui se trouve à l'intérieur, du noir que nous mettons sur le mur et nous réduisons le carré jusqu'à ce qu'il soit exactement sur les bords du point, puis nous appuyons sur le bouton d'enregistrement pour être tracé comme le montre l'image suivante:



**Figure IV.18:** Ajustement de la phase de suivi sur le programme (After Effects)

Après avoir terminé le traçage, on appuie sur le bouton (appliquer) jusqu'à ce que le mouvement soit enregistré dans le calque (objet nul), on clique sur le calque, puis on appuie

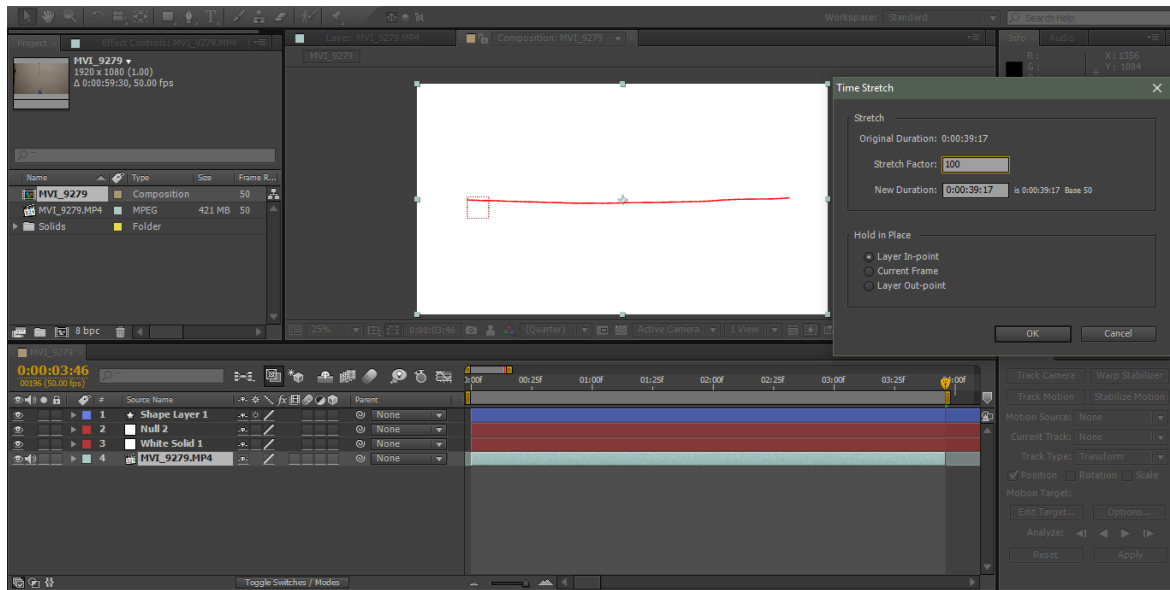
sur le bouton (u) du clavier, le calque (position) apparaît, puis on copie le mouvement en appuyant sur (ctrl + c), puis on passe à l'outil (outil plume), qui est la troisième étape, puis tracez une ligne droite à l'avant de l'œuvre, puis ouvrez ce qui est contenu dans le calque jusqu'à ce que nous atteignons le calque (chemin) et collez ce que nous avons copié du calque précédent en appuyant sur (ctrl + v) après avoir collé la ligne que nous avons dessinée sur les points de traçage qui ont été enregistrés jusqu'à Nous obtenons une ligne de trace comme indiqué dans l'image suivante:



**Figure IV.19:** Étapes pour dessiner une ligne de trace dans le programme (After Effects)

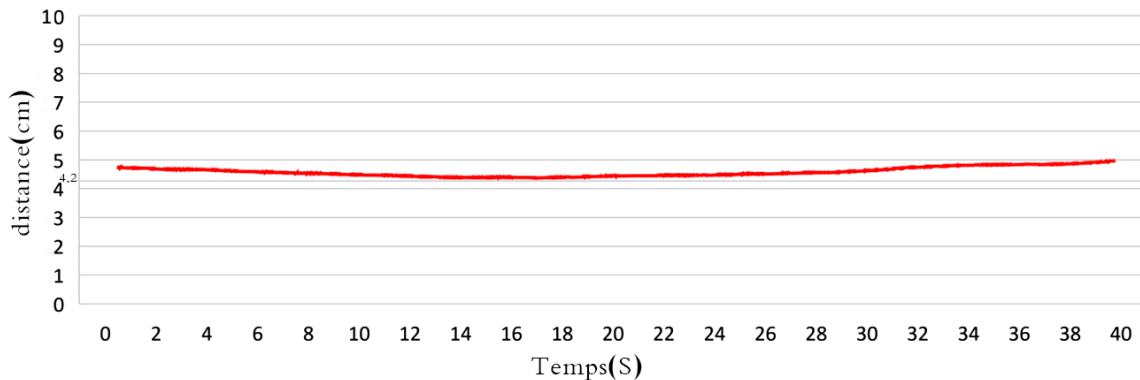
Après avoir tracé la ligne de traçage, les mesures requises doivent être prises, par exemple, en prenant la valeur de l'écart après avoir mis deux lignes parallèles horizontalement comme référence et noté l'espacement des deux lignes de la règle qui se trouve dans la vidéo attachée au mur, puis nous plaçons une couche blanche sous la ligne de traçage afin qu'elle soit proéminente sachant que la durée de la vidéo était de 39 secondes.

Comme indiqué dans l'image suivante:



**Figure IV.20:** Résultat final de la ligne de trace dans (After Effects)

Puis, à la fin, nous avons pris une photo de cette ligne, en préservant les dimensions et toutes les données que nous avons extraites et composées dans une courbe comme dans l'image suivante:



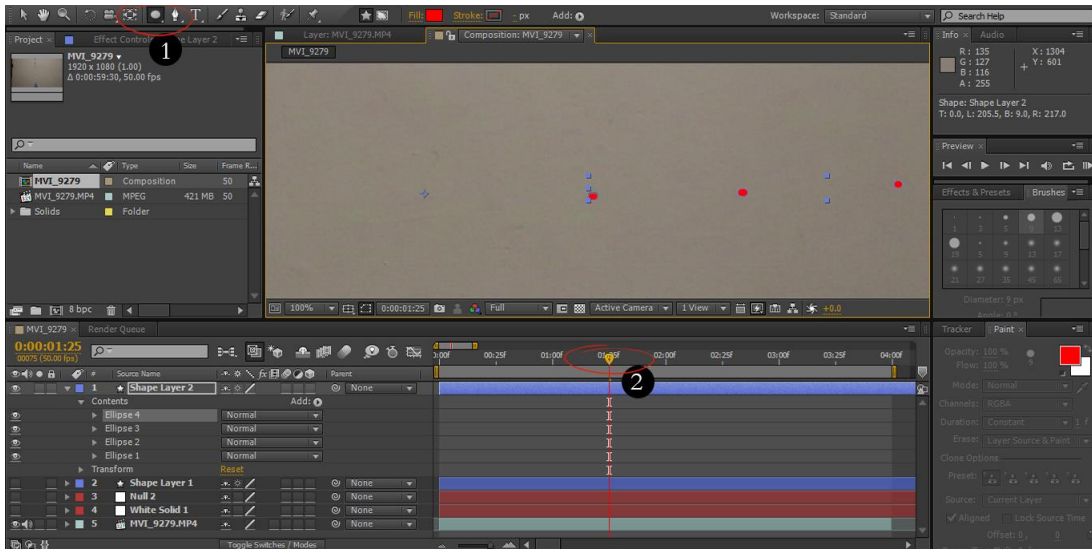
**Figure IV.21:** courbe pour un mouvement rectiligne horizontalement sur l'axe x  
(Ligne de trace)

À partir de la courbe, il a été constaté qu'il y avait un écart sur la rectitude de la ligne, estimé à 8 mm, qui est une valeur qui n'est pas visible à l'œil nu si elle est considérée comme une valeur simple.

#### IV.4.2. Test de régularité des mouvements de la caméra:

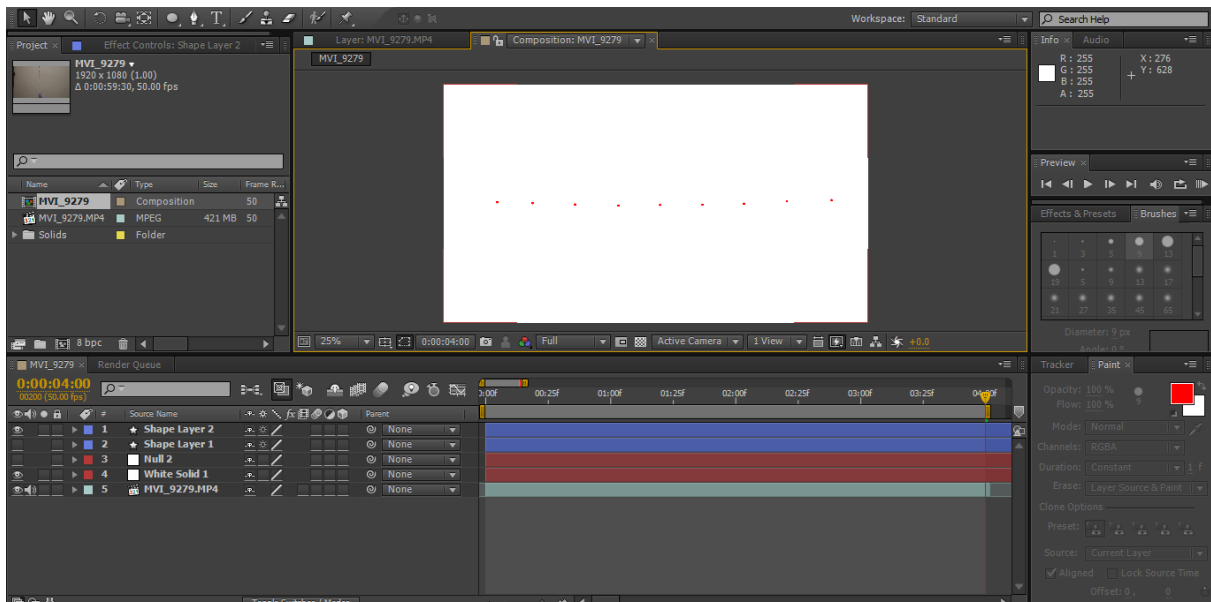
Pour prouver la régularité du mouvement de la caméra, nous avons utilisé une autre stratégie sur le même programme, mais les étapes sont plus simples que la précédente, nous avons inséré la même vidéo (sur l'axe des x), mais cette fois nous voulons placer un point sur le point qui est dessiné sur le mur pour chaque période de temps égale, la première chose que

nous prenons, ce sont les outils pour dessiner, nous prenons un cercle et commençons à dessiner le premier petit cercle au-dessus du point au moment zéro, puis le déplaçons pendant 5 secondes et dessinons à nouveau sur le point jusqu'à la fin, comme le montre l'image suivante:



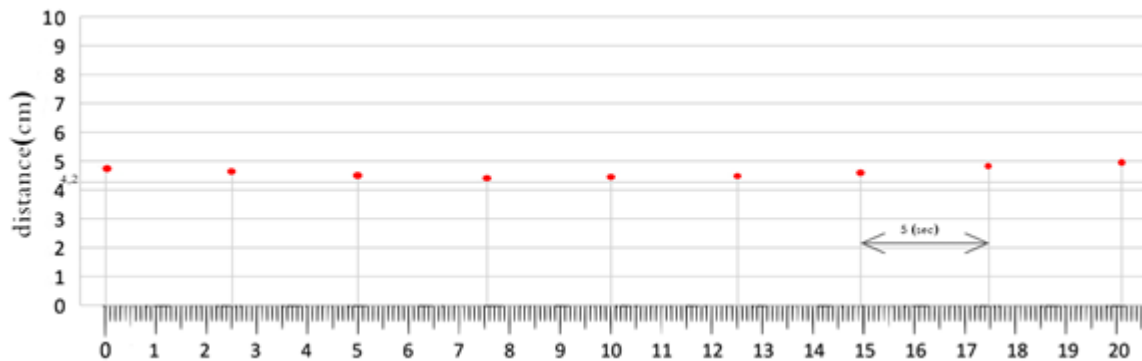
**Figure IV.22:** Étapes pour dessiner des points de traçage dans le programme (After Effects)

Une fois que nous avons fini de dessiner tous les points de traçage, nous mettons un fond blanc derrière le dessin, comme indiqué dans l'image suivante:



**Figure IV.23:** Résultat du suivi des points sur un programme (After Effects)

Ensuite, j'ai pris les points de suivi, en utilisant la méthode des lignes de traçage, en préservant toutes les dimensions et les écarts, et en les plaçant sur une courbe jusqu'à ce qu'il montre une différence entre les dimensions des points.

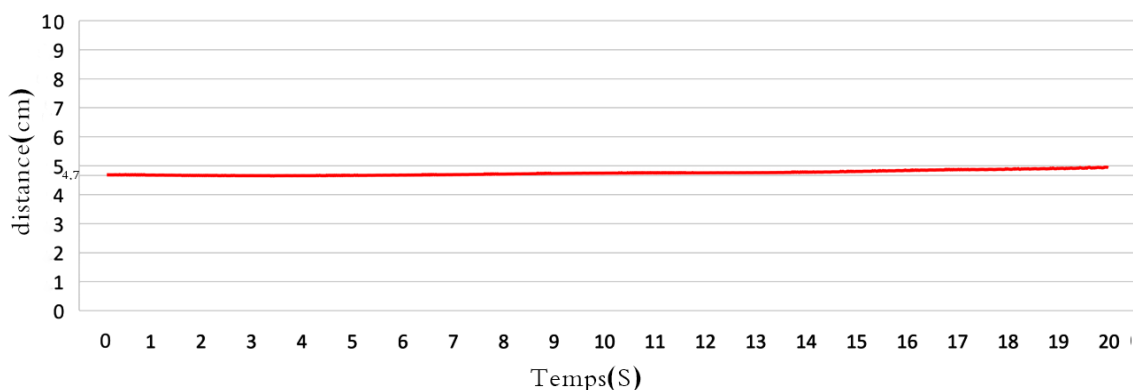


**Figure IV.24:** courbe pour un mouvement droit uniforme le long de l'axe x  
(Points de traçage)

Dans la courbe, il y a des points à tracer, entre chaque point et le même intervalle de 5 secondes, mais l'espacement entre chaque point et point n'il y a une légère incertitude de  $2,5 \pm 0,1$  cm.

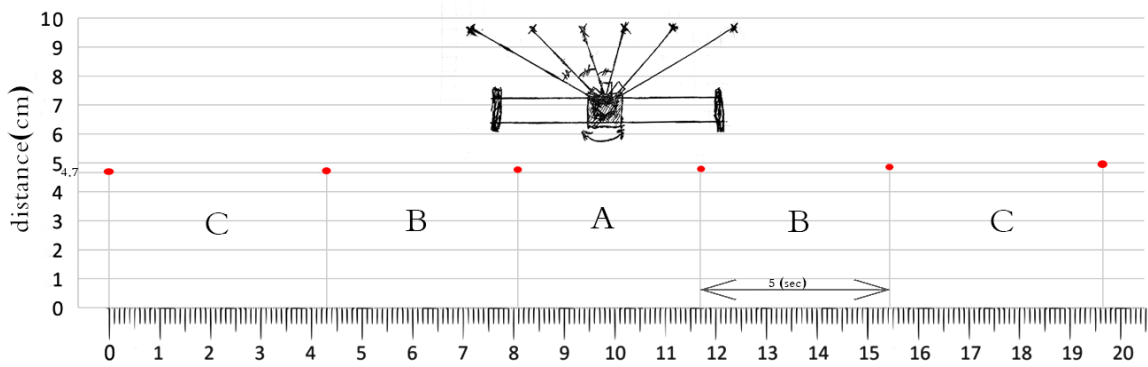
#### IV.4.3. Test de fluidité de mouvement de la caméra:

Pour démontrer la fluidité du mouvement de la caméra sur les axes y et z, nous tournons des vidéos (verticales et diagonales), et après le tournage, nous entrons les clips dans (After Effects), et maintenant nous sortons les résultats directement (Après avoir clarifié la méthode d'extraction des résultats lors des tests précédents).



**Figure IV.25:** courbe de la rotation de la caméra sur l'axe des y (ligne de trace)

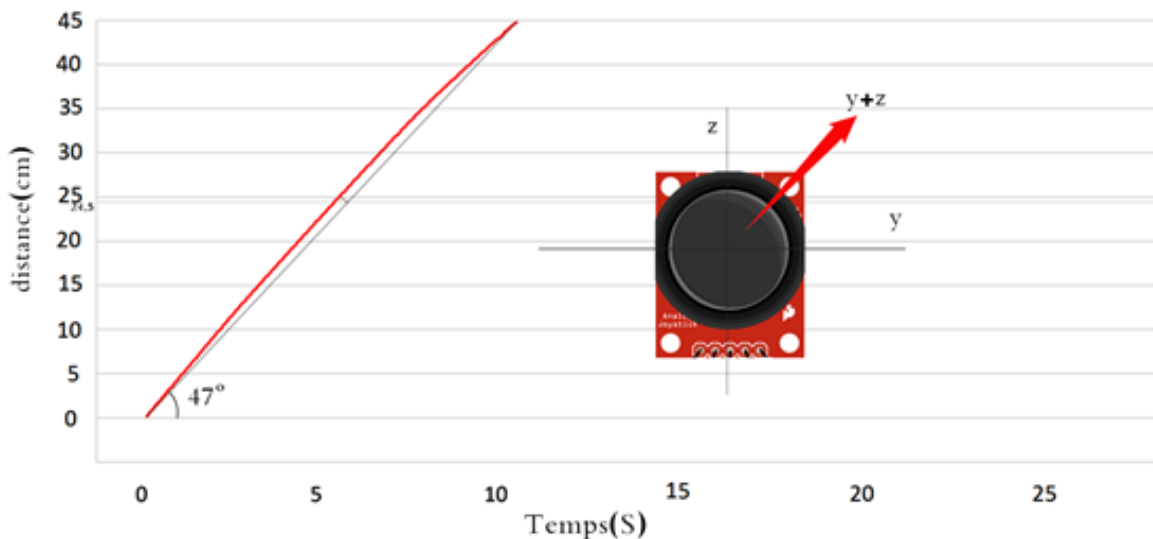
Dans cette courbe, il y a un très léger écart de 2 mm



**Figure IV.26:** courbe de la rotation de la caméra sur l'axe des y (points de suivi)

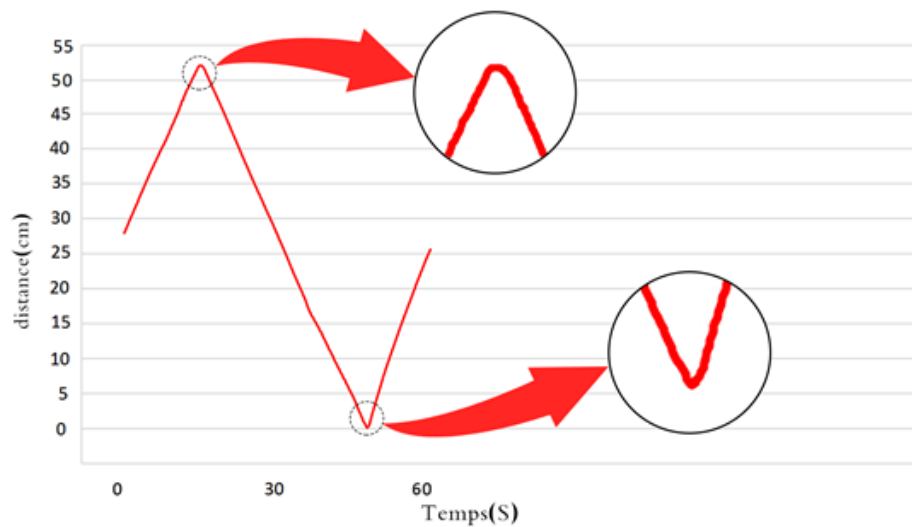
Dans cette courbe, l'espacement des points doit augmenter au fur et à mesure que le point s'éloigne de la caméra, sachant qu'en enregistrant chaque point après un intervalle fixe de 5 secondes, il faut trouver que le point A est le plus petit car il est le plus proche et la dimension B est le plus grand car c'est la plus éloignée.

Quant à ce que nous avons constaté que A est en fait de plus petite dimension, B est légèrement plus grand et C est plus grand que ce qui a été mentionné précédemment, mais nous devons trouver que les deux dimensions avec le même nom sont égales et nous avons trouvé qu'il y a une légère incertitude estimée à  $\pm 1$  mm, et c'est très simple.



**Figure IV.27:** Courbe de rotation et mouvement d'inclinaison ensemble sur les axes Y et Z ensemble (ligne de suivi)

Ici, nous expérimentons ensemble l'axe Y et l'axe Z pour voir s'ils forment une ligne droite à un angle de 45 degrés, nous avons constaté qu'il y avait un léger écart sur la ligne droite de 5 mm, et nous avons également constaté que l'angle 47 degrés signifie plus de 45, Juste deux degrés c'est bien.



**Figure IV.28:** Courbe des mouvements de roulement entre les axes Y et Z  
(Ligne de trace)

Le but de cette courbe est de connaître la courbure de la courbe lors de la visualisation.

Et il y a d'autres expériences, par exemple, l'expérience d'intervalle de temps que la diapositive peut atteindre, le glissement traverse toute la distance libre 85MM cela à la vitesse la plus basse possible en environ 6 heures et demie, et cette Fonctionnalité est rarement trouvée dans le curseur et est très utile dans de rares scènes nocturnes d'étoiles.

Quant à la période la plus courte pendant laquelle la glissière se déplace, sa durée est estimée à 50 secondes, et elle est considérée comme une longue période car il y a des vues qui ont besoin plus rapide que cela.

## Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire a été consacré à la conception et la réalisation un curseur d'une caméra.

Nous avons modélisé le curseur en 3D avec (CAO) Et présenter les étapes de fabrication de cet appareil avec une explication des étapes puis nous avons fait une simulation dans un ordinateur sur le programme "Proteus", Une fois cet appareil fabriqué et entièrement assemblé, nous le faisons fonctionner et le testons pour répondre aux questions précédemment posées.

Après avoir effectué des tests sur les performances de l'indicateur en rectitude et régularité et fluidité du mouvement de la caméra, des soupçons mineurs ont été trouvées, et cela est dû à la fabrication manuelle traditionnelle de l'appareil, et ces résultats étaient attendus, et pour le test d'endurance, cet appareil peut résister à l'imagerie pendant longtemps sans interruption.

En général, cet appareil fonctionne très bien et un photographe professionnel pouvait l'utiliser pour produire des résultats très impressionnants.

Et il est possible d'ajouter des accessoires à l'appareil pour le rendre plus facile à utiliser et donner plus de résultats et de compétences, par exemple nous rendons le contrôle sans fil ou ajoutons une fonction d'intelligence artificielle pour suivre automatiquement certaines choses ou le faire fonctionner avec une batterie au lieu de l'électricité domestique.

---

## Références

- [1] A.Hösl, "Understanding and Designing for Control in Camera Operation", Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München, 2019.
- [2] Wikipedia contributors, "Camera dolly", In Wikipedia, The Free Encyclopedia, April 2020, from: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Camera\\_dolly&oldid=950623172](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Camera_dolly&oldid=950623172)
- [3] C.Tamilarasan, S.S.Dinesh, G.C.S.Sundar et al, "Manufacturing of low cost semi automatic camera slider", J Adv Res Manu Mat Sci Metall Engi 2017, 4(3&4), 14-23.
- [4] Kody, K.McCormick, "How To Use a Slider", MANFROTTO, 16 March 2016, from: <https://www.manfrottoschoolofexcellence.com/2016/03/how-to-use-a-slider/>
- [5] A.Salman, "The 10 Best Camera Sliders in 2020", OMNICORE, Aug 2020, from: <https://www.omnicoreagency.com/best-camera-sliders/>
- [6] R.Fontaine, "Conception pour fabrication et assemblage", WEVALGO, Octobre 2019, from: <https://www.wevalgo.com/fr/savoir-faire/r-d/conception-fabrication>
- [7] D.Lippert, J.Spektor, "Rolling resistance and industrial wheels" 2013.
- [8] T.Agarwal, "An overview of arduino nano board", ELPROCUS, 2019 from: <https://www.elprocus.com/an-overview-of-arduino-nano-board/>
- [9] A. Djeriouat, L.H. Klouche Djedid, "Mise en œuvre de cartes de commande basées sur le module de prototypage arduino pour moteurs pas à pas", MASTER, Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, Juin 2015.
- [10] D.Dubins . "Electronics and microprocessing for research ", 2nd Edition, Cambridge Scholars Publishing, 2019.
- [11] N.Alberro, Amelia, "Disseny d'una màquina de soldar automàtica", BACHELOR THESIS, Escola d'Enginyeria de Barcelona Est, Juin 2016.

## Programmation utilisée dans l'appareil :

```

1. #include <AccelStepper.h>
2. #include <MultiStepper.h>
3. #define JoyX A0 // Joystick X pin
4. #define JoyY A1 // Joystick Y pin
5. #define slider A2 // Slider potentiometer
6. #define inOutPot A3 // In and Out speed potentiometer
7. #define JoySwitch 10 // Joystick switch connected
8. #define InOutSet 12 // Set Button
9. #define limitSwitch 11
10. #define inLED 8
11. #define outLED 9
12. AccelStepper stepper1(1, 7, 6);
13. AccelStepper stepper2(1, 5, 4);
14. AccelStepper stepper3(1, 3, 2);
15. MultiStepper StepperControl;
16. long gotoPosition[3];
17. int JoyXPos = 0;
18. int JoyYPos = 0;
19. int sliderPos = 0;
20. int currentSpeed = 100;
21. int inOutSpeed = 100;
22. int XInPoint = 0;
23. int YInPoint = 0;
24. int ZInPoint = 0;
25. int XOutPoint = 0;
26. int YOutPoint = 0;
27. int ZOutPoint = 0;
28. int InandOut = 0;
29. void setup() {
30. stepper1.setMaxSpeed(3000);
31. stepper1.setSpeed(200);
32. stepper2.setMaxSpeed(3000);
33. stepper2.setSpeed(200);
34. stepper3.setMaxSpeed(3000);
35. stepper3.setSpeed(200);
36. pinMode(JoySwitch, INPUT_PULLUP);
37. pinMode(InOutSet, INPUT_PULLUP);
38. pinMode(limitSwitch, INPUT_PULLUP);
39. pinMode(inLED, OUTPUT);
40. pinMode(outLED, OUTPUT);
41. StepperControl.addStepper(stepper1);
42. StepperControl.addStepper(stepper2);
43. StepperControl.addStepper(stepper3);
44. while (digitalRead(limitSwitch) != 0) {
45. stepper1.setSpeed(3000);
46. stepper1.runSpeed();
47. stepper1.setCurrentPosition(0);
48. }
49. delay(20);
50. while (stepper1.currentPosition() != -200) {
51. stepper1.setSpeed(-3000);
52. stepper1.run();
53. }
54. }

```

```
55. void loop() {
56.   while (digitalRead(limitSwitch) == 0 || stepper1.currentPosition() < -83500) {}
57.   if (digitalRead(JoySwitch) == 0) {
58.     currentSpeed = currentSpeed + 50;
59.     delay(200);
60.   }
61.   if (digitalRead(InOutSet) == 0) {
62.     delay(500);
63.     if (digitalRead(InOutSet) == 0) {
64.       InandOut = 4;
65.     }
66.     switch (InandOut) {
67.       case 0:
68.         InandOut = 1;
69.         XInPoint = stepper1.currentPosition();
70.         YInPoint = stepper2.currentPosition();
71.         ZInPoint = stepper3.currentPosition();
72.         digitalWrite(inLED, HIGH);
73.         break;
74.       case 1:
75.         InandOut = 2;
76.         XOutPoint = stepper1.currentPosition();
77.         YOutPoint = stepper2.currentPosition();
78.         ZOutPoint = stepper3.currentPosition();
79.         digitalWrite(outLED, HIGH);
80.         break;
81.       case 2:
82.         InandOut = 3;
83.         inOutSpeed = analogRead(inOutPot);
84.         gotoposition[0] = XInPoint;
85.         gotoposition[1] = YInPoint;
86.         gotoposition[2] = ZInPoint;
87.         stepper1.setMaxSpeed(inOutSpeed);
88.         stepper2.setMaxSpeed(inOutSpeed);
89.         stepper3.setMaxSpeed(inOutSpeed);
90.         StepperControl.moveTo(gotoposition);
91.         StepperControl.runSpeedToPosition();
92.         delay(200);
93.         break;
94.       case 3:
95.         InandOut = 2;
96.         inOutSpeed = analogRead(inOutPot);
97.         gotoposition[0] = XOutPoint;
98.         gotoposition[1] = YOutPoint;
99.         gotoposition[2] = ZOutPoint;
100.        stepper1.setMaxSpeed(inOutSpeed);
101.        stepper2.setMaxSpeed(inOutSpeed);
102.        stepper3.setMaxSpeed(inOutSpeed);
103.        StepperControl.moveTo(gotoposition);
104.        StepperControl.runSpeedToPosition();
105.        delay(200);
106.        break;
107.       case 4:
108.         InandOut = 0;
109.         digitalWrite(inLED, LOW);
110.         digitalWrite(outLED, LOW);
```

```
111. delay(1000);
112. break;
113. }
114. }
115. JoyXPos = analogRead(JoyX);
116. if (JoyXPos > 600) {
117. stepper2.setSpeed(currentSpeed);
118. }
119. else if (JoyXPos < 400) {
120. stepper2.setSpeed(-currentSpeed);
121. }
122. else {
123. stepper2.setSpeed(0);
124. }
125. JoyYPos = analogRead(JoyY);
126. if (JoyYPos > 600) {
127. stepper3.setSpeed(currentSpeed);
128. }
129. else if (JoyYPos < 400) {
130. stepper3.setSpeed(-currentSpeed);
131. }
132. else {
133. stepper3.setSpeed(0);
134. }
135. sliderPos = analogRead(slider);
136. if (sliderPos > 600) {
137. sliderPos = map(sliderPos, 600, 1024, 0, 3000);
138. stepper1.setSpeed(sliderPos);
139. }
140. else if (sliderPos < 400) {
141. sliderPos = map(sliderPos, 400, 0, 0, 3000);
142. stepper1.setSpeed(-sliderPos);
143. }
144. else {
145. stepper1.setSpeed(0);
146. }
147. stepper1.runSpeed();
148. stepper2.runSpeed();
149. stepper3.runSpeed();
150. }
```

---

**Titre du mémoire :** Conception et réalisation d'un curseur de camera motorisé.

**Master :** Electromécanique.

**Mots clefs :** Curseur de la caméra, Accessoires de photographie, La caméra a glissé.

**Résumé :**

Cette mémoire porte sur la modélisation et la fabrication d'un curseur de caméra motorisé à trois axes de liberté

Nous avons modélisé chaque appareil sur le programme SolidWorks et simulé certaines pièces, puis nous sommes entrés dans la phase de fabrication. Nous avons installé toutes les pièces nécessaires et avons obtenu l'ensemble de l'appareil tel qu'il est dans la phase de modélisation, L'appareil fonctionnait bien.

---

**Report title:** Design and realization of a motorized camera slider.

**Key words:** camera slider, slider, Photography accessories.

**Abstract:**

This thesis focuses on the modeling and manufacture of a motorized camera slider having three freedom axes

We modeled each device on the SolidWorks program and simulated some parts, and then we entered the manufacturing stage. We installed all the required parts and got the device completely as it is in the modeling stage, and the device was well functional

---

**عنوان المذكرة:** تصميم وتنفيذ شريط تمرير الكاميرا بمحركات

**الكلمات المفتاحية:** شريط تمرير الكاميرا ، ملحقات التصوير الفوتوغرافي، زالق الكاميرا.

**ملخص:**

تتناول هذه الأطروحة نمذجة وتصنيع منزلق الكاميرا بمحركات بثلاثة محاور للحرية.

قمنا بنمذجة كل الجهاز على برنامج SolidWorks ثم قمنا بمحاكاة بعض الأجزاء ،بعدها دخلنا مرحلة التصنيع و قمنا

بتجميع كل القطع المطلوبة وحصلنا على الجهاز بالكامل كما هو في مرحلة النمذجة وكان الجهاز عملي بشكل جيد.