

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**En** : Génie mécanique

**Spécialité** : Construction mécanique

**Par** : Bou khalkhal Fatima Zohra

### **Sujet**

**Conception d'un fauteuil roulant brancard médicale des malades sur lit**

Soutenu publiquement, le 29/ 06 /2022, devant le jury composé de :

Mr. Kara Ali. Djamel Abdel Illah	MCB	Univ.Tlemcen	Président
Mr. Belalia .Sid Ahmed	Professeur	Univ.Temcen	Directeur de mémoire
Mr. Serdoun .Nadjib	MCA	Essa.Tlemcen	Co- Directeur de mémoire
Bel hadj Kacem. Fadia	MAA	Univ.Tlemcen	Examineur

Année universitaire : 2021 /2022

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents*

*Mes sœurs et frères*

*Toutes mes amies*

*Toute la promo construction mécanique*

*Et tous ce qui a cru à moi*

## ***Remerciements***

*Tout d'abord, je tiens à remercier « **ALLAH** » le tout puissant de m'avoir donnée la force, le courage et la volonté de réaliser ce travail.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire, **Mr. Belalia Sid Ahmed** ainsi qu'au co-directeur **Mr. Serdoun. Nadjib**. Je les remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.*

*Je remercie Monsieur **Kara Ali Djamel Abdel Illah** pour m'avoir fait l'honneur et le plaisir de présider le jury de mémoire.*

*Ainsi, je remercie Madame **Belhadj Kacem Fadia** d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

*À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.*

## **Résumé**

Les fauteuils roulants sont indispensables dans la vie quotidienne des personnes handicapées ou malades. Ils peuvent avoir plusieurs formes et fonctions et leurs couts varient largement.

La plupart de ces fauteuils disposent de systèmes mécaniques leurs permettant d'accomplir des taches diverses afin de répondre aux besoins des patients

Lors de Notre étude on s'intéresse à accomplir 2 besoins particuliers. Le premier est de permettre au patient de se lever depuis son lit sans utiliser un deuxième appareil et sans qu'une personne ne le soulève pour le mettre dans son fauteuil roulant. Ce genre de problème est très présent chez les personnes possédant un handicap sévère qui n'ont pas de personne assez fort pour les soulever. En même temps la solution qu'on va proposer aidera à minimiser les couts car le malade n'aura pas besoin d'acheter d'autres appareils pour l'aider à se déplacer.

Le deuxième besoin est d'avoir un mouvement plus fluide du fauteuil pour permettre au malade de sortir de son lit facilement.

Nous allons concevoir un fauteuil qui répondra à tous ces besoins et ensuite nous ferons une simulation sur solidworks pour vérifier la robustesse et la solidité de notre appareil.

**Mots-clés :** Fauteuils roulants, handicap, lit médical, brancard.

## **ABSTRACT**

Wheelchairs are indispensable in the daily life of disabled or sick people. They can have many shapes and functions and their costs vary widely.

Most of these chairs have mechanical systems allowing them to perform various tasks in order to meet the needs of patients. During our study, we are interested in fulfilling two particular needs. The first is to allow the patient to get up from their bed without using a second device and without someone lifting them into their wheelchair. This kind of problem is present in people with severe disabilities who do not have someone strong enough to lift them. At the same time, the solution that we are going to propose will help to minimize costs because the patient will not need to buy other devices to help him move around. The second need is to have a more fluid movement of the chair to allow the patient to get out of bed easily. We will design a chair that will meet all these needs and then we will do a simulation on solid works to check the robustness and solidity of our device.

**Keywords:** Wheelchairs, handicap, medical bed, stretche

## ملخص

لا غنى عن الكراسي المتحركة في الحياة اليومية للمعاقين أو المرضى. يمكن أن يكون لها العديد من الأشكال والوظائف وتختلف تكاليفها على نطاق واسع. تحتوي معظم هذه الكراسي على أنظمة ميكانيكية تسمح لها بأداء مهام مختلفة من أجل تلبية احتياجات المرضى. أثناء دراستنا، نحن مهتمون بتلبية حاجتين خاصتين. الأول هو السماح للمريض بالوقوف من سريره دون استخدام جهاز ثانٍ ودون أن يرفعه أحد على كرسيه المتحرك. هذا النوع من المشاكل موجود بشكل كبير في الأشخاص ذوي الإعاقات الشديدة الذين ليس لديهم شخص قوي بما يكفي لرفعهم. في الوقت نفسه، سيساعد الحل الذي سنقترحه على تقليل التكاليف لأن المريض لن يحتاج إلى شراء أجهزة أخرى لمساعدته على التحرك. الحاجة الثانية هي أن تكون حركة الكرسي أكثر مرونة للسماح للمريض بالنهوض من السرير بسهولة. سنصمم كرسيًا يلبي كل هذه الاحتياجات ثم سنقوم بمحاكاة لأعمال صلبة للتحقق من متانة وصلابة أجهزتنا.

الكلمات المفتاحية: كرسي متحرك، عجز، سرير طبي، نقالة.

# Sommaire

## Sommaire

### Liste des figures

### Liste des tableaux

<i>Introduction générale</i> .....	1
<b><i>Chapitre 1: Recherche bibliographique</i></b> .....	<b>3</b>
1.1. Introduction .....	3
1.2. Histoire .....	4
1.3. Objectif.....	5
1.4. Types de fauteuils roulants .....	6
1.4.1. Fauteuil roulant manuel.....	6
1.4.2. Fauteuil roulant électrique .....	6
1.4.3. Fauteuil roulant pour enfant .....	7
1.4.4. Fauteuil roulant pliant .....	8
1.4.5. Fauteuil roulant tout terrain .....	8
1.5. Domaines d'utilisation .....	9
1.6. Les lits médicalisés .....	9
1.6.1. Utilisation .....	9
1.6.2. Caractéristiques .....	10
1.6.3. Principaux équipements .....	10
1.6.4. Équipements complémentaires .....	11
1.6.5. Normes .....	12
1.7. Objectif de notre travail .....	12
<b><i>Chapitre 2: Conception du fauteuil roulant</i></b> .....	<b>14</b>
2.1. Introduction .....	14
2.2. Matériaux proposés pour la fabrication du fauteuil roulant .....	14
2.3. Digramme bêtes à cornes : .....	14
2.4. Analyse fonctionnelle .....	16
2.5. Cahier de charge .....	16
2.6. Calcul de dimensionnement et vérification .....	17
2.6.1. Calcul de dimensionnement pour le système roue et vis sans fin .....	17

2.6.1.1. Le couple .....	19
2.6.1.2. Calcul des éléments géométrique de la roue et la vis sans fin .....	20
2.6.1.3. Hypothèse 1 .....	23
2.6.1.4. Vérification du diamètre minimal de l'arbre de la vis .....	25
2.6.2. Calculs pour la structure de base de la chaise .....	26
2.6.2.1. Résistance à la compression .....	26
2.6.2.2. Calcul de Flexion- Torsion et diamètre de l'arbre .....	28
2.6.2.3. Flambement .....	29
<b>Chapitre 3: Modélisation et simulation .....</b>	<b>32</b>
3.1. Introduction .....	32
3.2. Nomenclature .....	32
3.3. Conception de mécanisme.....	35
3.4. Les opérations de dégager le malade sur lit par le Fauteuil.....	45
3.5. Simulation .....	49
3.5.1. Premier cas : position assis.....	49
3.5.1.1. Résultats .....	50
3.5.2 Position allongé .....	53
3.5.2.1. Résultats .....	55
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>56</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>57</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>58</b>



## Liste des figures

Figure 1.1: Fauteuil roulant de Nicolas Grollier de Servières exposé dans son cabinet de curiosités, xviiè siècle .....	4
Figure 1.2: Chaise roulante du 18 ème siècle.....	4
Figure 1.3 : Fauteuil roulant manuel .....	6
Figure 1.4 : Fauteuil roulant électrique .....	7
Figure 1.5: Fauteuil pour enfant .....	7
Figure 1.6: Fauteuil roulant pliant.....	8
Figure 1.7 : Fauteuil roulant tout terrain .....	8
Figure 1.8: Chaise roulante d'hôpitaux.....	9
Figure 1.9: Lit de malade .....	10
Figure 1.10: Lit médical mécanique à articulation unique.....	11
Figure 1.11: lit médical avec table à manger amovible.....	12
Figure 1.12: Verticalisateur.....	13
Figure 2.1 : Diagramme Bête à cornes .....	15
Figure 2.2 : Diagramme pieuvre .....	16
Figure 2.3 : Mouvement angulaire .....	18
Figure 2.4 : Efforts entre la vis et la roue .....	25
Figure 2.5 : Zone de compression .....	27
Figure 2.6 : vue de droite structure .....	28
Figure 2.7: Efforts sur le cylindre de la structure.....	28
Figure 2.8 : Flambement pour une barre bi articulée .....	29
Figure 2.9 : Vue en coupe pour le cylindre de la structure de base.....	30
Figure 3.1:assemblage de roulette .....	35
Figure 3.2: assemblage de vérin pneumatique .....	35
Figure 3.3: Assemblage de la structure de base .....	36
Figure 3.4: Assemblage de la tôle 1 .....	37
Figure 3.5: Assemblage de la tôle 2 .....	38
Figure 3.6 : Insertion des arbres de rotation.....	38
Figure 3.7: Système roue et vis sans fin.....	39
Figure 3.8: Mécanisme repose bras vue éclatée .....	40
Figure 3.9 : Système repose bras.....	40
Figure 3.11: Poignée pousoir vue éclatée .....	41
Figure 3.10: Repose bras assemblé .....	41
Figure 3.12: Système poignée pousoir.....	42
Figure 3.13 : Assemblage final .....	43
Figure 3.14 : Fauteuil roulant vue de dessus .....	44
Figure 3.15: Fauteuil roulant vue arrière.....	44
Figure 3.16: Fauteuil roulant vue de face.....	44
Figure 3.17: Fauteuil roulant vue de droite .....	44
Figure 3.18 : Fauteuil roulant vue de dessous .....	45
Figure 3.19 : Réglage de fauteuil .....	46

Figure 3.20 : Malade allongé.....	47
Figure 3.21: Malade assis.....	48
Figure 3.22: Maillage position 1 .....	49
Figure 3.23: Définition des appuis position 1 .....	50
Figure 3.24: Contraintes de Von mises tôle .....	51
Figure 3.25 : Déformations position 1 .....	52
Figure 3.26 : Déplacements position 1 .....	53
Figure 3.27: Vérification que les sièges du fauteuil sont au même niveau et application de maillage .....	54
Figure 3.28: Contraintes position 2 .....	55
Figure 3.30 : Déplacements position 2.....	56
Figure 3.29: Déformations position 2 .....	56

## Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Propriétés mécaniques .....	14
Tableau 2.2 : Cahier de charge .....	16
Tableau 2.3: NF ISO 54 .....	20
Tableau 2.4 : Les éléments géométriques de la vis sans fin.....	20
Tableau 2.5 : Les éléments géométriques de la roue.....	22
Tableau 2.6 : Coefficient de frottement pour les engrenages vis sans fin ISO .....	23
Tableau 2.7 : Effort entre la roue et la vis .....	25
Tableau 3.1 : Nomenclature .....	32

## **Introduction Générale**

L'évolution exceptionnellement rapide des industries nouvelles de pointe frappe particulièrement l'opinion, même dans les milieux techniques les plus avertis, quoique l'évolution des industries traditionnelles, moins spectaculaire sans doute, n'en reste pas moins si réelle qu'elle aurait paru révolutionnaire en d'autres temps.

L'utilisation des systèmes d'assemblage et des mécanismes remonte très loin dans l'histoire. Le rôle de la conception mécanique est de concevoir tous mécanismes courants capables d'améliorer une situation précise. Cette conception démarre avec l'identification d'un besoin qui résulte de l'insatisfaction concernant les domaines non explorés de l'état de l'art : marché, produits existants, composants, matériaux, connaissances technologiques, procédés de fabrication,...

Aussi, cette conception commence avec la curiosité scientifique qui résulte de l'insatisfaction concernant les domaines non explorés des sciences. Des chercheurs intéressés, une équipe, émettant un certain nombre d'hypothèses pouvant répondre au problème posé. Les hypothèses sont ensuite vérifiées et testées par analyse : calculs, expérimentations, ... Si les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants, les hypothèses sont modifiées puis l'analyse recommencée, et ceci autant de fois qu'il faudra jusqu'à complète satisfaction, ou abandon.

Dans notre cas, nous nous sommes intéressés à concevoir un produit économique capable de satisfaire plusieurs besoins en même temps. A savoir la facilité d'utilisation d'un fauteuil roulant adapté pour les handicapés qui peut les aider à se lever de leurs lits de malade.

Il a été constaté que le déplacement des malades possédant des handicaps sévères n'est pas du tout facile, en particulier dans certaines situations où ils devaient demander de l'aide pour accomplir des tâches du quotidien comme le fait de se lever ou de s'asseoir...

Notre travail de conception de fauteuil roulant permettra à ses patients d'être assistés facilement par la plupart des gens. Le malade n'aura plus besoin d'appareils spéciaux pour se lever. Même un enfant pourrait porter aide au malade. Le fauteuil facilitera également le déplacement grâce à sa conception moderne.

Notre travail se divise en trois chapitres :

Dans le chapitre I, Une recherche bibliographique nous aidera à connaître le fonctionnement des fauteuils roulants et des appareils de lit d'hôpitaux

Le chapitre II sera consacré à l'étude du mécanisme, les calculs de R.D.M et de dimensionnement

Dans le chapitre III, nous proposerons des solutions technologiques pour notre modèle de fauteuil roulant à travers une conception sur SOLIDWORKS. Ensuite on va effectuer une simulation et une étude statique sur notre modèle pour vérifier si nos calculs de RDM étaient corrects et si notre modèle résiste a des grands efforts appliqués sur sa surface. Ceci nous aidera à éliminer les risques potentiels que notre fauteuil se déforme ou se casse.

# Chapitre 1: Recherche bibliographique

## 1.1.Introduction

Le fauteuil roulant est une des aides techniques les plus couramment utilisées pour améliorer la mobilité d'une personne ; la mobilité est un préalable nécessaire pour jouir des droits humains, et vivre dans la dignité. Elle permet aux personnes en situation de handicap de devenir des membres productifs dans leurs communautés. Pour de nombreuses personnes, un fauteuil roulant approprié, bien conçu et bien adapté peut être le premier pas vers l'intégration et la participation sociale. Il est utilisé pour améliorer l'autonomie des personnes à mobilité réduite. Les fauteuils roulants ont un rôle important dans les pays africains, où peu de personnes à besoins spécifiques y ont accès, compte tenu du nombre limité d'unités de production et c'est pour cette raison que les pays africains ont le plus besoin d'un fauteuil roulant abordable et fonctionnel. Des statistiques récentes indiquent qu'environ 10% de la population mondiale, soit 650 millions de personnes sont en situation de handicap et que 10% d'entre elles nécessite un fauteuil roulant, pour les besoins de sa mobilité. Les besoins en fauteuils roulants, à l'échelle mondiale, sont estimés à 65 millions d'unité. [1].

En 2003, 20 millions des personnes qui nécessitaient un fauteuil roulant n'en disposaient pas. Des études montrent que seulement une minorité de ceux qui ont besoin d'un fauteuil roulant y ont accès et parmi cette minorité, seulement quelques rares personnes bénéficient d'un fauteuil roulant approprié. Malheureusement de nombreuses études montrent qu'il existe une inadéquation entre le fauteuil roulant et son utilisateur et surtout dans les pays à faible revenu d'où il en ressort un besoin pour concevoir et fabriquer des fauteuils roulants adaptés économiquement à la région. Et Lors de la conception de notre fauteuil, il faut prendre en considération les spécificités de l'individu concerné, son environnement, ses besoins (sociaux, environnementaux, professionnels et loisir). L'objet des directives pour la conception et la production est d'améliorer la qualité et la gamme des fauteuils roulants disponibles dans des régions à faibles revenus. L'application de ces directives entraînera :

- une plus grande variété de types et de modèles de fauteuils roulants
- des fauteuils roulants sûrs et qui répondent aux normes minimales requises
- une diminution du coût du fauteuil roulant à long terme
- plus d'information disponible au sujet des fauteuils roulants

les fauteuils roulants manuels ont une variété de caractéristiques qui comprennent différents niveaux de réglages, des fauteuils roulants à trois ou quatre roues, des fauteuils roulants à châssis rigide ou pliable, et des fauteuils roulants pour adulte et pour enfant.

## 1.2.Histoire

Les premiers meubles à roulettes ont été inventés en Chine au cinquième siècle av. J.-C. : des lits pour enfants ont ainsi été découverts sur des frises. Ce n'est qu'à partir du sixième siècle que l'on trouve des fauteuils permettant de transporter des personnes [2].

Un fauteuil roulant a été fabriqué spécialement pour Philippe II d'Espagne (1527-1598) [3]. Il figure sur un croquis datant de 1595 dans une chaise avec des roues.



Figure 1.1: Fauteuil roulant de Nicolas Grollier de Servières exposé dans son cabinet de curiosités, xvii<sup>e</sup> siècle

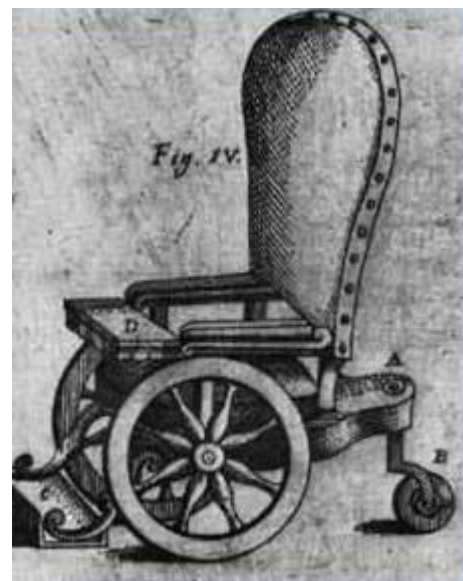


Figure 1.2: Chaise roulante du 18<sup>e</sup> siècle

Nicolas Grollier de Servières (1596-1689), ingénieur lyonnais et inventeur de machines fantastiques, construisit et exposa dans son cabinet de curiosités un fauteuil roulant dont le dessin fut publié par son petit-fils en 1719 [4].

Un horloger allemand paralysé invente en 1665 un fauteuil à trois roues, avec une manivelle sur la roue avant. La princesse Béatrice sur un fauteuil roulant, 1936. En 1783, John Dawson de Bath en Angleterre, invente une chaise roulante nommée d'après sa ville d'origine [5]. La première occurrence de compétition sportive pour handicapés se tient en 1948 à Londres, avec en particulier une épreuve de basket-ball en fauteuil [6].

Une institution chargée de gérer le sport en fauteuil roulant est créée en 1951, l'International Stoke Mandeville Federation. Flemming Moller dépose un brevet en 2005 concernant la chaise roulante moderne [7].

### **1.3.Objectif**

La convention des Nations Unies relative aux Droits des Personnes Handicapées et son Protocole facultatif ont été adoptés par l'Assemblée générale des Nations Unies le 13 décembre 2006 afin de promouvoir, protéger et assurer la pleine et égale jouissance de tous les droits de l'Homme et libertés fondamentales, par toutes les personnes en situation de handicap, et d'inciter au respect de leur dignité inhérente.

L'utilisation des chaises roulantes est une réponse aux situations des handicapés, ces derniers voulaient être indépendants des autres personnes. Il s'agissait, pour une personne ayant vécu une rupture, un accident dans son parcours de vie, de revenir à la situation antérieure. Cette personne voulait se déplacer sans l'aide d'autres personnes mais en utilisant sa forme motrice comme ses bras ou jambes. Vers la fin de la première guerre mondiale, la rééducation devait rétablir les fonctions perdues et lorsque des incapacités résiduelles persistaient, elles devaient être compensées par des aides techniques et par l'adaptation de l'environnement humain ou matériel ; le but était de faire naître une volonté de réparation pour les nombreux mutilés, héros de la nation. L'objectif de la rééducation visait leur normalisation et leur reclassement professionnel. Cette approche a justifié la création d'un service spécifique composé de médecins, d'ingénieurs, de techniciens et de fabricants. Les victimes de guerre devaient, par l'appareillage, compenser le membre ou la fonction perdue. Ces structures ont évolué, mais sont toujours présentes dans le schéma d'attribution du grand appareillage. A travers la réadaptation, l'objet poursuivi consiste en effet à combler le déficit engendré par l'atteinte organique en développant les aptitudes que conservent l'individu malgré sa déficience afin de réunir les conditions favorisant l'acquisition des signes de la normalité notamment ceux qui sont procurés par l'exercice d'une activité professionnelle, en remplacement du défaut. C'est à la personne handicapée de s'adapter à son environnement, il est un élément normatif. L'ensemble du processus : rééducation, réadaptation et réinsertion a été défini en 1974 par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sous le terme de réhabilitation [8].

Aujourd'hui, la devise utilisée est qu'un fauteuil roulant doit répondre aux exigences de son utilisateur ainsi qu'aux conditions de son environnement. Il doit assurer un maintien postural, garantir la sécurité et être résistant. Le fauteuil roulant doit être disponible, abordable financièrement, durable, et doit pouvoir être entretenu dans le pays où il est utilisé. Ceci n'est pas toujours facile, car les utilisateurs de fauteuils roulants constituent un groupe hétérogène, avec des besoins différents, un environnement et des conditions socio-économiques très diversifiés.



## **1.4.Types de fauteuils roulants :**

Il existe plusieurs types de fauteuils roulants et ils sont sélectionnés selon plusieurs critères (Age, handicap, besoin, cout...etc.). Parmi les modèles les plus populaires, il en existe cinq :

### **1.4.1.Fauteuil roulant manuel**

Le fauteuil roulant manuel est le modèle le plus fréquemment choisi. L'utilisateur fait usage de ses mains pour faire déplacer son fauteuil. Ce modèle convient aussi bien à une utilisation ponctuelle que permanente. Selon le modèle, il est proposé avec ou sans dossier inclinable, avec des repose-jambes, un appui-tête, un coussin morphologie, avec double main courante, avec potences fixes ou amovibles, et peut être pliant ou non.



**Figure 1.3 : Fauteuil roulant manuel**

### **1.4.2.Fauteuil roulant électrique :**

Le fauteuil roulant électrique est souvent prescrit pour les patients souffrant d'un handicap sévère. Il permet de bénéficier d'une plus grande autonomie grâce à sa commande électrique. Pour faire le bon choix, il faut tenir compte de l'environnement dans lequel le fauteuil sera utilisé et aussi des besoins anatomiques du patient. On trouve des modèles électriques pour intérieur et pour extérieur, des fauteuils à hauteur variable et verticalisateur.



Figure 1.4 : Fauteuil roulant électrique

### 1.4.3. Fauteuil roulant pour enfant :

Comme l'indique son nom, le fauteuil roulant pour enfant est dédié pour les patients de la taille d'un enfant. Certains modèles sont évolutifs, et peuvent s'adapter à la taille et à l'âge de l'enfant à partir de ses 18 mois à ses 14 ans.



Figure 1.5: Fauteuil pour enfant

#### **1.4.4.Fauteuil roulant pliant :**

Le fauteuil roulant pliant est un modèle de fauteuil roulant manuel dont la conception est particulièrement étudiée pour simplifier le transport. Ce modèle est aussi apprécié pour sa taille peu encombrante et sa légèreté. Il s'adapte aussi aux besoins des patients qui sont en mesure d'alterner marche et usage de fauteuil roulant.



**Figure 1.6: Fauteuil roulant pliant**

#### **1.4.5.Fauteuil roulant tout terrain :**

Doté de trois ou quatre roues selon le modèle, le fauteuil roulant tout terrain est spécialement imaginé pour s'adapter à un terrain plus accidenté. Le patient peut le conduire sur du sable, de la neige, du gravier, de la boue ou n'importe quel terrain. En outre, elle peut parfaitement convenir aux adeptes de randonnées. Cependant il existe des dispositifs permettant de convertir un modèle classique en modèle tout terrain.



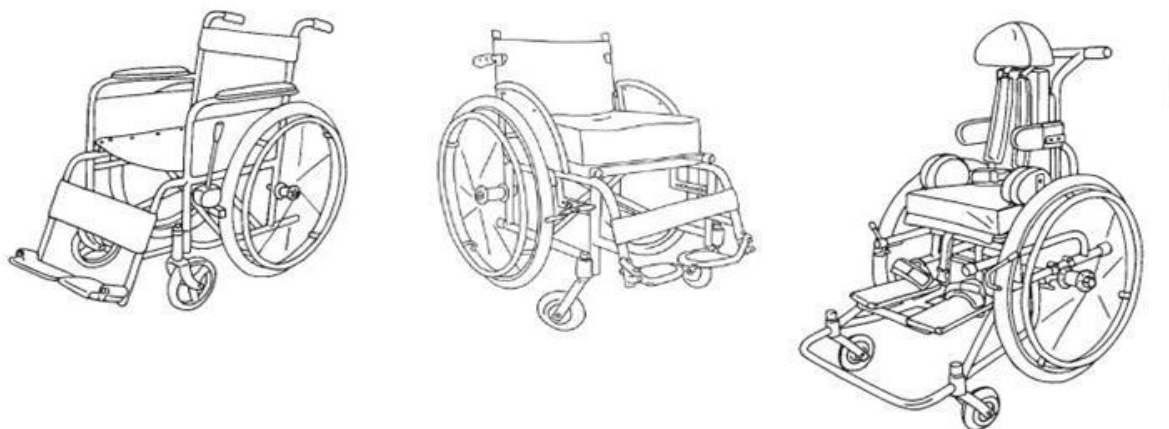
**Figure 1.7 : Fauteuil roulant tout terrain**

### **1.5.Domaines d'utilisation :**

Il existe plusieurs types de chaises roulantes et elles peuvent être personnalisées pour répondre aux exigences morphologiques et le besoin de l'utilisateur. Généralement, pour chaque modèle de chaise il doit exister au moins une gamme de taille permettant une adaptation standard. L'usage principal des fauteuils roulants est temporaire (par exemple pour être utilisés en hôpital pour déplacer les patients d'un service à l'autre) et ne sont pas conçus pour offrir à l'utilisateur une bonne adaptation, ni un maintien postural, ni un système de soulagement des zones de pression.

Les chaises roulantes dites orthopédiques ou d'hôpitaux sont un bon exemple de ce type.

Le domaine d'utilisation des fauteuils roulants est très varié. Ils peuvent être conçus pour un déplacement extérieur ou intérieur du patient. Ils peuvent être manuels ou motorisés et les types de moteurs utilisés sont divers. Il existe même des modèles pour les handicapés sportifs comme ceux qui sont utilisés lors des jeux olympiques [9]. Mais leurs fonctions principales est de déplacer une personne sans que cette dernière n'utilise ces jambes.



**Figure 1.8: Chaise roulante d'hôpitaux**

### **1.6.Les lits médicalisés :**

Un lit médicalisé est un lit adapté aux besoins de patients dont l'état de santé demande de longues périodes alitées ou réduit son niveau de mobilité. Il permet au personnel soignant, au patient et à son entourage de prodiguer les soins avec moins d'efforts, tout en réduisant les risques de manipulations et de chutes.

#### **1.6.1.Utilisation :**

Le lit médicalisé est utilisé dans tout type d'établissements de soins tels que les hôpitaux, cliniques, Etablissements d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes (EHPAD)... De manière générale, il trouve son utilité dès lors qu'un patient est alité avec

nécessité d'un intervenant pour les soins. Le lit médicalisé peut être également installé au domicile du patient. Le patient peut choisir le lit qui lui convient.

### **1.6.2.Caractéristiques :**

Le lit médicalisé se compose d'un piètement, d'un panneau tête de lit fixe, d'un panneau de pied, d'un relève-jambe, d'un relève-buste et d'un passage libre à partir du sol (pour permettre l'utilisation d'un lève-personne par exemple).

Il favorise l'accès aux soins dans de bonnes conditions de stabilité, de confort et de sécurité pour le patient et le soignant.

Conçu spécifiquement en fonction de l'environnement hospitalier, ces lits – considérés en France comme des dispositifs médicaux de classe 1, soit à faible degré de risques – possèdent ainsi un certain nombre de caractéristiques, dont une grande modularité permise par leurs différents équipements disponibles.



**Figure 1.9: Lit de malade**

### **1.6.3.Principaux équipements :**

Pour le bien-être de la personne alitée, les lits médicalisés offrent différentes spécificités, à savoir :

-La hauteur est fixe ou variable et souvent électrique

- La relève buste électrique peut être inclinable
- Le relève-jambes manuel ou électrique (droit ou avec plicature des genoux)
- Un sommier qui est souvent en trois parties pouvant bouger les unes par rapport aux autres (monter le buste ou relever les pieds)
- De ridelles ou des « barrières de lit » pour prévenir la chute de patients agités
- Certains sont équipés de roues pour faciliter le déplacement
- La télécommande pour les lits électriques.
- En ce qui concerne la partie esthétique, il existe de nombreuses options pour le choix et la couleur des panneaux d'habillage.



**Figure 1.10: Lit médical mécanique à articulation unique**

#### **1.6.4.Équipements complémentaires :**

Pour faciliter la vie des personnes restant une grande partie de leur journée allongées, des équipements complémentaires peuvent être adaptés :

- Un matelas pour la prévention et le traitement des escarres
- Une potence lit médicalisé permettant à l'individu de s'asseoir et de se lever
- Une table à manger au lit
- Un lève-personne qui aide à soulever et transporter le patient d'un endroit à un autre
- Un verticalisateur permet le transfert rapide entre le lit, le fauteuil ou le toilette. Il est souvent utilisé pour les paraplégiques
- Des accessoires facilitant les soins : tige porte serum, porte moniteur, bar de brancardage...
- Une pesée intégrée pour les services de soins intensifs

-L'inclinaison sur le côté permettant la latéralisation



**Figure 1.11: lit médical avec table à manger amovible**

### **1.6.5.Normes :**

Les exigences concernant les dispositifs médicaux sont spécifiées dans la norme NF EN ISO 105356. La norme NF EN 60601-2-527. Définit les exigences particulières pour la sécurité de base et les performances essentielles des lits médicalisés.

### **1.7.Objectif de notre travail :**

Dans la pluparts des hôpitaux et cliniques dans les pays de tiers monde, ont trouvent généralement des lits médicaux sous-développés. Ils ne sont pas assez confortable un patient, en particulier si il possède un handicap et doit être aidé pour se lever par exemple. Il doit généralement être assisté par une infirmière ou une personne tierce et dans quelques cas ont est même dans le besoin d'acheter d'autre équipement médical pour assister le malade tel que les verticalisateur, bar de brancardage....

La solution proposée dans notre projet est un fauteuil roulant moderne, qui permet de gagner de l'argent en achetant moins d'équipements et c'est surtout pratique et rapide. Il sera plus confortable au patient et il pourrait donc se déplacer depuis son lit jusqu'à son fauteuil sans avoir recours à un autre appareil et sans quitter le fauteuil.

Ce fauteuil est purement mécanique, l'angle d'inclinaison pour la partie supérieur (partie qui supporte le dos) est contrôlé à l'aide d'un système d'engrenage et le malade peut sélectionner



l'angle qui lui convient à l'aide d'un poignet situé sur le côté du fauteuil. Ce mécanisme est également utilisé une deuxième fois pour contrôler une plateforme sous les jambes permettant de les lever jusqu'à un angle de 180 degrés parallèle au lit.

Ce modèle permettra également de modifier la hauteur, à l'intérieur de sa structure de base composée d'acier en forme de cylindre percé se trouve des vérins hydrauliques de chaque côté, ces derniers permettront de contrôler la hauteur même si le patient est présent sur la chaise lors de l'opération.

Un peu plus bas au niveau du sol, le fauteuil se déplace à l'aide de 4 roulettes qui peuvent tourner un cercle complet de 360 degrés et permettent un déplacement dans n'importe quelle direction selon l'axe des X et des Z. Un grand avantage par rapport à une chaise roulante classique qui a du mal à tourner dans certains endroits étroits.

Ce modèle permettra donc au patient de sortir de son lit, régler son fauteuil et s'asseoir par lui-même rapidement. Il aura besoin d'une personne pour le pousser et pour régler le mécanisme repose bras qu'on va concevoir par la suite. On peut rendre cette chaise autonome pour le malade si on ajoute un moteur électrique, l'inconvénient c'est que ça coûterait plus cher.



**Figure 1.12: Verticalisateur**



## Chapitre 2: Conception du fauteuil roulant

### 2.1.Introduction :

Ce chapitre concerne les étapes conceptuelles du fauteuil roulant brancard médicale des malades sur lit.

### 2.2.Matériaux proposés pour la fabrication du fauteuil roulant :

Les modèles de fauteuils roulants diffèrent selon les matériaux et la technologie disponibles pour la production et la réparation. Lors du choix des matériaux on doit prendre en considération la solidité et la qualité variable des matériaux disponibles pour éviter une défaillance prématurée. Les matériaux proposés pour ce type de fauteuil roulant sont l'acier, et des matériaux composites en fibres de carbone.

**Tableau 2.1 : Propriétés mécaniques**

	Acier allié inoxydable	Composites en fibres de carbone	Acier allié
limite élastique $R_e$	241 N/mm <sup>2</sup>	-	620 N/mm <sup>2</sup>
Limite à la traction $R_m$	448 N/mm <sup>2</sup>	2500-3400 N/mm <sup>2</sup>	723 N/mm <sup>2</sup>
Module d'élasticité $E$	190.000 N/mm <sup>2</sup>	180-230 x10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>	620.000 N/mm <sup>2</sup>
coefficient de Poisson $\nu$	0.26	-	0.28
Module de cisaillement $G$	78000 N/mm <sup>2</sup>	-	79000 N/mm <sup>2</sup>

Nous avons opté pour le choix d'Acier allié inoxydable pour la taule et la plupart des mécanismes car ce matériau est résistant, disponible, abordable, accessible et résistant à la corrosion. Nous avons également utilisé les fibres de carbones pour le mécanisme du repose-bras et des poignets à cause de sa légèreté et sa robustesse. L'acier allié est utilisé pour les engrenages car il possède une limite élastique élevé par rapport à l'acier inoxydable et ça permettra de mieux résister aux contraintes. On n'aura pas besoin de résistance à la corrosion puisque la plupart de ces mécanismes seront recouverts et protégés.

### 2.3.Digramme bêtes à cornes :

Fonction d'usage du fauteuil roulant :

Le fauteuil roulant permet au malade de se lever du lit, et se déplacer en supportant sa masse corporelle.

**A qui** le produit rend il service ?

**Sur quoi** le produit agit-il ?

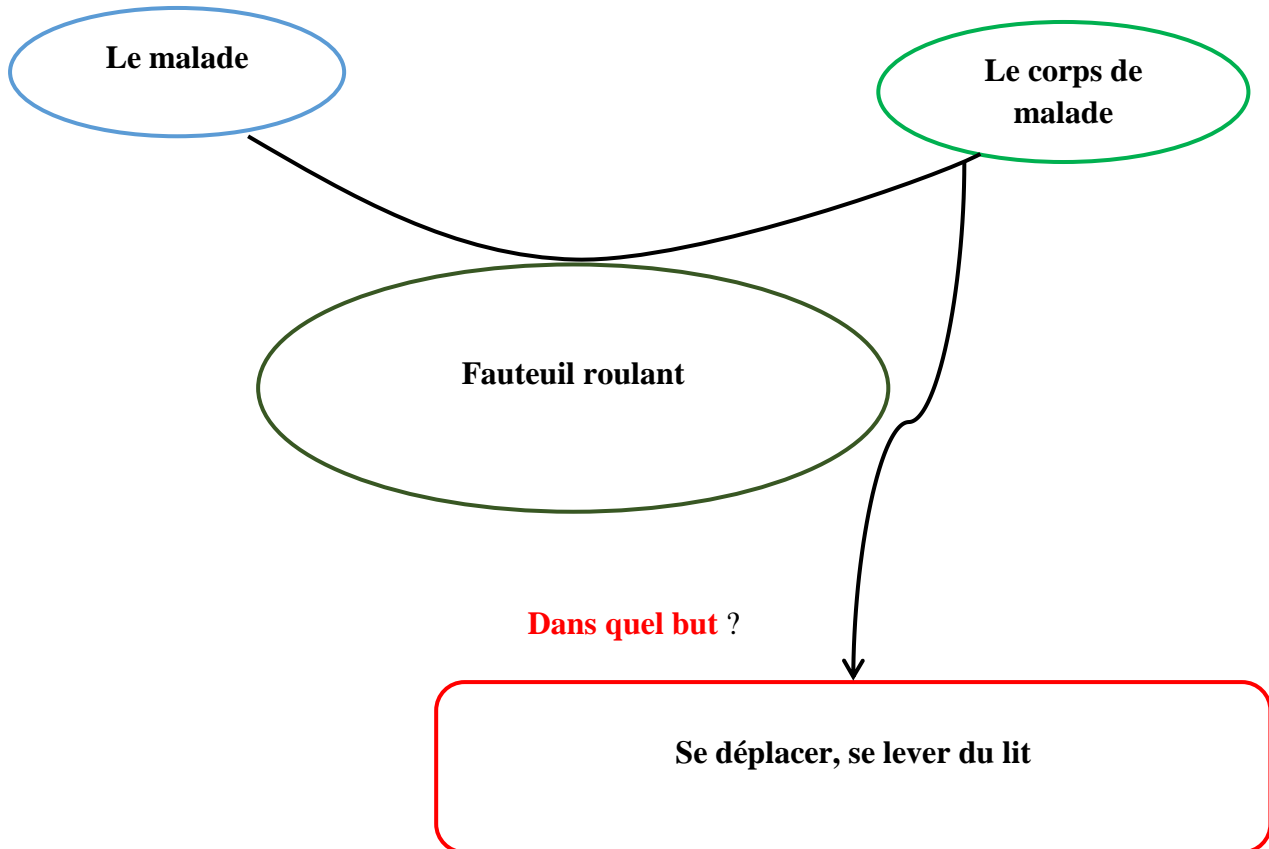


Figure 2.1 : Diagramme Bête à cornes

2.4. Analyse fonctionnelle :

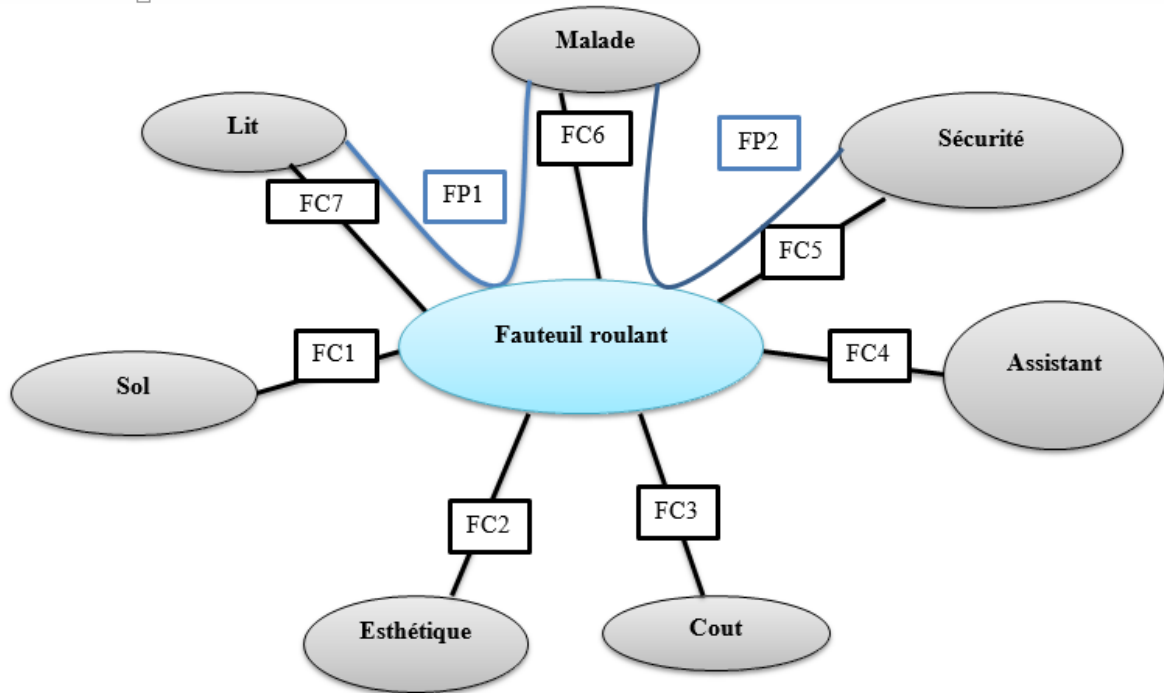


Figure 2.2 : Diagramme pieuvre

2.5. Cahier de charge :

Tableau 2.2 : Cahier de charge

Repères	Fonctions	Critère d'application	Niveau
Fp1	Permet au malade de s'allonger sur le lit	-Conception du fauteuil permettant de l'incliner/décliner  -Mécanisme de levage engrenage et vis sans fin	-Taule, arbre de rotation  -vis sans fin, engrenages, poignets
Fp2	Permet au malade d'être dans une position de sécurité	-Fauteuil confortable  -Mécanisme repose bras réglable	- Tissu orthopédique  -Matériaux composite, ressort, mécanisme de verrouillage

Fc1	doit se déplacer sur le sol	-Roulettes	-Chaque roulette doit supporter au moins 100kg de charge
Fc2	doit plaire à l'œil	-Forme  -Couleur	-Entre fauteuil de salon et fauteuil roulant  -Beige, marron, noir
Fc3	doit avoir un prix acceptable	-prix	-Comparable à la concurrence
Fc4	doit être opéré par une personne qui assiste le malade	-Poignées pousoirs pliables  -Poignées de réglage	-Ergonomique  -Utilisation facile
Fc5	Doit respecter des consignes de sécurité	-Support de poids lourd	-Taule en acier allié inoxydable
Fc6	Doit permettre au malade de s'allonger et de s'asseoir	-Surface large  -stabilité	-Dimensions larges  -Structure résistante
Fc7	Doit se poser sur la surface d'un lit sans problème	-Système monte-charge  -Aucun obstacle entre le lit et le fauteuil	-vérin pneumatiques  -Poignées pousoirs pliable

## 2.6.Calcul de dimensionnement et vérification :

### 2.6.1.Calcul de dimensionnement pour le système roue et vis sans fin :

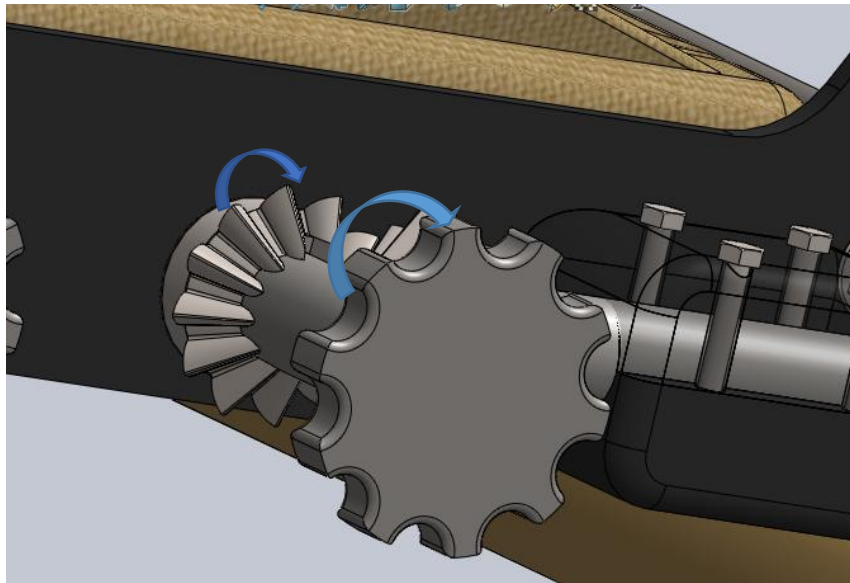


Figure 2.3 : Mouvement angulaire

\* Pour chaque rotation du poignet connecté à notre mécanisme (entrée) le pignon angulaire situé à l'entrée P1 effectue une rotation complète.

\* Puisque les pignons angulaires sont de même diamètre et ont le même nombre de dents, le rapport d'engrenage est de 1 :1 ou bien  $R = D1/D2 = 1$ . Ou

D1 : diamètre nominale du pignon coaxiale au poignet (à l'entrée)

D2 : diamètre nominale du pignon coaxial à la vis sans fin.

\* Comme pour le poignet, le deuxième pignon P2 est connecté par une clavette à la vis sans fin. Et donc une rotation du pignon est égale à une rotation complète de la vis sans fin.

\* On peut donc déduire que pour chaque rotation de notre poignet, la vis effectue une rotation complète.

\*Le rapport d'engrenage entre la roue et la vis sans fin est de  $R = 24/11 = 2.18$

\*Pour chaque rotation de la poignée d'entrée, la roue connectée à l'arbre de rotation entre la taule effectue 2.18 rotation

\* Nous allons supposer que la vitesse d'entrée  $V_e = 40$  tr/mn. Puisque ce mécanisme est opéré par un être humain, la vitesse de rotation moyenne est rarement supérieure à 20 tr/mn mais nous avons sélectionné 40 tr/mn pour ce calcul pour des raisons de sécurité.

### 2.6.1.1. Le couple :

De la même manière si on suppose que le couple exercé à l'entrée via le poignet est égal au couple exercé sur la vis :

$C_1$  est le couple exercé par la personne qui assiste le malade. On suppose sa valeur égale à  $C_1 = 4 \text{ N.m}$

(Des études effectuées en 2015 par un laboratoire japonais ont montré qu'une main humaine peut produire un couple de valeur maximal entre 5 et 20 N.m, on a donc sélectionné une valeur de 4 N.m qui est loin d'être un effort maximal pour une personne moyenne)

3- Le module et le nombre de dents :

Le module est notée «  $m$  », il est exprimé en mm, ses valeurs sont normalisées, il se calcul par l'expression :

$$m^3 \geq \frac{10C}{\lambda * Z * R_{pe}}$$

Avec :  $R_{pe} = \frac{Re}{S}$

$R_{pe}$  : résistance pratique élastique.

$Re$  : Résistance élastique.

$S$  : Coefficient de sécurité.

$Z$  : Nombre de dents de la roue ou de la vis sans fin.

$\lambda$  : Coefficient de la largeur de denture, valeur choisie entre 6 et 10.

On a déterminé que l'un des matériaux utilisés dans cette chaise est l'acier allié. Il a les caractéristiques suivantes :

$Re = 620.4 \text{ Mpa}$ .

On prend un coefficient de sécurité  $S=2$

Alors sa résistance pratique élastique égal :  $R_{pe} = Re/s = 310.2 \text{ Mpa}$

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{10 \cdot c}{\lambda \cdot Z_v \cdot RPe}}$$

$$m \geq \sqrt[3]{((10 \times 4) / (6 \times 3 \times 310.2 \times 10^6))} = 1.927^{-3} \text{ m}$$

$$m \geq 1.927 \text{ mm}$$

On fixe suivant le tableau un module normalisé de 2 mm selon de la série (NF ISO 54)

**Tableau 2.3: NF ISO 54**

Valeur normalisées du nombre (NF ISO 54)	
Valeurs principales en mm	Valeurs secondaires en mm
0.06-0.08-0.10-0.12-0.15-0.20-0.25-0.30- 0.40-0.50-0.75-1.00-1.25-1.50- <b>2</b> -2.5-3-4-5-6- 8-10-12-16-20-25-32-40-50-60	0.07-0.09-0.11-0.14-0.18-0.22-0.28-0.35- 0.45-0.55-0.7-0.9-1.125-1.375-1.75-2.252.75- 2.75-3.5-4.5-5.5-7-9-11-14-18-22-2836-45-55- 70

-Les données initiales de la vis sans fin :

L'angle d'hélice de la vis :  $\beta v = 13.4$

Nombre de filet de la vis :  $Z_{vis} = 3$

- données initiales de la roue :

Nombre de dents de la roue :  $Z_{roue} = 11$

**2.6.1.2. Calcul des éléments géométrique de la roue et la vis sans fin :**

Les éléments géométriques de la vis sans fin :

**Tableau 2.4 : Les éléments géométriques de la vis sans fin**

Caractéristiques	Symbole ISO	OBSERVATION	Résultats
Nombre de filets	$Z_v$	$Z_v$	$Z_v = 3$
Angle d'hélice de la vis	$\beta_v$	$\beta_v$	$\beta_v = 13.4$
Angle de pression	$\alpha_n$	$\alpha_n$	$\alpha_n = 20$
Module réel	$m_n$	$m_n$	$m_n = 2mm$
Module axial	$m_x$	$m_x = m_n / \cos \beta_v$	$m_x = 2.055mm$
Pas réel	$P_n$	$P_n = m_n \cdot \pi$	$P_n = 5.85mm$
Pas axial	$P_x$	$P_x = P_n / \cos \beta_v$	$P_x = 6mm$
Pas de l'hélice	$P_z$	$P_z = P_x * Z_v$	$P_z = 18mm$
Saillie	$h_a$	$h_a = m_n$	$h_a = 2mm$
Creux	$h_f$	$h_f = 1.25m_n$	$h_f = 2.5mm$
Hauteur de dent	$h$	$h = h_a + h_f = 2.25m_n$	$h = 4.5mm$
Diamètre primitif	$d_A$	$d_A = P_z / \pi \tan \beta_v$	$d_A = 24mm$
Diamètre de tête	$d_a$	$d_a = d_A + 2m_n$	$d_a = 28mm$
Diamètre de pied	$d_f$	$d_f = d_A - 2.5m_n$	$d_f = 19mm$
Longueur du filetage	$l$	$P_x * 4 < l < * 6$	$l = 35mm$

Les éléments géométriques de la roue :



Tableau 2.5 : Les éléments géométriques de la roue

Caractéristique	Symbole ISO	OBSERVATION	Résultats
Nombre de dents	$Z_r$	$Z_r$	$Z_r = 11$
Angle d'hélice de la vis	$\beta_v$	$\beta_v$	$\beta_v = 13.4$
Angle de pression	$\alpha_n$	$\alpha_n$	$\alpha_n = 20$
Angle d'hélice de la roue	$\beta_r$	$\beta_r = 90^\circ - \beta_v$	$\beta_r = 76.6$
Module réel	$m_n$	$m_n$	$m_n = 2mm$
Module axial	$m_x$	$m_x = m_n / \cos \beta_v$	$m_x = 2.055mm$
Pas réel	$P_n$	$P_n = m_n \cdot \pi$	$P_n = 5.83mm$
Pas axial	$P_x$	$P_x = P_n / \cos \beta_v$	$P_x = 6mm$
Pas de l'hélice	$P_z$	$P_z = P_x * Z_v$	$P_z = 18mm$
Saillie	$h_a$	$h_a = m_n$	$h_a = 2mm$
Creux	$h_f$	$h_f = 1.25m_n$	$h_f = 2.5mm$
Hauteur de dent	$h$	$h = h_a + h_f = 2.25m_n$	$h = 4.5mm$
Diamètre primitif	$d_b$	$d_B = m_x Z_r$	$d_b = 22mm$
Diamètre de tête	$d_a$	$d_a = d_B + 2m_n$	$d_a = 26mm$
Diamètre de pied	$d_f$	$d_f = d_B - 2.5m_n$	$d_f = 17mm$
Largeur de la dent	$b$	$b \geq 2 \frac{\pi * m_n}{\sin \theta}$	$b = 12.91mm$
Entraxe entre roue et vis	$a$	$a = \frac{d_A + d_B}{2}$	$a = 24mm$

**2.6.1.3.Hypothèse 1 :**

Le calcul des forces totales et des composantes trigonométries peut se faire à l'aide de quelques d'hypothèses simplificatrices :

- La force totale est supposée concentrée au point générateur de mouvement (centre de la vis)
- La force appliquée aux points de contacts entre les flancs actifs de la vis et de la roue est la résultante de la composante normale et de la force de frottement. Cette force peut être représentée comme étant des composantes cartésiennes suivant les axes de la vis et de la roue ainsi que suivant la ligne des centres.

- La force totale  $F$ , oblique dans l'espace, s'exprime par les sommes :

$$F = F_n + F_R = F_{av} + F_{tv} + F_{rv} = F_{ar} + F_{tr} + F_{rr}$$

- Comme l'angle des axes vaut  $\Sigma = 90^\circ$ , les composantes de la vis et de la roue sont directement opposées quel que soit l'élément moteur, soit :

$$\circ \quad F_{rv} = F_r \quad F_{tv} = F_{ar} \quad F_{av} = F_{tr}$$

**Tableau 2.6 : Coefficient de frottement pour les engrenages vis sans fin ISO**

Matériaux en contact	Nature du frottement	$\mu$
Acier/ Fonte	Sec	0.19
Acier/ Bronze	Gras	0.16
	Bon graissage	0.10
Acier/ Antifriction	Bon graissage	0.05
Fonte/ Bronze	Sec	0.21
Fonte/ Fonte	Gras	0.15
	Bon graissage	0.05 à 0.10
Acier trempé/ Bronze	Graissage moyen	0.10

	Graissage sous pression	0.05
Acier trempé/ Acier trempé	Graissage moyen	0.10
	Bon graissage	0.07
	Graissage sous pression	0.05

On prend  $\mu= 0.10$  puisque le graissage vas nous aider à générer un mouvement plus facilement

✓ **Efforts sur la vis motrice et la roue réceptrice :**

Le couple C et la vitesse angulaire  $\omega_1$  sont dans le même sens et la composante tangentielle ( $F_t$ ) sur la vis, est la seule qui s'oppose au couple sur l'arbre de la vis, elle se calcule par l'expression :  $f_{tv} = \frac{2C}{d_A}$  (N)

✓ **Composante tangentielle :**

$$F_{tv} = (2 \times 4) / (24.05 \times 10^{-3}) = 332 \text{ N}$$

✓ **Composante Radiale :**

$$F_{rv} = F_t * \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha \sin \gamma + \mu \cos \gamma} \text{ N}$$

$$F_{rv} = 332 \times \sin(20) / (\cos(20) \cdot \sin(13.4) + 0.10 \cdot \cos(13.4)) = 360.42 \text{ N}$$

✓ **Composante axiale :**

$$F_{av} = F_t * \frac{\cos \alpha \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha \sin \gamma + \mu \cos \gamma} \text{ N}$$

$$F_{av} = 332 \times (\cos(20) \cdot \cos(13.4) - 0.10 \cdot \sin(13.4)) / (\cos(20) \cdot \sin(13.4) + 0.10 \cdot \cos(13.4)) = 938.87 \text{ N}$$

✓ **Composante normale :**

$$F_N = \sqrt{F_a^2 + F_t^2 + F_r^2}$$

$$F_N = \sqrt{938.87^2 + 360.42^2 + 332^2} = 1059.05 \text{ N}$$

Pour  $\mu=0.10$  et  $\alpha=20$  :

Tableau 2.7 : Effort entre la roue et la vis

Les efforts	la relation entre vis et la roue	Résultat
Composante tangentielle	$F_{tv} = F_{ar}$	332N
Composante axiale	$F_{av} = F_{tv}$	938.87N
Composante radiale	$F_{rv} = F_{rr}$	360.42N
Composante normal	$F_{nv} = F_{nr}$	1059.05 N
Couple	Mc	4 N.m

Les efforts appliqués sur l'arbre de la vis :

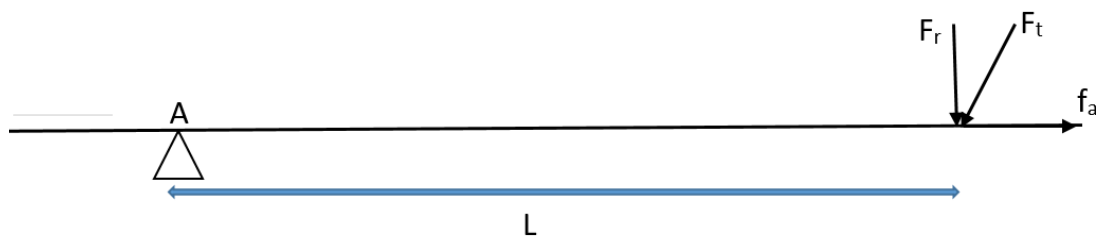


Figure 2.4 : Efforts entre la vis et la roue

**2.6.1.4. Vérification du diamètre minimal de l'arbre de la vis :**

On prend la longueur de l'arbre d'entrée (vis)  $L_{ae} = 170$  mm

La distance entre l'appui A et le point de contact entre la vis et la roue est d'environ  $L = 90$  mm

✓ **Calcul des réactions :**

**\*Plan horizontale :**

$$R_{ah} = F_t = 332\text{N}$$

$$M_{fh} = 332 * 0.090 = 29.88 \text{ N. m}$$

**\*Plan vertical:**

$$R_{Av} = F_R$$

$$R_{Av} = 360.42 \text{ N}$$

$$M_{fv} = 360.42 * 0.090 = 32.4378 \text{ N.m}$$

**\*Résultante Ra :**

$$R_A = \sqrt{R_{AH}^2 + R_{Av}^2}$$

$$R_A = 490.02 \text{ N}$$

$$M_f = \sqrt{M_{fv}^2 + M_{fh}^2}$$

$$M_f = 44.10 \text{ N.m}$$

$$M_t = C = 4 \text{ N.m}$$

✓ **Détermination du diamètre minimal :**

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16}{\pi[\tau]} \sqrt{M_f^2 + M_T^2}}$$

$$[\tau] = b * [0.30\sigma_e]$$

$$\sigma_e = 620 \text{ Mpa}$$

$$b = \begin{cases} b = 1 & \text{sans concentration de contraint} \\ b = 0.75 & \text{avec concentration de contraint} \end{cases}$$

$$[\tau] = 0.75 * 0.30 * 620 = 139.5 \text{ MPa}$$

$$D \geq 1.173 \text{ mm} \rightarrow \text{La condition est vérifié puisque } D = 24 \text{ mm}$$

## 2.6.2. Calculs pour la structure de base de la chaise :

### 2.6.2.1. Résistance à la compression :

Le poids de la structure agit directement sur la structure de base de la pièce

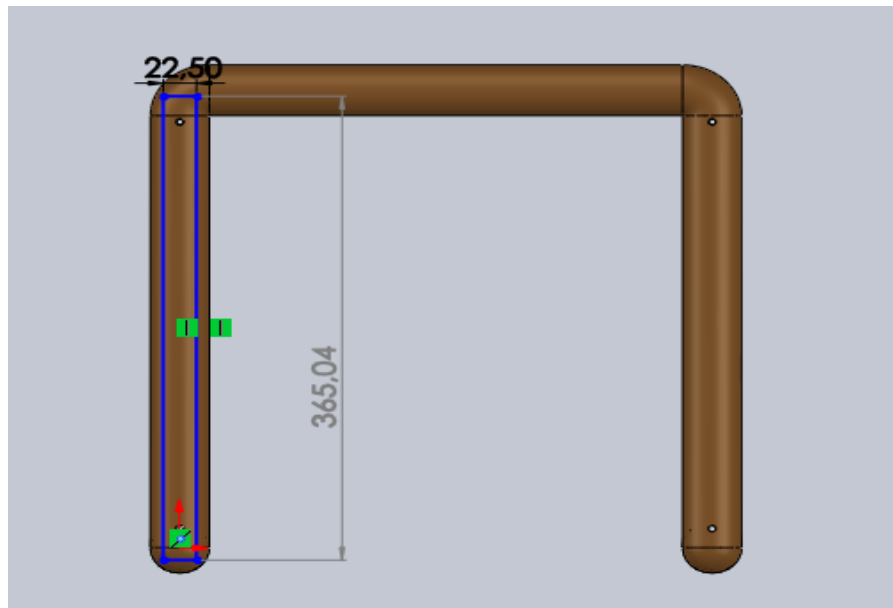


Figure 2.5 : Zone de compression

Calcul de la surface de contact entre la taule de base de la chaise et la partie supérieur de la structure de base

On a une surface de contact de chaque coté

$$S=22.5 \times 365 \times 2 = 16425 \text{ mm}^2$$

Le poids des pièces au-dessus de la structure de base pèsent environ 15 kg (calculé à l'aide de solidworks), le poids d'une personne moyenne est de 80 kg. Donc le total est de 95kg mais pour des raisons de sécurité On prend  $m= 200 \text{ kg}$

$$F=m \cdot a = m \cdot g = 200 \times 9.8 = 1960 \text{ N}$$

$$\sigma = F/S = 1960 / 16425 = 0.12 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = E \varepsilon \text{ ----> } \varepsilon = \sigma/E = 6.31 \times 10^{-7} \text{ mm}$$

$$\delta = F/ES = 1960 / (190000 \times 16425) = 6.28 \times 10^{-7} \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \delta/L_0 \rightarrow L_0 = \delta / \varepsilon = 0.99 \text{ mm}$$

$L_0$  qui représente l'épaisseur de la taule au niveau de notre structure doit être au moins égale à 0.99m. Cette condition est vérifiée puisque l'épaisseur est de 2.5mm.  $L > L_0$

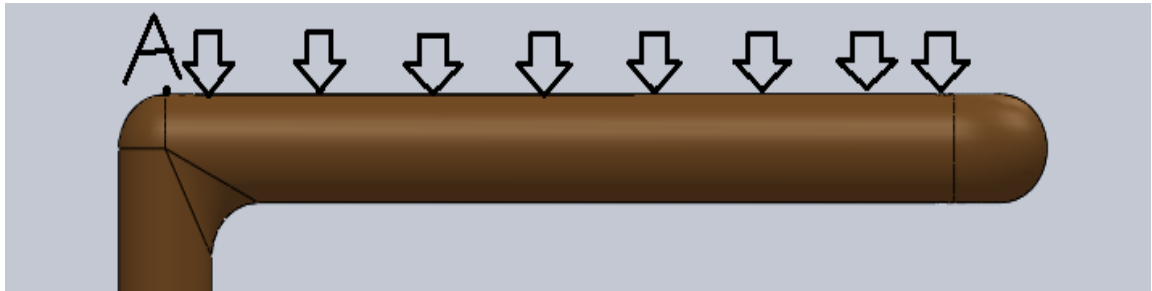


Figure 2.6 : vue de droite structure

**2.6.2.2.Calcul de Flexion- Torsion et diamètre de l'arbre :**

On calcul  $M_f$  et  $M_t$  pour déterminer la dimension du diamètre minimal

On a une charge répartie sur la surface en contact avec la taule de notre fauteuil  $\sigma = 0.12$  N/mm<sup>2</sup>.

$$Q = \sigma \cdot l = 0.12 \times 22.5 = 2.7 \text{ N/mm}$$

$l$  : est la largeur de la partie qui est en contact avec la taule

On considère A un appui simple, B est situé au centre de la distance  $L$ .  $L = 365$ mm

✓ **Calcul du moment fléchissant :**

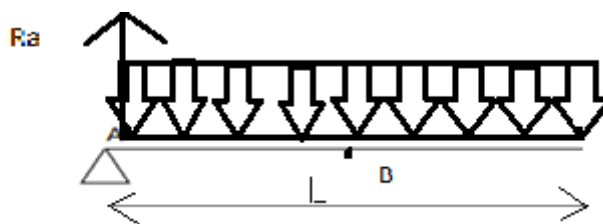


Figure 2.7: Efforts sur le cylindre de la structure

$$\vec{Ra} = Q \cdot L = 2.7 \times 365 = 985.5 \text{ N}$$

$$M_{fb} = Ra \cdot \frac{L}{2} = 985.5 \times \frac{365}{2 \times 1000} = 179.85 \text{ N.m}$$

$$M_{fb} = M_{fmax}$$

- ✓ Calcul du moment de torsion :

$$M_t = F_t \cdot r = 0$$

- ✓ Calcul de Mr :

$$M_r = \sqrt{(M_{fmax})^2 + 0.75(M_t)^2} = 179.85 N.m$$

- ✓ Calcul du diamètre de l'arbre :

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32Mr}{\pi \cdot \sigma_{ad}}}$$

$$\sigma_{ad} = 0.58 \times \frac{R_e}{S} \quad \text{0.58 Pour les matériaux ductiles}$$

S : coefficient de sécurité égale à 2

$$\sigma_{ad} = 0.58 \times \frac{241}{2} = 69.89 N/mm^2$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \times 179.85 \times 1000}{\pi \times 69.89}}$$

$d \geq 29.70 \text{ mm}$  la condition est vérifiée notre diamètre de 40mm > 29.70mm

### 2.6.2.3. Flambement :

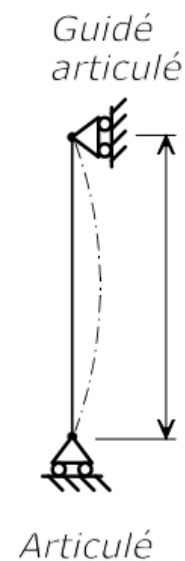
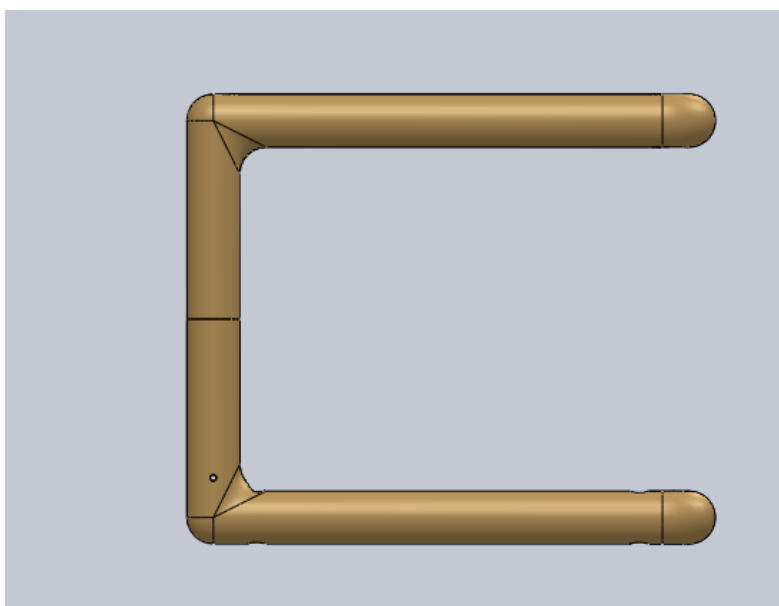


Figure 2.8 : Flambement pour une barre bi articulée



Dans notre cas nous avons une barre bi articulée

Lf : Longueur du flambement

$$L_f = K_f \cdot L = 1 \times 300 = 300$$

Kf : coefficient de réduction de la longueur =1

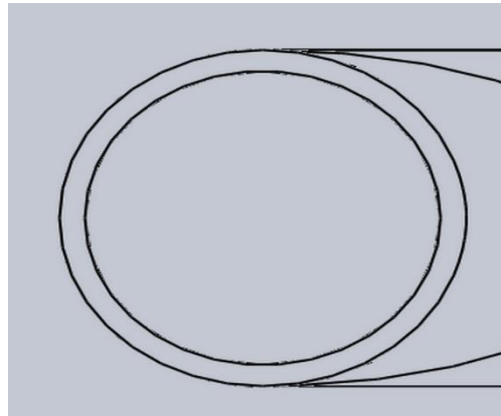


Figure 2.9 : Vue en coupe pour le cylindre de la structure de base

L : longueur de la barre (mm)

$$I_r = \left(\frac{m}{2}\right) \cdot (R1^2 + R2^2) = \left(\frac{10.950}{2}\right) \cdot (0.04^2 + 0.035^2) = 0.015$$

Ir : moment d'inertie

M : masse de la poutre (calculé a l'aide de solidworks)

R1 : rayon diamètre extérieur

R2 : rayon diamètre intérieur

$$I_{gr} = \sqrt{\frac{I_r}{A}} = \sqrt{\frac{0.015}{(0.02 - 0.0175)^2 \cdot 3.14}} = 27.66$$

Igr : le rayon de giration

$$\lambda_{col} = \frac{L_f}{I_{gr}} = \frac{300}{27.66} = 10.84$$

$\lambda_{col} < 20$  donc selon Rankine on aura juste une compression simple et pas de flambement important.

$$A_{min} \geq \frac{N \cdot S_{comp}}{Re} = \frac{985 \times 22.5 \times 10 \times 10}{190000} = 11.66 \text{mm}^2$$

$$A = (20 - 17.5) \times 3.14^2 = 19.63 \text{mm}^2$$

N : représente la charge Q appliqué uniquement sur la partie supérieure de la poutre verticale (sur une distance de 10 mm uniquement)

S<sub>comp</sub> : est la surface ou la charge est appliquée.

A ≥ A<sub>min</sub> : la condition est vérifiée et la surface est admissible et résiste au flambement.

## Chapitre 3: Modélisation et simulation

### 3.1.Introduction :

Dans ce chapitre en vas vois la conception du notre mécanismes et la simulation qui était fait pour logiciel Solidworks 2016 puis et les résultats données et en fini par une interprétation du notre résultat.

### 3.2.Nomenclature :

**Tableau 3.1 : Nomenclature**

No. ARTICLE	DESCRIPTION	QTE
1	Tôle partie inférieur	1
2	Tôle partie supérieur	1
3	Tôle de liaison	4
4	Assemblage2	2
5	Assemblage roue et vis sans fin	2
6	Structure de base partie supérieur	1
7	vérin assemblé	2
8	structure de base partie inférieur	1
9	tête de vérin	2
10	Assemblage de roulette	4
11	DIN EN 24016 - M5 x 50 x 50-WS	5
12	DIN EN 24016 - M10 x 45 x 45-WS	2
13	Hexagon Nut ISO 4034 - M5 - S	2
14	Hexagon Nut ISO 4034 - M10 - N	2
15	poignée poussoir	2

16	DIN 6921 - M8 x 16 x 16-S	4
17	DIN 6921 - M8 x 16 x 16-N	4
18	Hexagon Nut ISO 4033 - M8 - W - N	4
19	Hexagon Nut ISO 4036 - M5 - N	2
20	Hexagon Nut ISO 4036 - M4 - N	4
21	Bois pour siège	1
22	Tôle, partie pour jambes	1
23	collier d'arbre	2
24	DIN EN 24015 - M4 x 35 x 14-N	8
25	DIN EN 24015 - M8 x 50 x 22-S	2
26	Hexagon Flange Nut DIN 6923 - M8 - N	6
27	Arbre avec poignée de rotation	2
28	DIN 628 - 7200B - Full,DE,AC,Full_68	2
29	DIN - Straight bevel pinion 3M12PT 12GT 20PA 25FW --- 12O20H20MD19S1	2
30	DIN 6796-10	2
31	DIN 986 - M10x1.25 - N	2
32	Bois pour siège partie supérieur	1

33	repose pied	1
34	Plaque poignée	2
35	vis de verrouillage	2
36	D15	2
37	ressort de poignée droite	1
38	repose bras gauche	1
39	Couvercle pour mécanisme repose bras	2
40	vis de verrouillage repose bras	2
41	D150	2
42	repose bras droite	1
43	ressort pour poignée gauche	1
44	ressort repose bras gauche	1
45	ressort repose bras droite	1
46	DIN EN 24017 - M4 x 16-S	4
47	DIN EN 24017 - M2 x 6- N	8
48	DIN EN 24017 - M8 x 16-N	16
49	DIN EN 24017 - M16 x 30-N	4
50	siège partie inférieur	1
51	siège partie supérieur	1

### 3.3. Conception de mécanisme

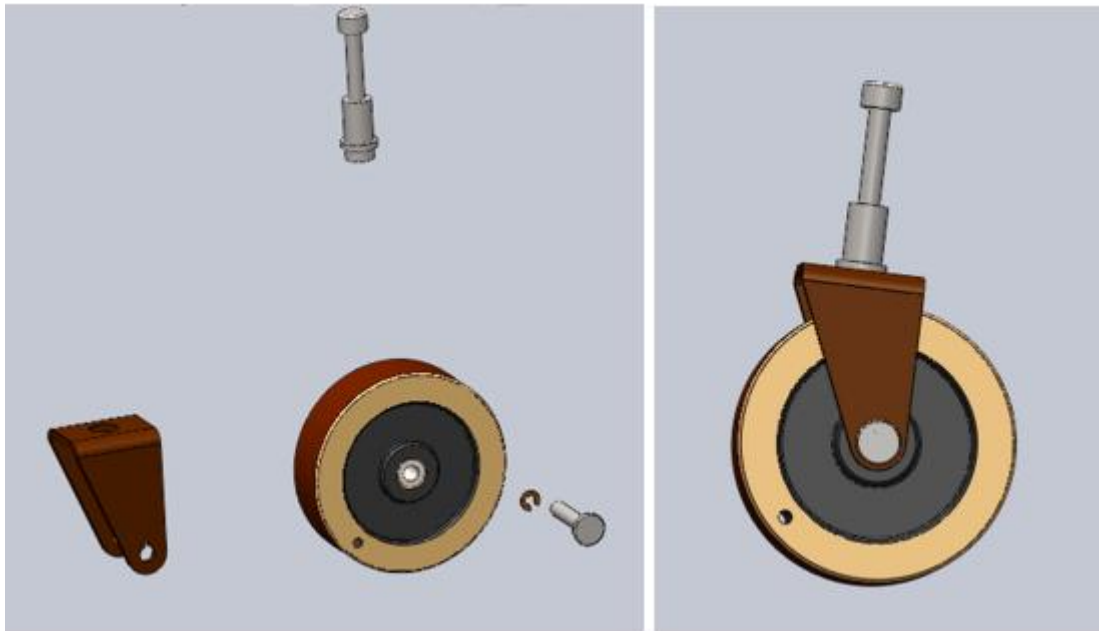


Figure 3.1: assemblage de roulette

Les roulettes qu'on a utilisées pour ce projet sont fabriquées selon la norme ISO, chaque roulette peut supporter un poids de 200 kilo.

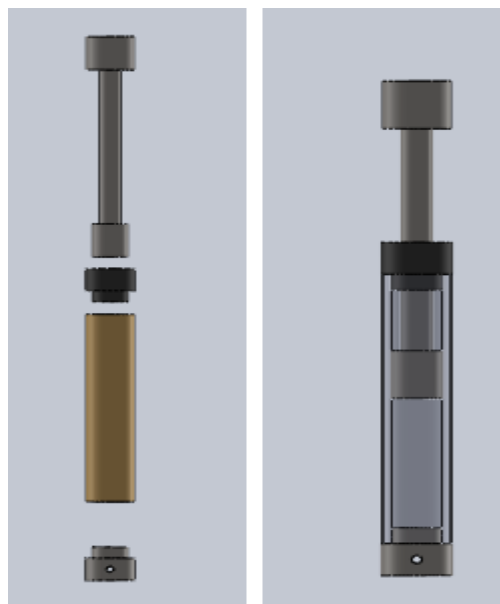


Figure 3.2: assemblage de vérin pneumatique

Les vérins pneumatiques Alimenté à l'aide d'un compresseur peuvent pousser une masse qui dépasse 200 kg. Les vérins utilisés pour notre projet sont également fabriquées selon la norme ISO.

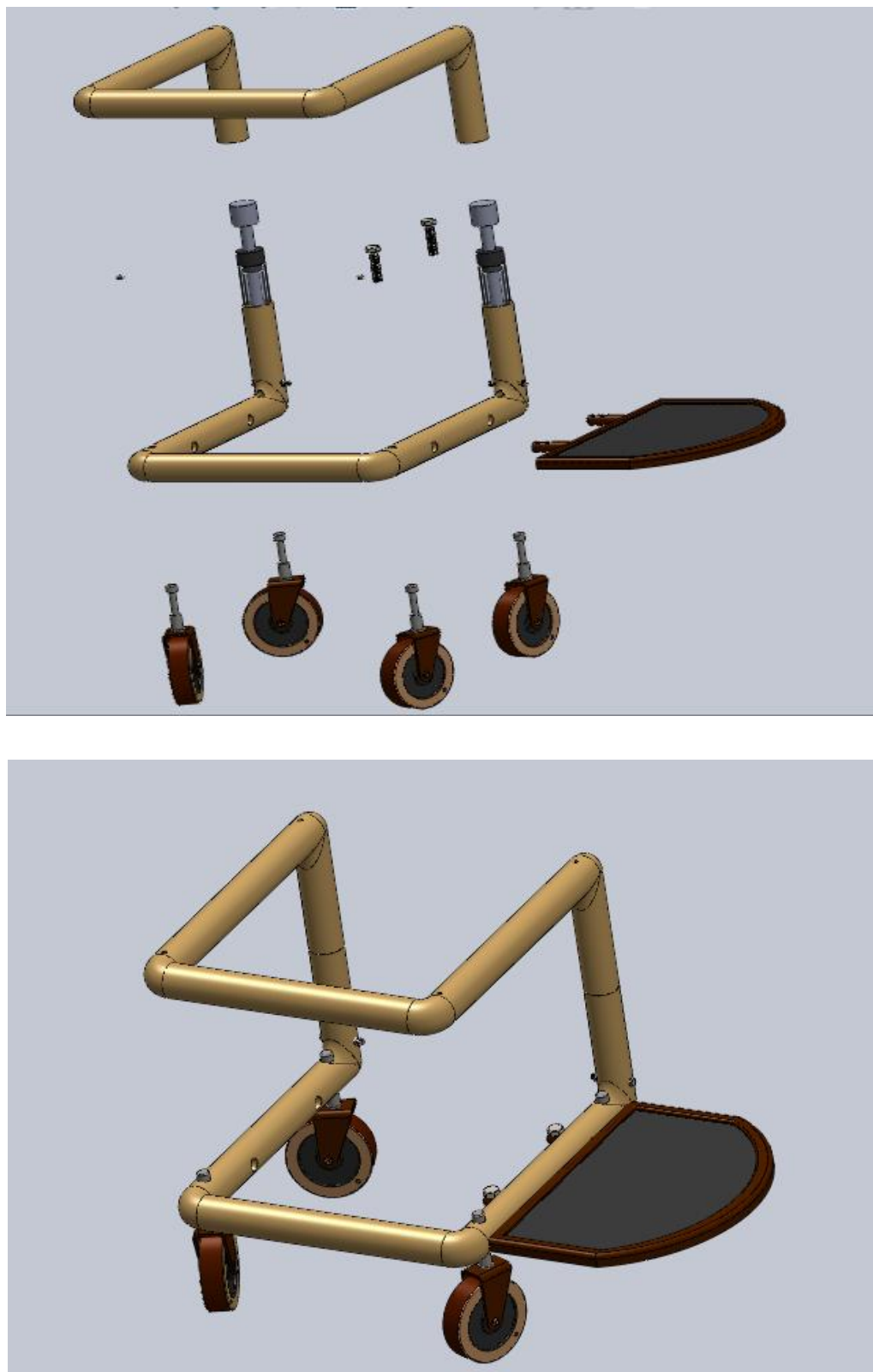


Figure 3.3: Assemblage de la structure de base

Cette première partie de l'assemblage représente la structure sur laquelle le fauteuil sera placé. Les roulettes sont connectées à l'aide de vis (les roulettes ont un filetage à l'intérieur). La partie repose pied est également assemblée par un système vis-écrou.

Les vérins pneumatiques permettent de régler la hauteur, ils seront placés à l'intérieur de notre structure en acier. Ils sont maintenus en place à l'aide de vis qui passe à travers la taule de la structure et les parties inférieures et supérieures des vérins. On doit également Percer des trous sur la structure en acier pour que des tuyaux puissent alimenter les vérins en air.

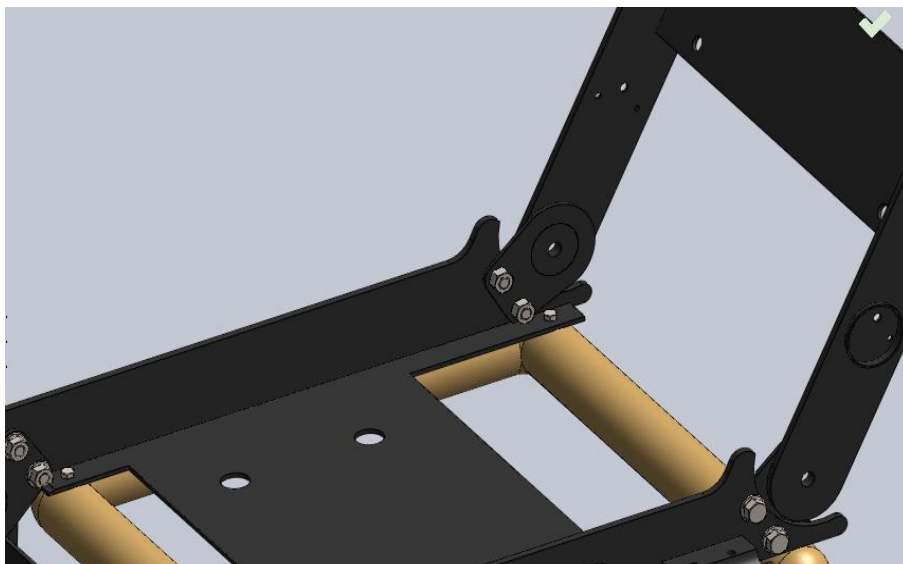
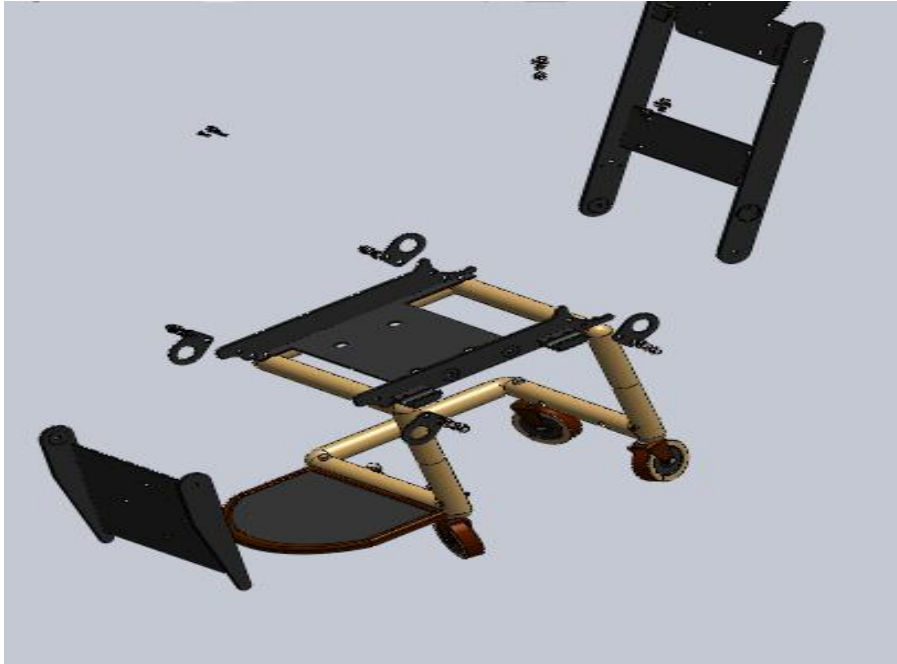


Figure 3.4: Assemblage de la tôle 1



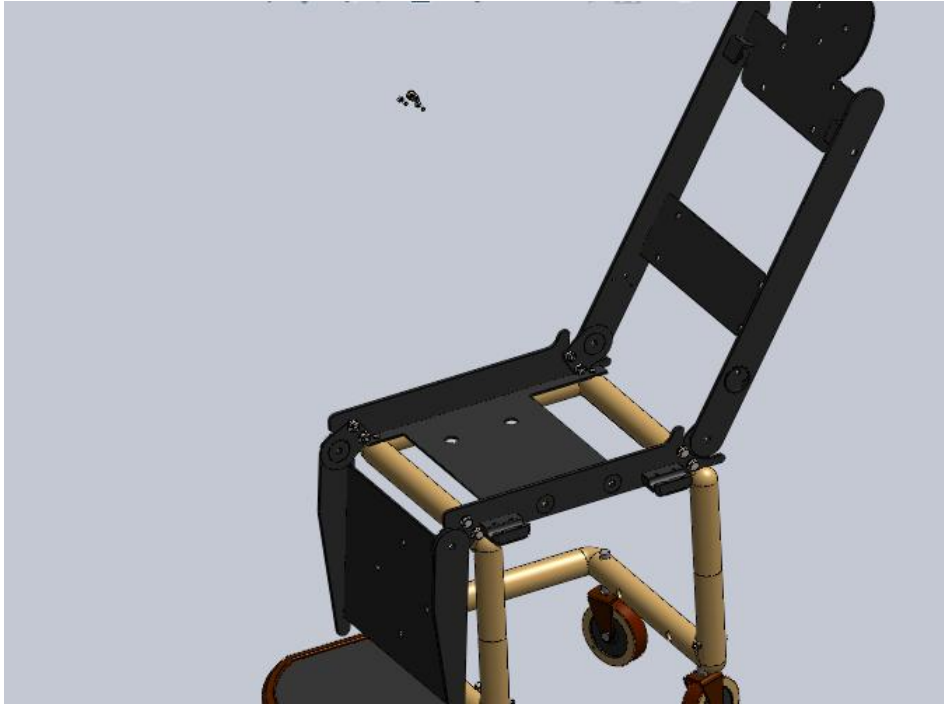


Figure 3.5: Assemblage de la tôle 2

La tôle qui donnera forme au fauteuil est ensuite posée sur notre structure en acier. Elle est connectée via des vis. La tôle de la partie inférieure et celle de la partie supérieure sont connecté par une pièce percée qui permet une rotation selon l'axe des Z.

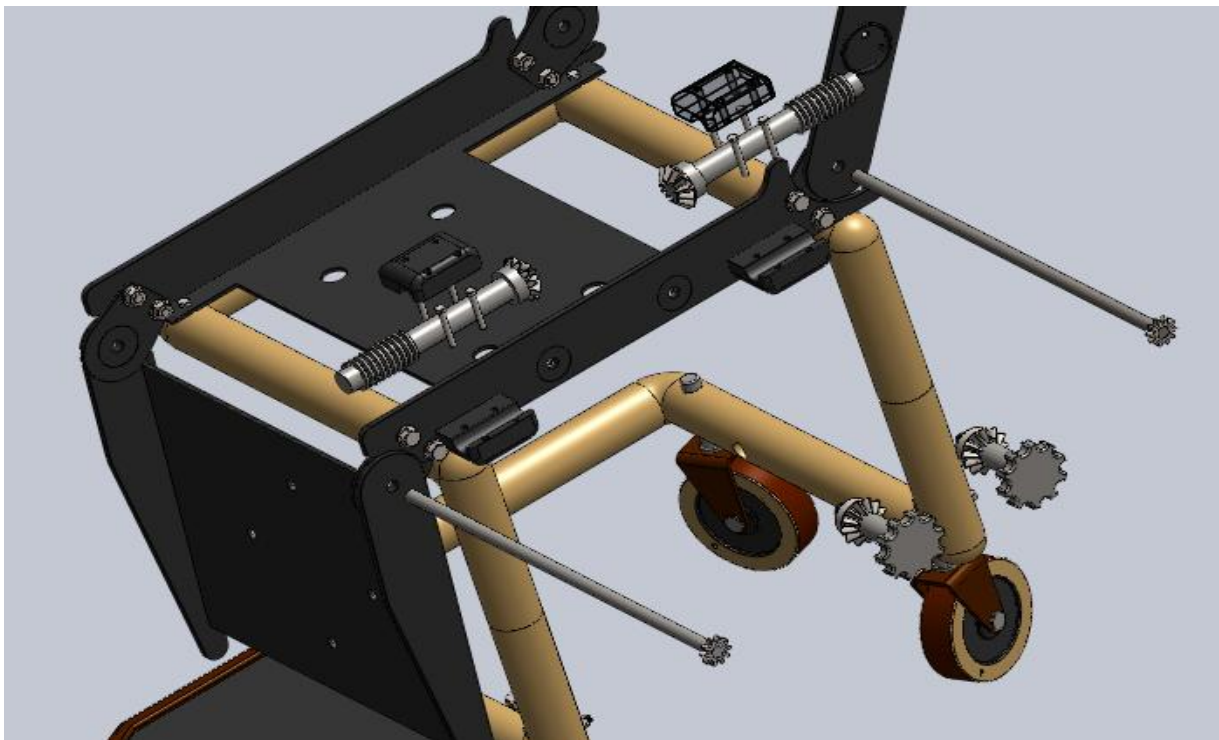


Figure 3.6 : Insertion des arbres de rotation

Des arbres sont insérés au niveau de l'axe de rotation entre la taule inférieur et supérieur. Ces arbres seront soudé du coté qui ne contient pas de roue dentée. Ainsi pour chaque rotation de l'arbre, la taule de la partie supérieure doit effectuer une rotation.

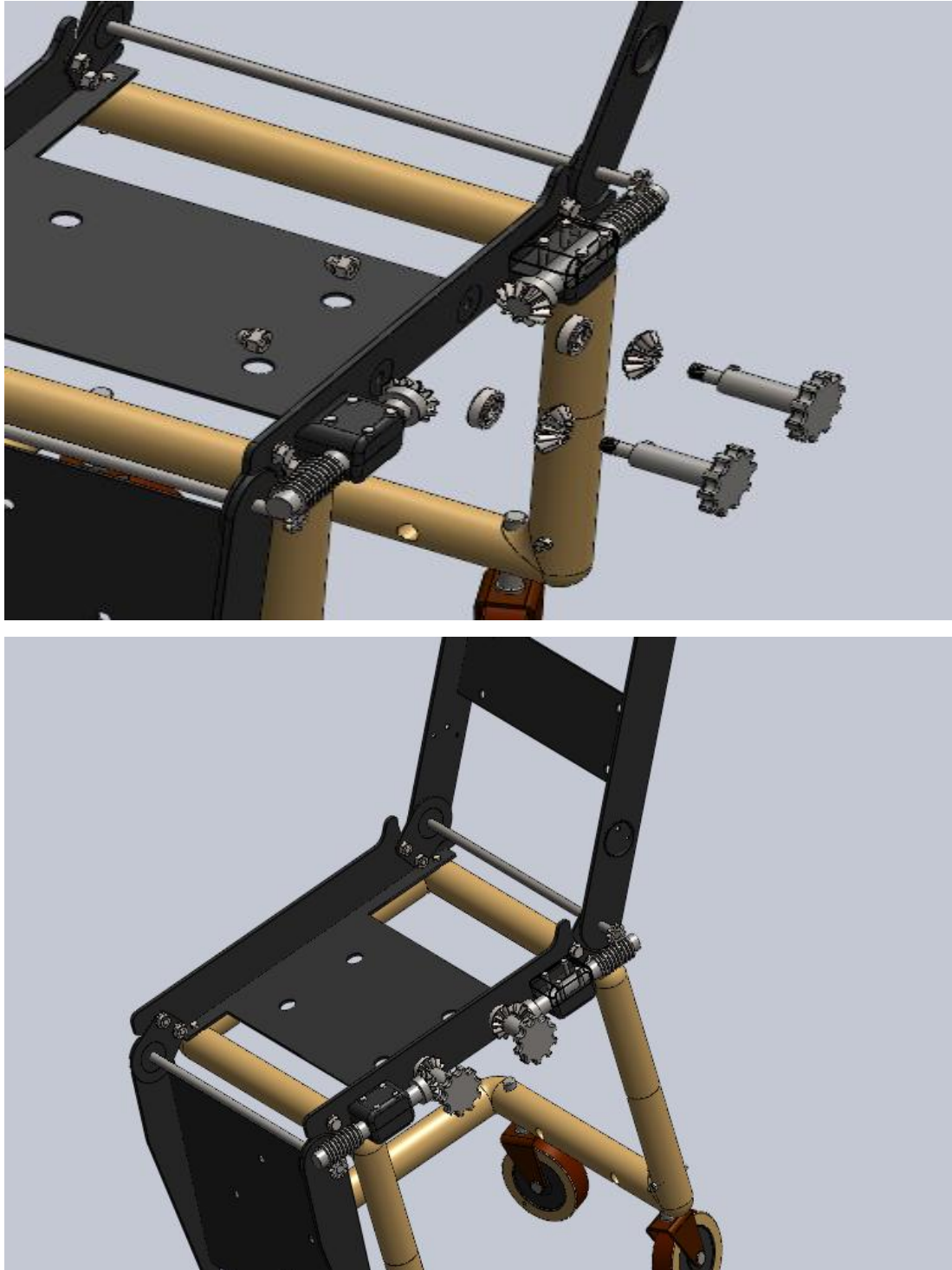


Figure 3.7: Système roue et vis sans fin

Le système roue et vis sans fin permettent de lever la partie supérieur du siège et celle du repose jambes en effectuant un mouvement de rotation. Les poignets sont filetés d'un coté pour permettre un serrage avec des écrous. Un surfaçage est effectué au niveau de la taule pour permettre au roulement de se maintenir en position. Une roue denté est connecté a l'arbre de rotation. Pour régler la chaise il suffit d'effectuer des rotations de poignée.

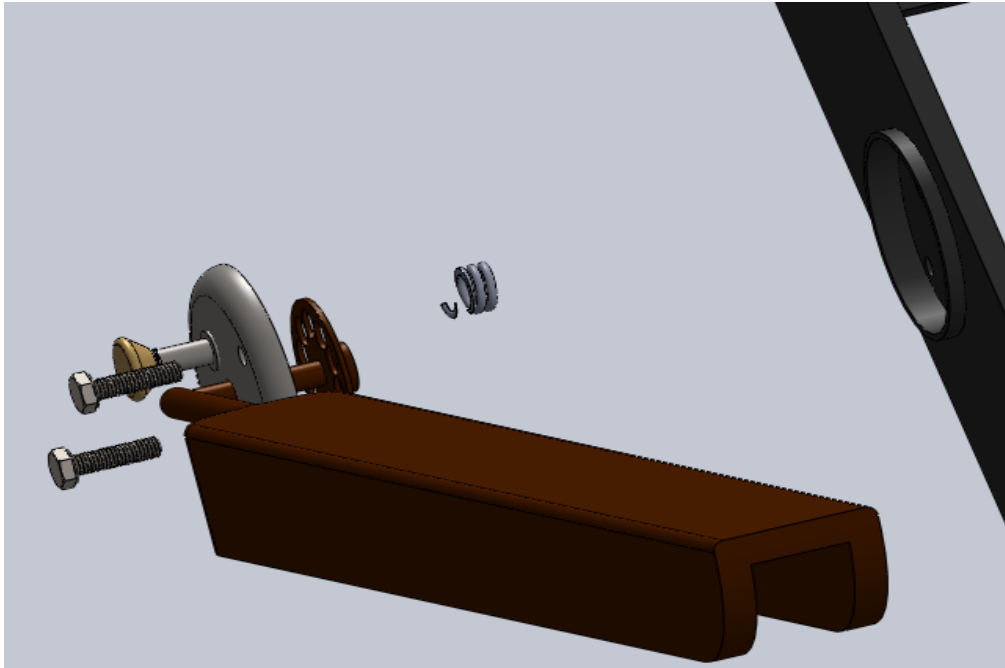


Figure 3.8: Mécanisme repose bras vue éclatée

Pour le mécanisme repose bras, un surfaçage est d'abord effectué sur la taule ainsi que 3 trous. (Un trou pour la vise de verrouillage, 2trou pour les vis de fixation). Le repose bras est connectée à un cercle contenant plusieurs trous permettant un réglage circulaire.

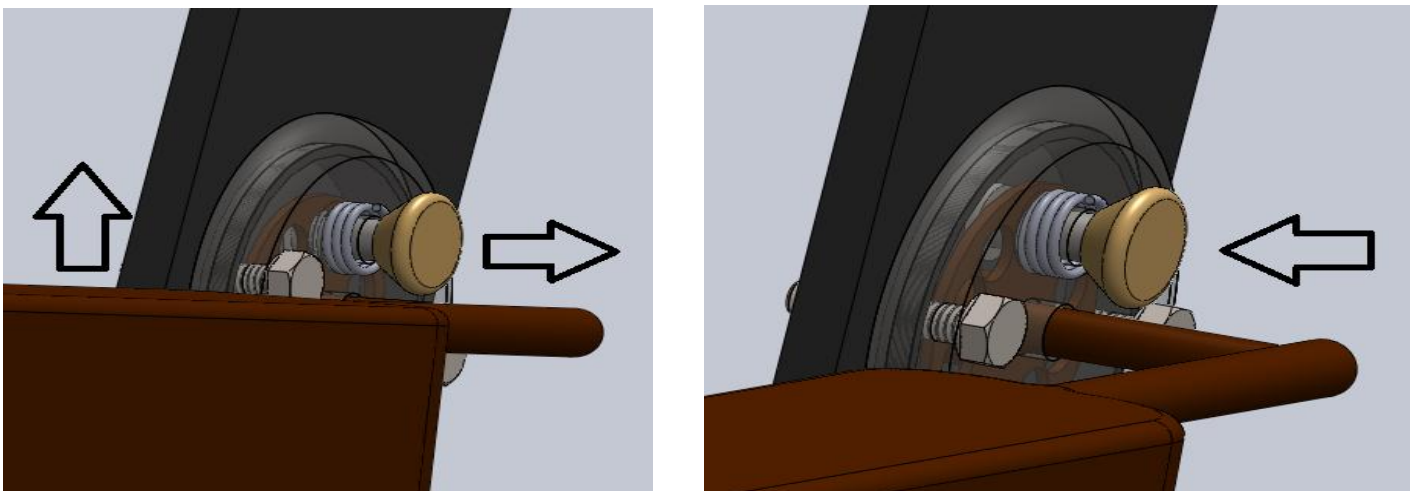


Figure 3.9 : Système repose bras

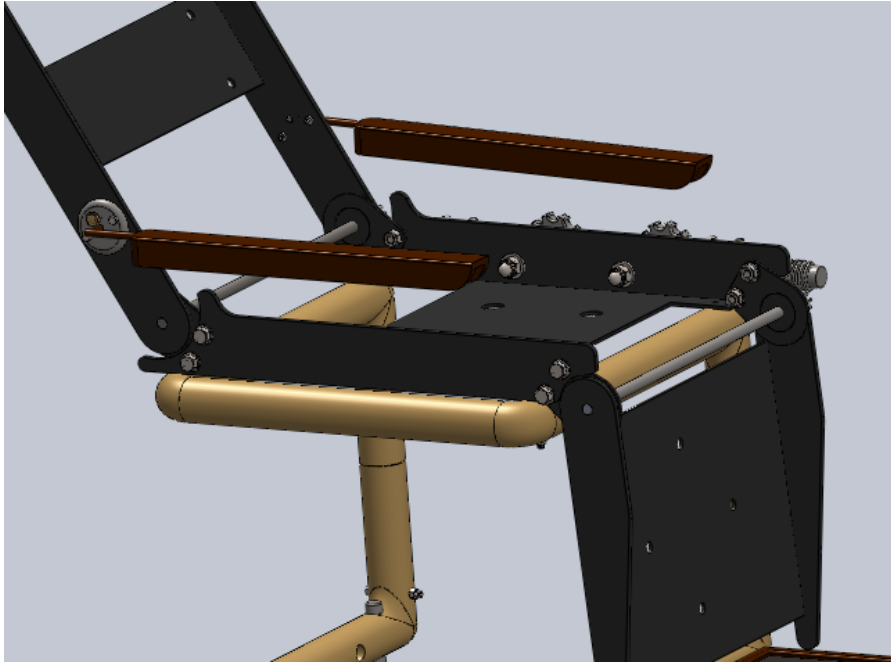


Figure 3.10: Repose bras assemblé

Le système marche d'une manière simple à l'aide d'un ressort. Pour changer l'angle du repose bras Il suffit de tirer la vis de verrouillage et de tourner le matériau composite jusqu'à l'angle désiré. Ensuite juste le fait de relâcher la vis verrouillera le mécanisme en place.

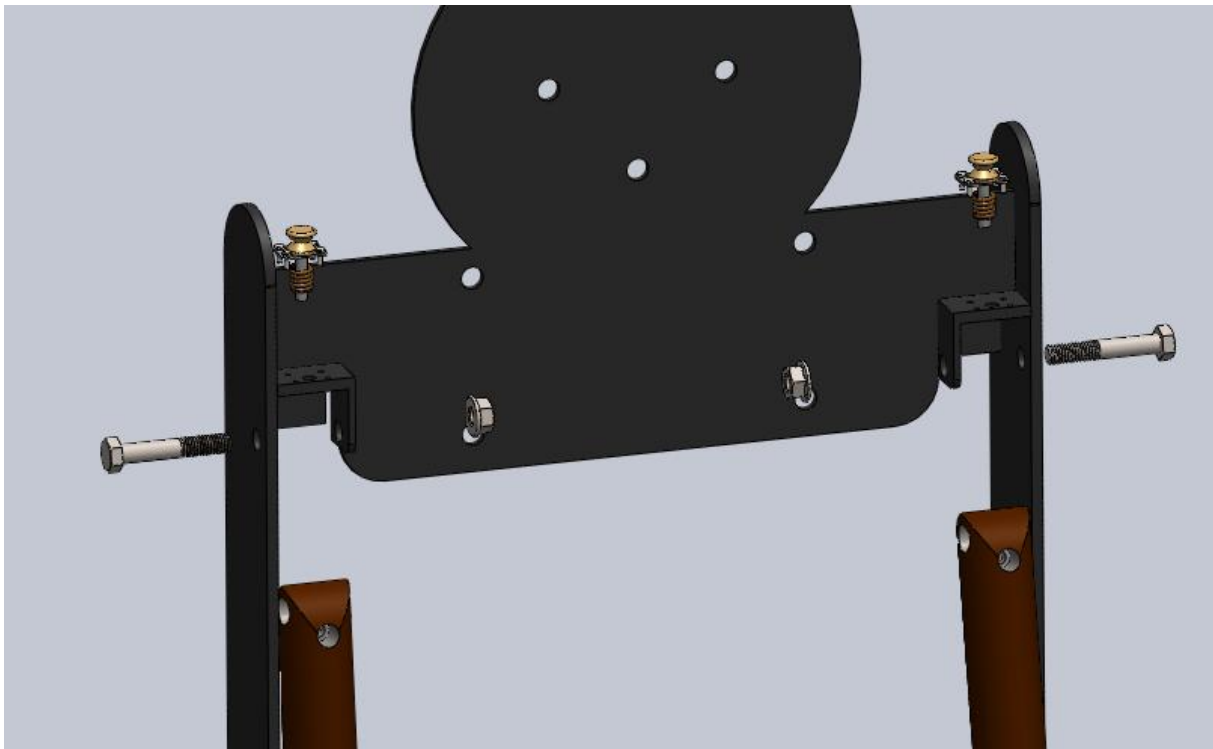


Figure 3.11: Poignée poussoir vue éclatée

Le mécanisme pour poignée poussoir est constitué de 2 parties. Une vis insérée à l'intérieur de la tôle permettra de maintenir la poignée en place pour qu'il puisse effectuer uniquement une rotation autour de l'axe X. La deuxième partie est une vis placée au-dessus de la tôle qui permettra de verrouiller la poignée poussoir une fois qu'elle rentre à l'intérieur.

Pour déplacer les poignées il est essentiel de d'abord tirer la vis de verrouillage. Ensuite tourner la poignée et enfin relâcher la vis pour maintenir le mécanisme en place.

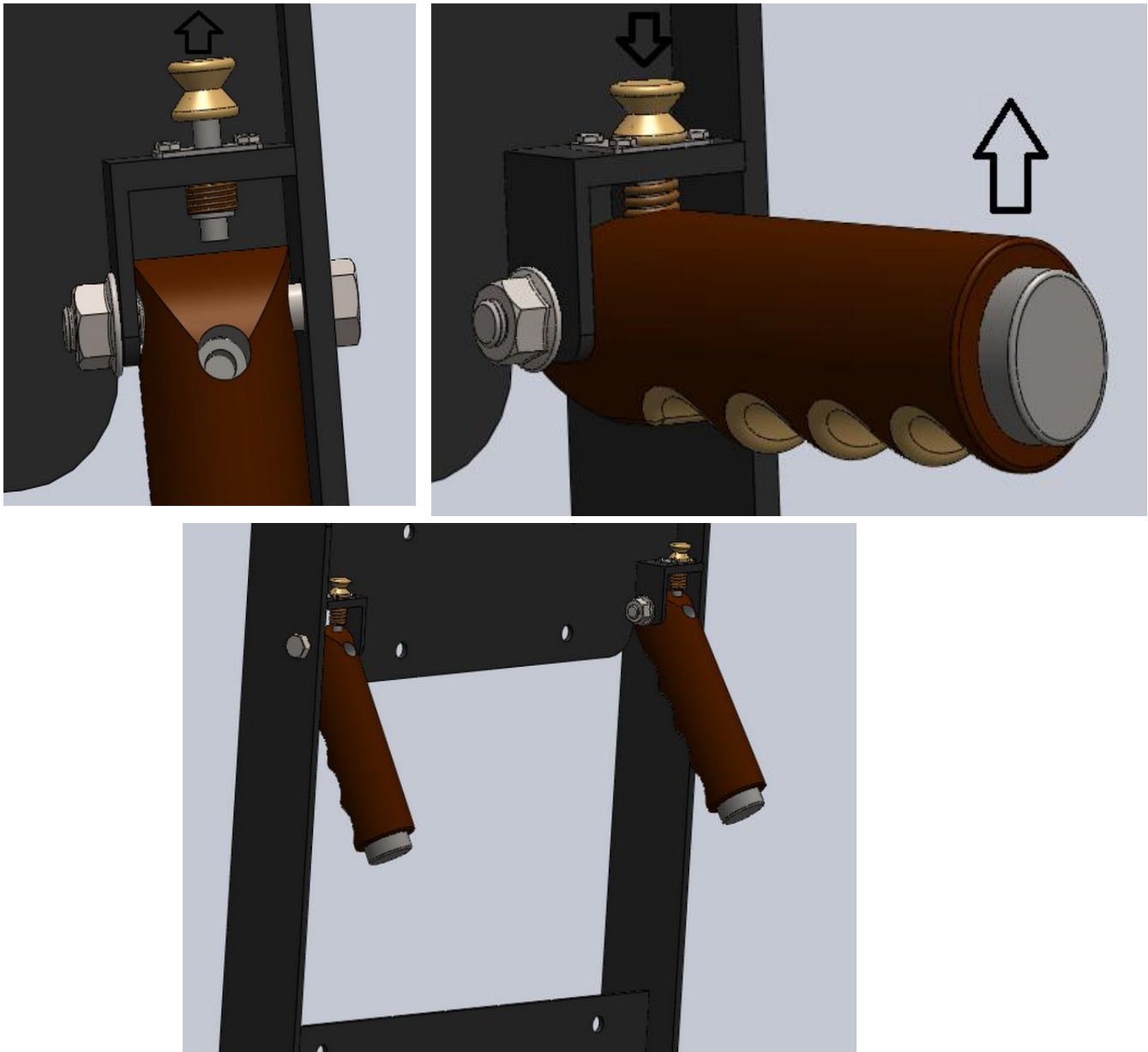


Figure 3.12: Système poignée poussoir



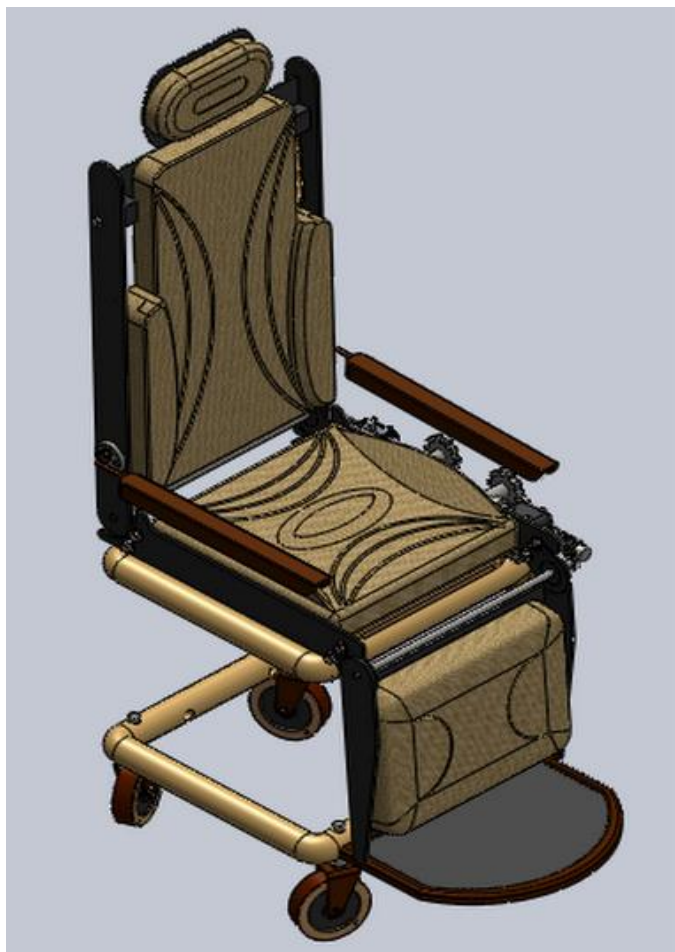


Figure 3.13 : Assemblage final

Le fauteuil est recouvert des coussins orthopédiques pour le confort du malade.

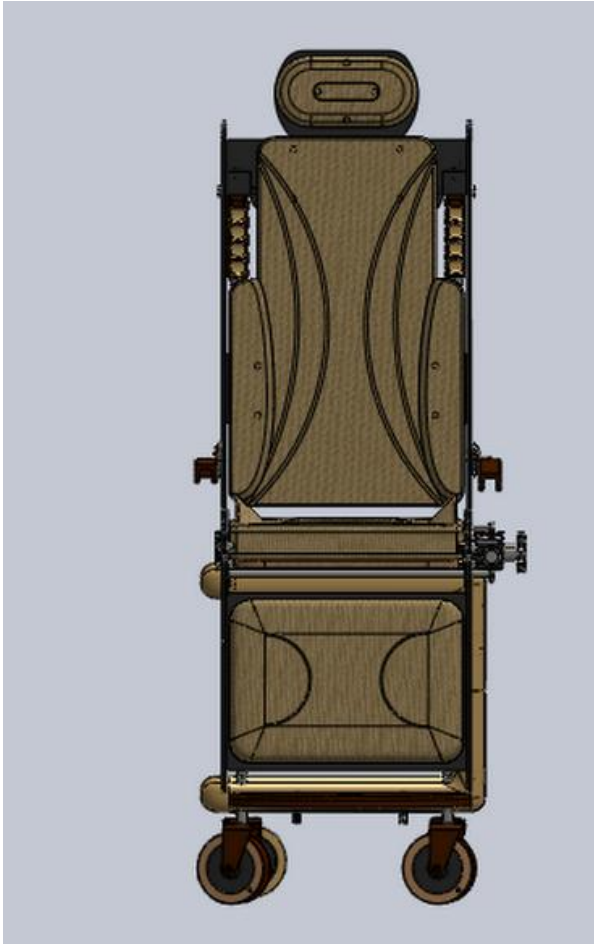


Figure 3.16: Fauteuil roulant vue de face

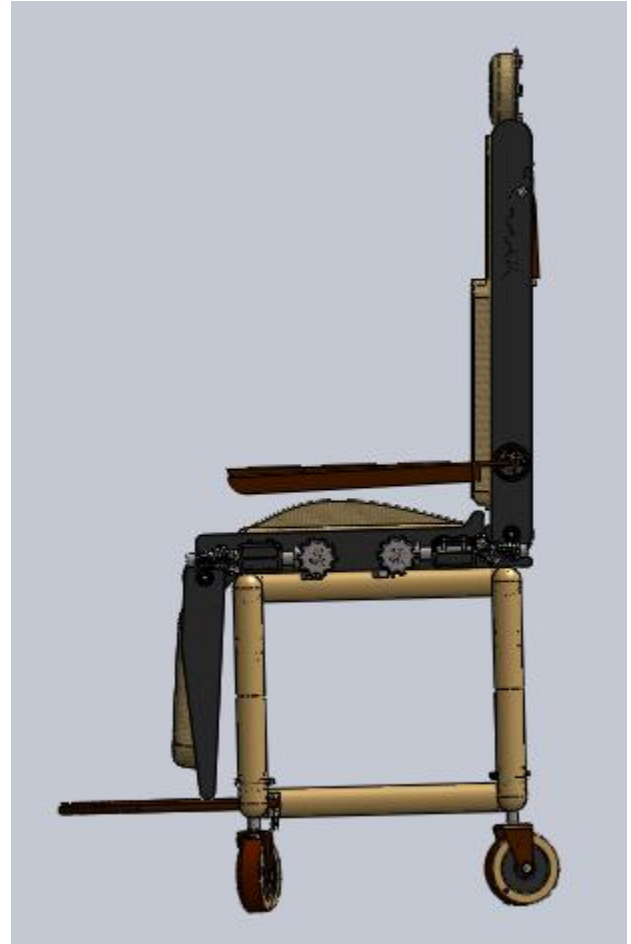


Figure 3.17: Fauteuil roulant vue de droite

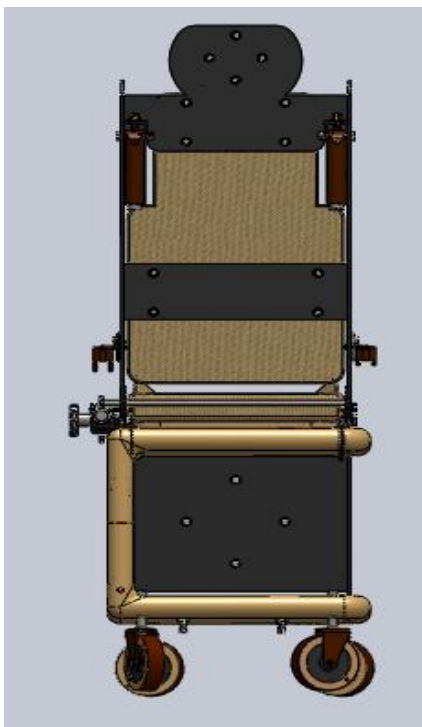


Figure 3.15: Fauteuil roulant vue arrière

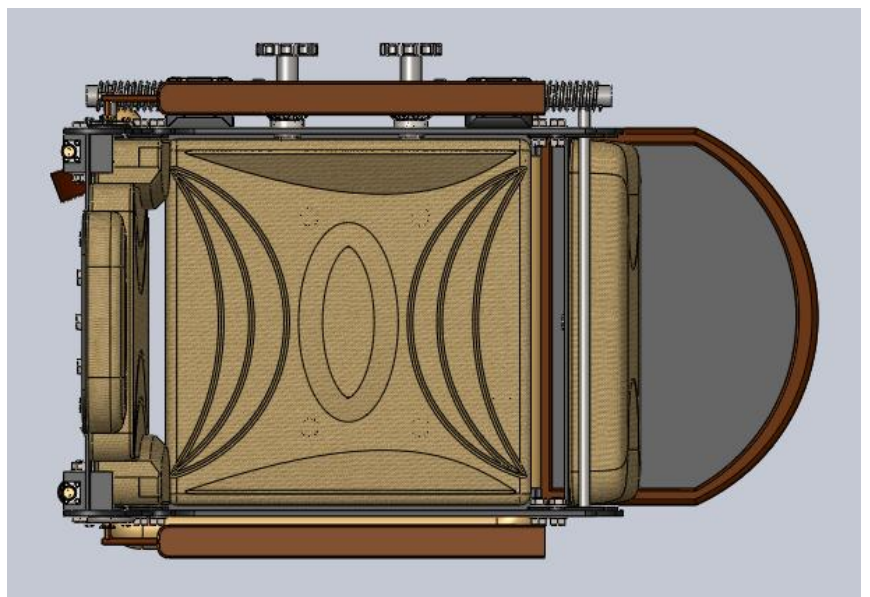


Figure 3.14 : Fauteuil roulant vue de dessus

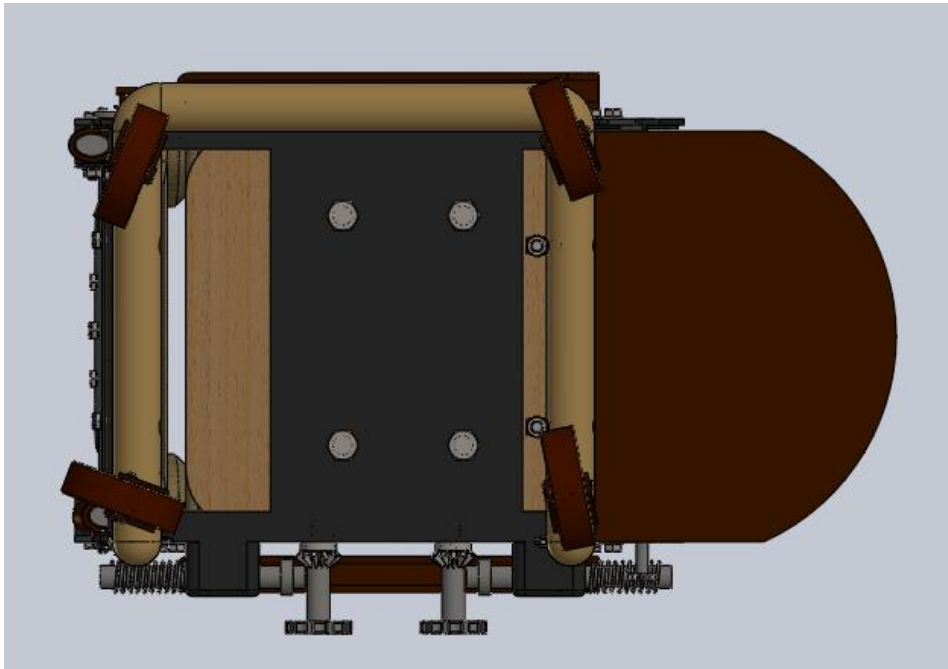
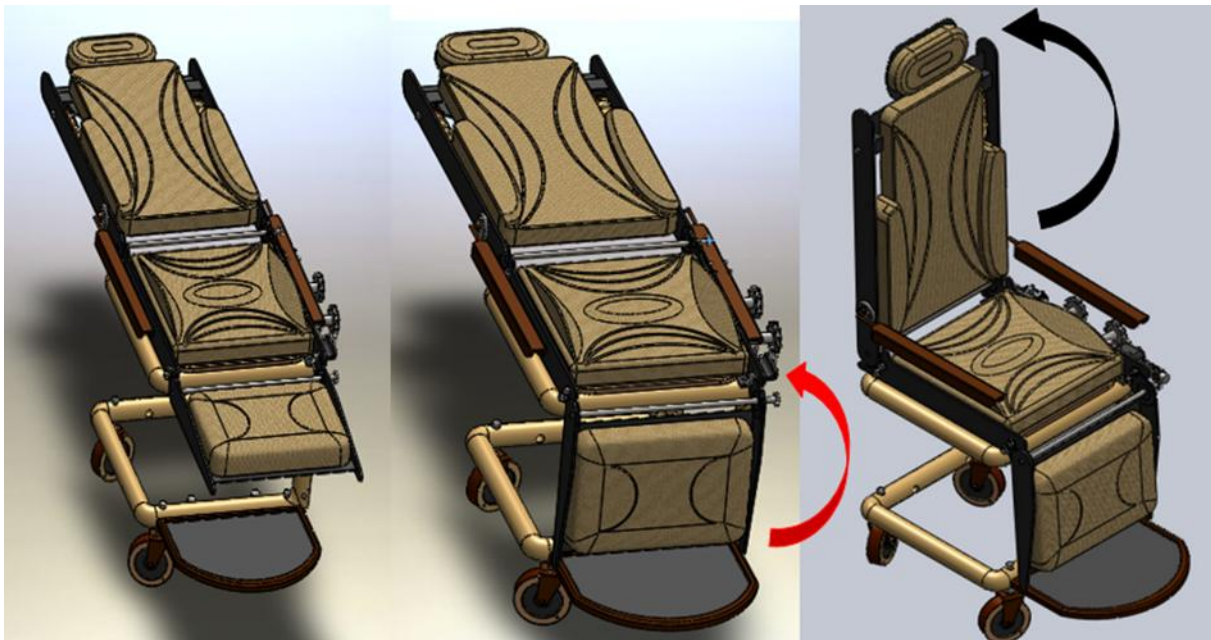


Figure 3.18 : Fauteuil roulant vue de dessous

### 3.4. Les opérations de dégagement le malade sur lit par le Fauteuil





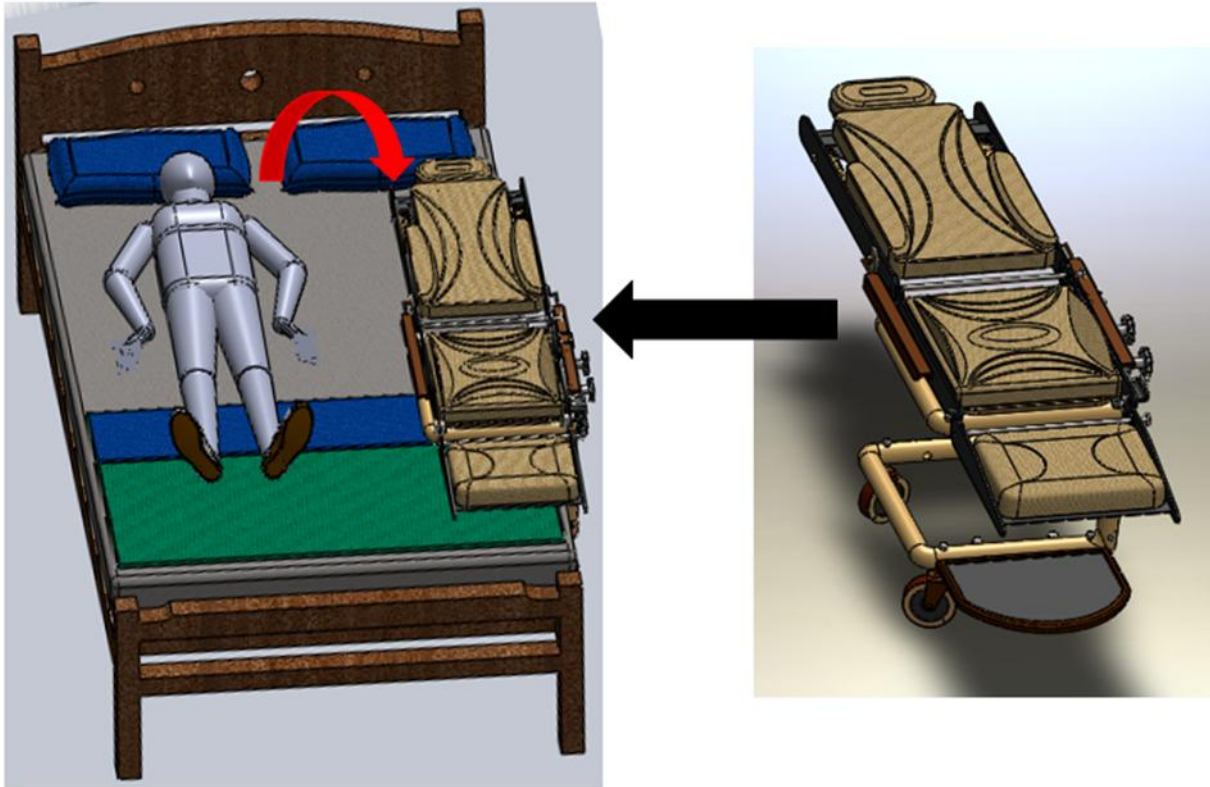


Figure 3.19 : Réglage de fauteuil

Nous allons montrer l'utilité du fauteuil durant une simulation sur Solidworks, le mannequin représente le malade.

Pour ce cas-ci la hauteur du lit était idéale pour le fauteuil et nous n'avions pas besoin d'utiliser les vérins pour changer la hauteur.

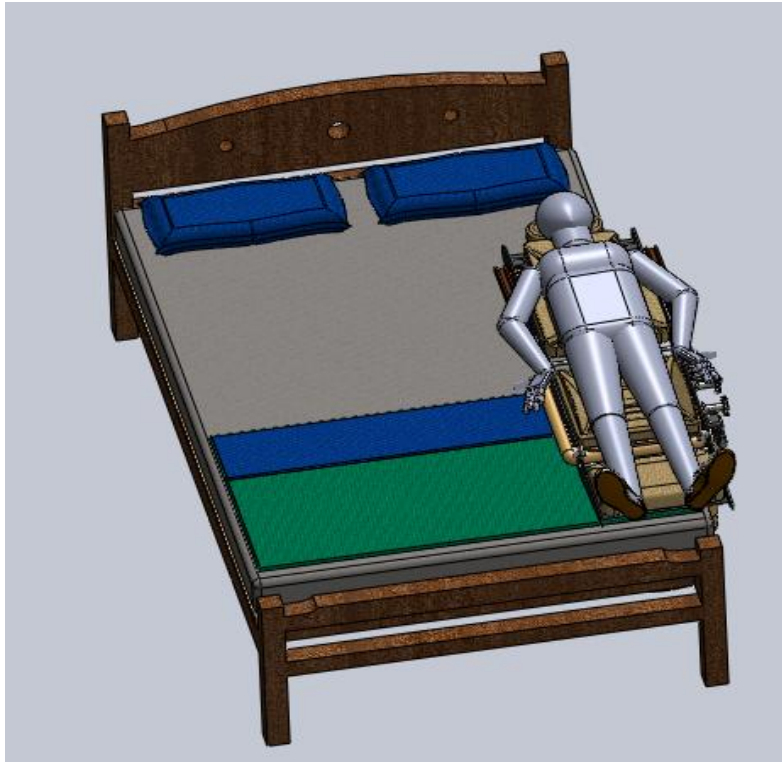


Figure 3.20 : Malade allongé

Nous allons montrer l'utilité du fauteuil durant une simulation sur Solidworks, le mannequin représente le malade.

Pour ce cas-ci la hauteur du lit était idéale pour le fauteuil et nous n'avons pas besoin d'utiliser les vérins pour changer la hauteur.

On commence par le réglage de la hauteur du fauteuil. Dans notre cas le lit était à la hauteur idéale et nous n'avons pas besoin d'utiliser les vérins pour changer de hauteur. Nous avons directement poussé le fauteuil (qui était en position allongé) à l'intérieur du lit.

L'assistant doit aider le malade à se mettre au-dessus du fauteuil depuis son lit.

Le Fauteuil est alors réglé avant l'emploi. La première étape est d'utiliser le système d'engrenage pour faire monter le dos du patient. Une fois monté, on fait sortir les poignées poussoirs.

On tire le fauteuil vers l'extérieur et ensuite on fait descendre le repose jambes a 90 degrés.

L'étape finale est de faire descendre les repose bras pour empêcher le malade de tomber et le mettre en position de sécurité.

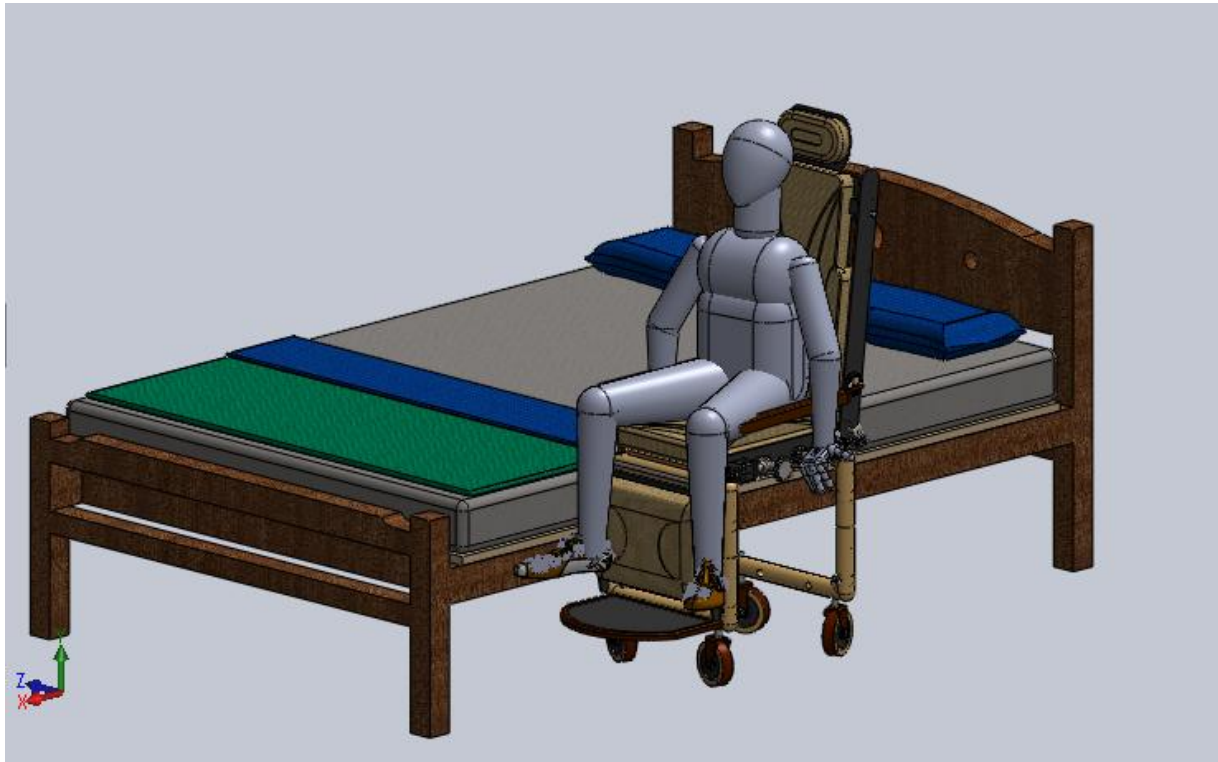
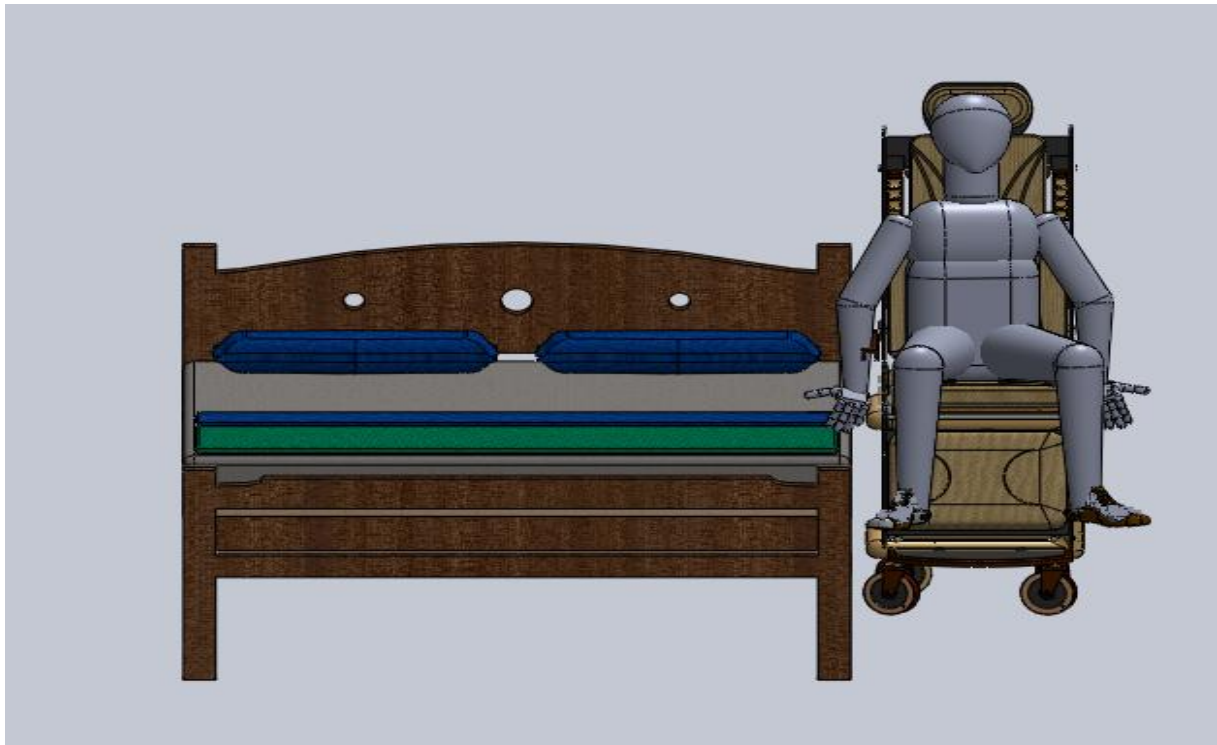


Figure 3.21: Malade assis

### 3.5.Simulation :

Pour la simulation On s'intéresse à l'étude de la taule et de notre structure en acier allié inoxydable car c'est la partie du fauteuil qui doit supporter le plus de poids.

On a précédemment supposé que le poids d'une personne moyenne est de 80 Kg. Pour cette simulation on va mettre une valeur maximale de 200 kg pour voir si il y'aura des déformations.

$$F=m.a= m.g= 200 \times 9.8= 1960 \text{ N}$$

On fera 2 simulations statiques dans les positions du fauteuil les plus utilisées : une position assis et une position allongé

#### 3.5.1.Premier cas : position assis

On sait que les roulettes peuvent supporter 200 kg chacune donc pour simplifier notre simulation, On s'intéresse en particulier à la partie à la taule

On suppose que l'axe de rotation entre la taule de la partie supérieure (dos) et la partie inférieur est fixe (encastrement)

La structure de base de bas est fixe par rapport à la chaise (encastrement, cas sans roulettes)

La force de 1960 N est appliquée uniformément a la surface de contact entre la personne et la chaise.

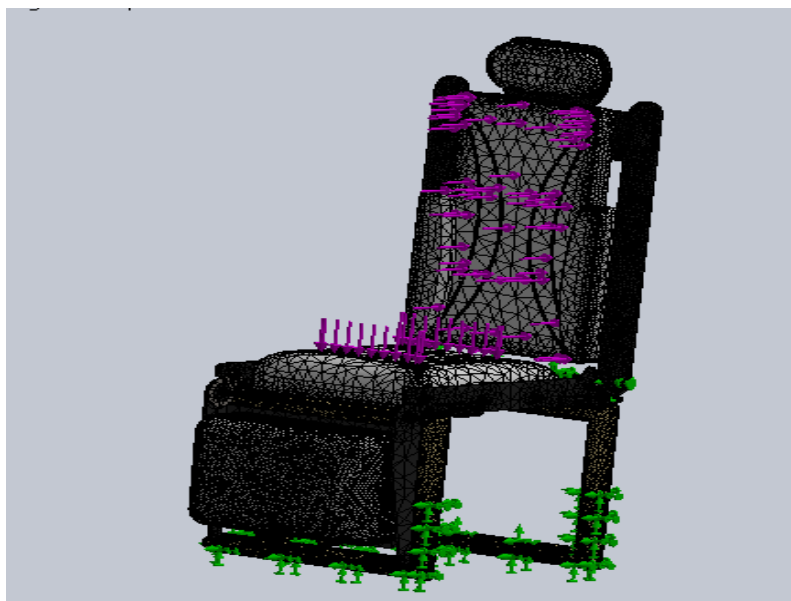


Figure 3.22: Maillage position 1

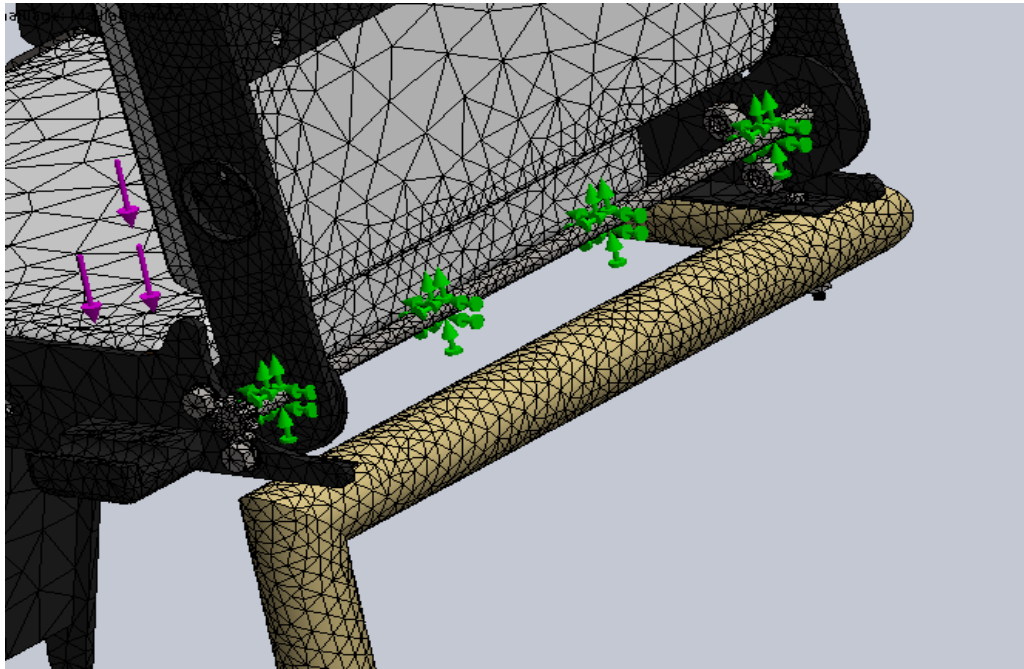
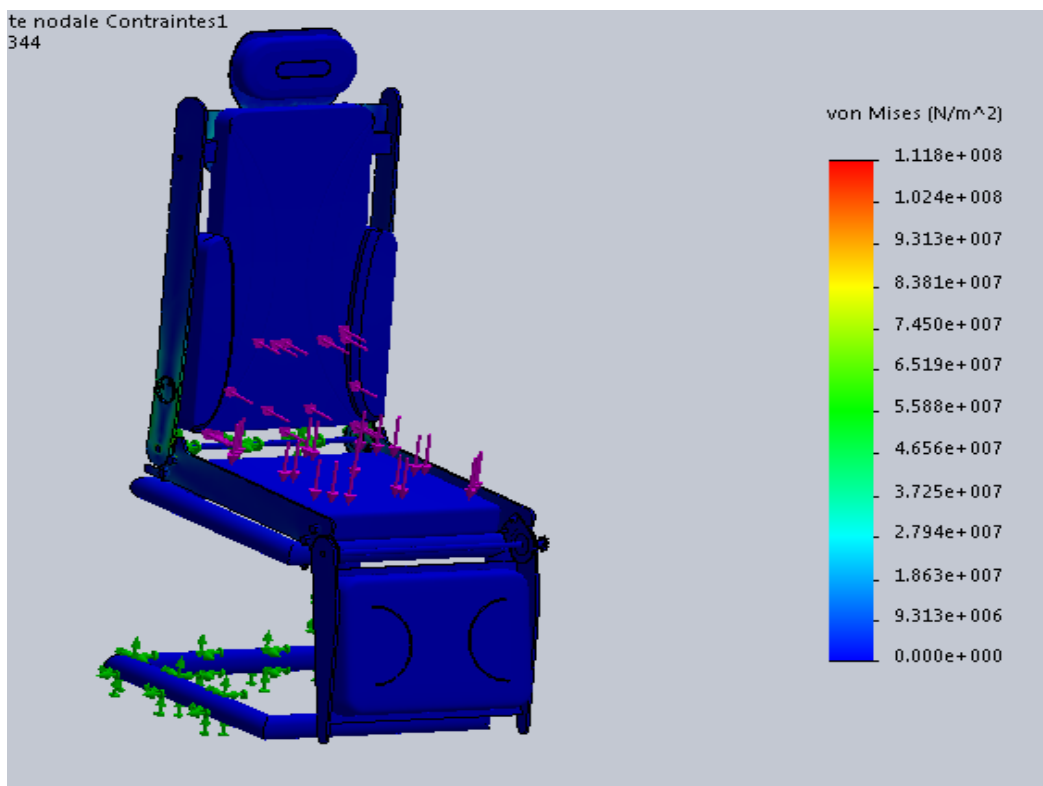


Figure 3.23: Définition des appuis position 1

### 3.5.1.1. Résultats :

- ✓ Contraintes





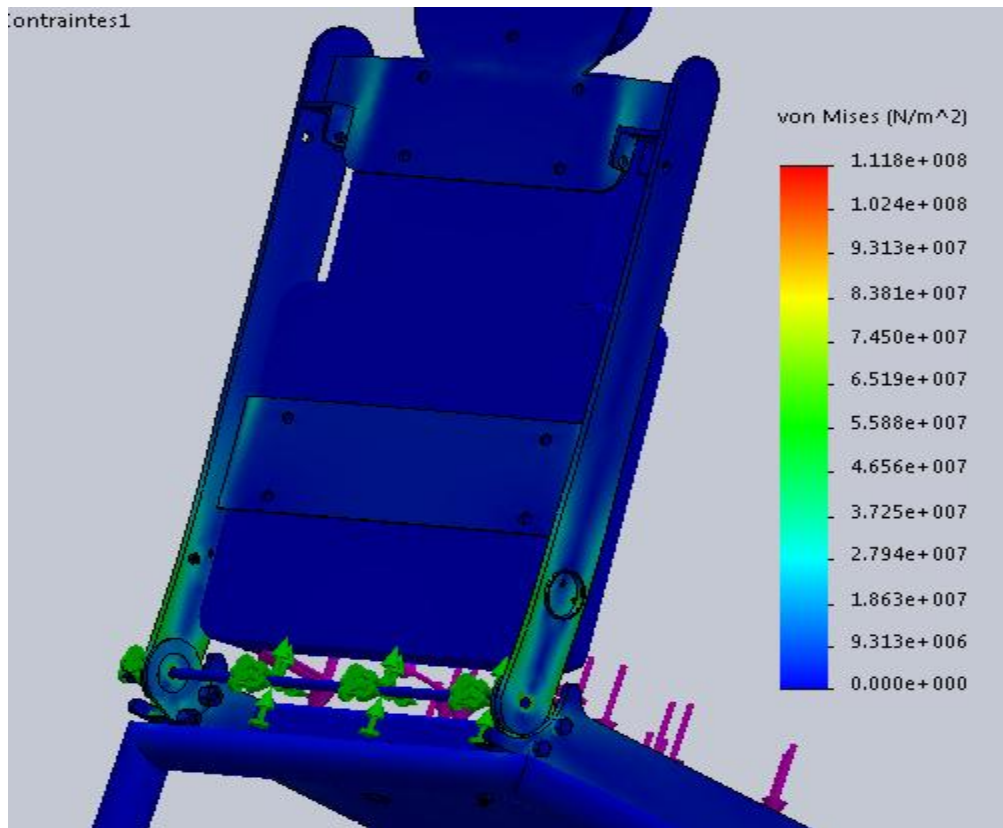


Figure 3.24: Contraintes de Von mises tôle

### Interprétation :

Le résultat indique que les contraintes résultantes ne peuvent pas déformer la structure du fauteuil.

Il semble y avoir une concentration de contraintes autour de l'axe de rotation, sur la taule de la partie supérieure en particulier, c'est bien normal car c'est la partie qui doit soutenir le poids de la personne qui s'appuie sur la chaise.

Il y a également une légère concentration de contrainte en haut de la taule, ceci est due au fait que la surface d'appui sur cette région est plus petite (on a du couper la taule à ce niveau pour monter les poignées, et de ce fait on a réduit la surface de la tôle)

## ✓ Déformations

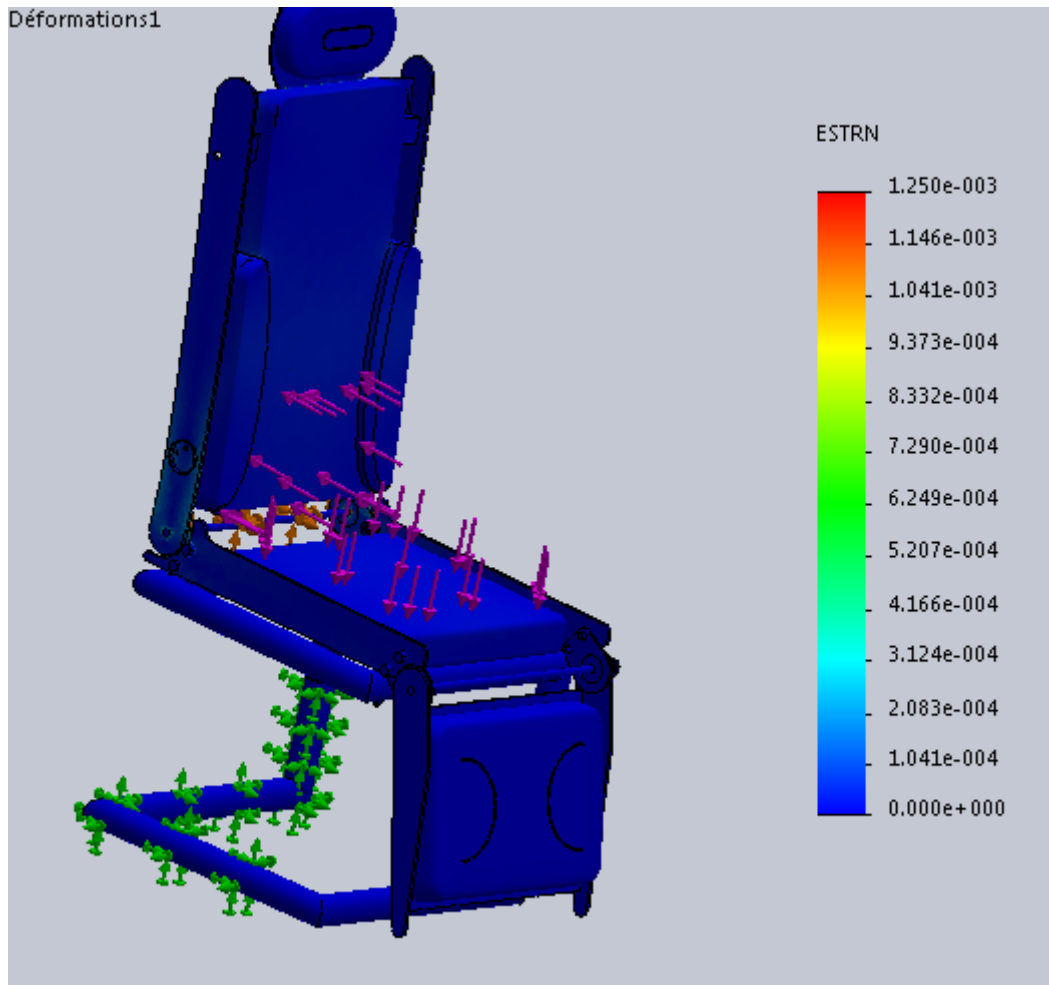


Figure 3.25 : Déformations position 1

Les déformations sont de nature élastiques. Ils sont situés dans la région où il y avait une concentration de contraintes.

## ✓ Déplacements :

Les déplacements affichés ici sont dus à la petite déformation élastique de l'ensemble table+siège

Ils sont élevés au sommet de la table. C'est normal puisque l'on avait une déformation un peu plus basse.

Ces déplacements sont complètement admissibles et n'affectent pas le patient (Il s'agit d'un déplacement de 1.35 mm seulement)

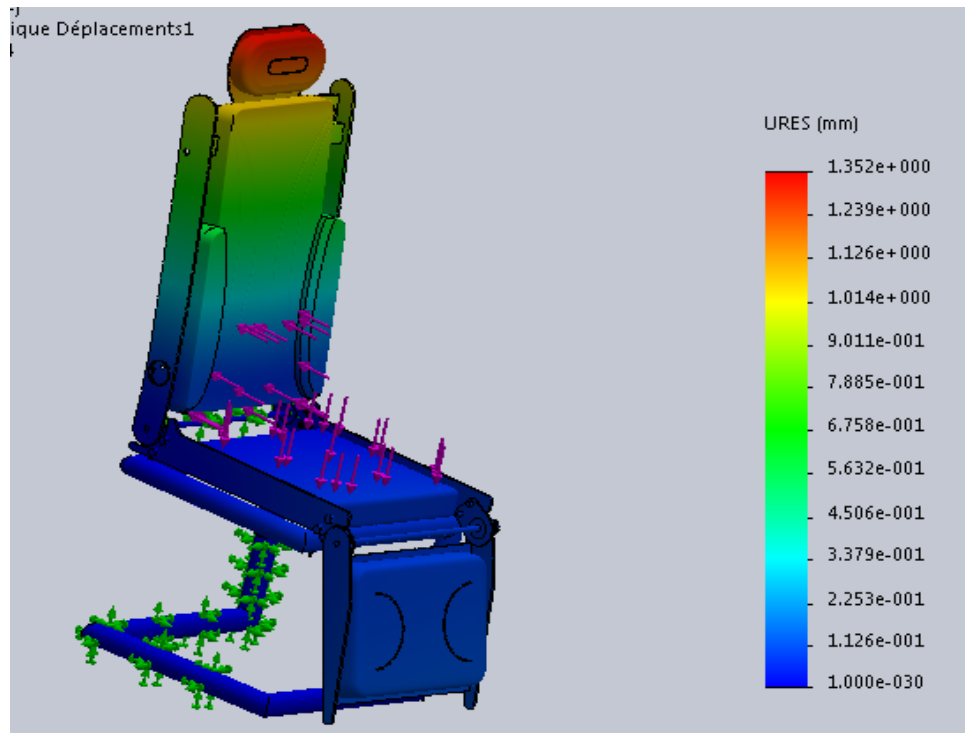


Figure 3.26 : Déplacements position 1

### 3.5.2.Position allongé :

On garde la même force pour cette deuxième étude, la différence est la surface sur la quel la force est répartie. Dans ce cas-là, la repose jambe va monter pour permettre au malade de s'allonger, de ce fait le poids sera réparti également sur la repose jambe.

Durant cette étude on a gardé les même appuis et on a également ajouté un troisième, Il s'agit de l'arbre de rotation entre la taule de bas et la taule du repose jambes.



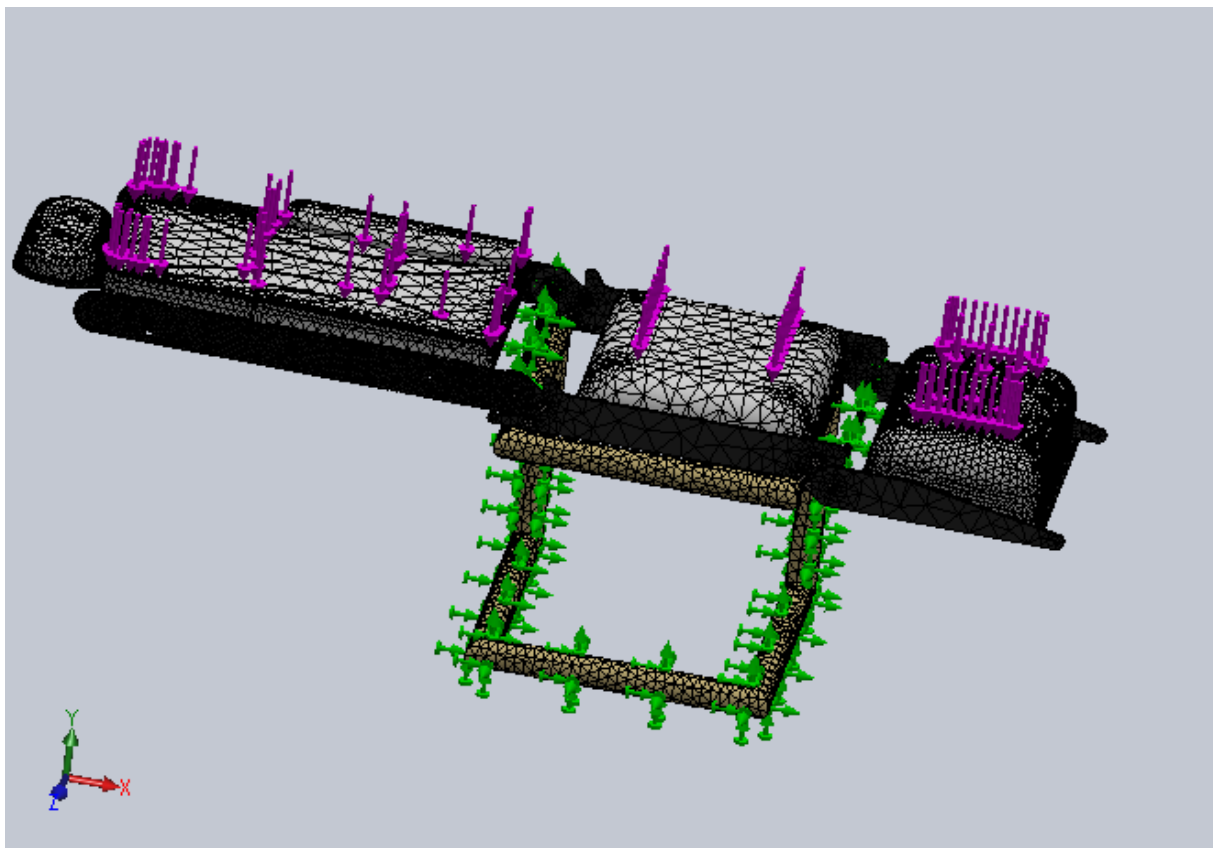
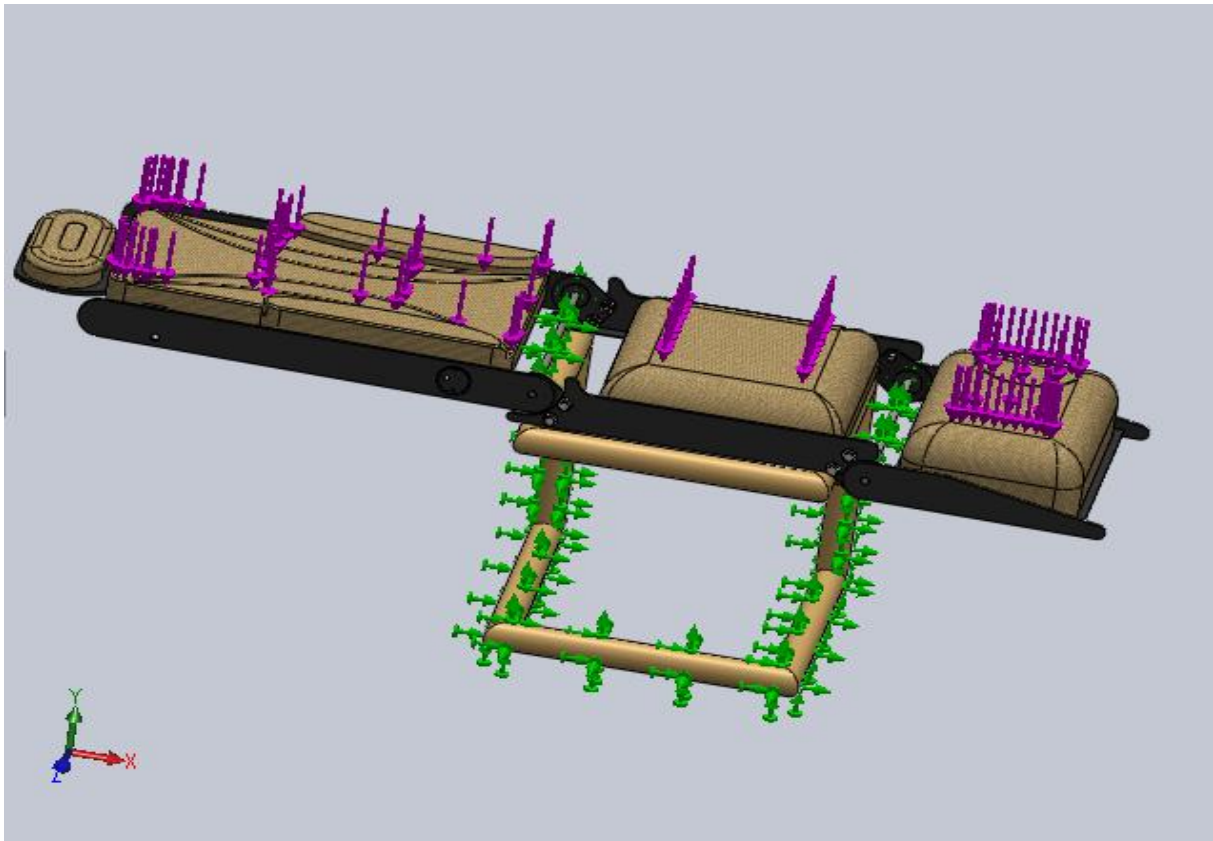


Figure 3.27: Vérification que les sièges du fauteuil sont au même niveau et application de maillage

3.5.2.1. Résultats :

- ✓ Contraintes :
- ✓ Interprétation :

Le deuxième cas est un peu similaire au premier, il ya une concentration de contraintes au tour de l'arbre de rotation situé entre la taule de bas et la taule de la partie supérieur (dos). Par contre dans ce cas-là la valeur de contrainte est plus petite que dans le premier cas. C'est normal, le poids du malade est répartie sur une nouvelle surface (le repose jambes) donc la contrainte est moins élevé

$$\sigma = F/S$$

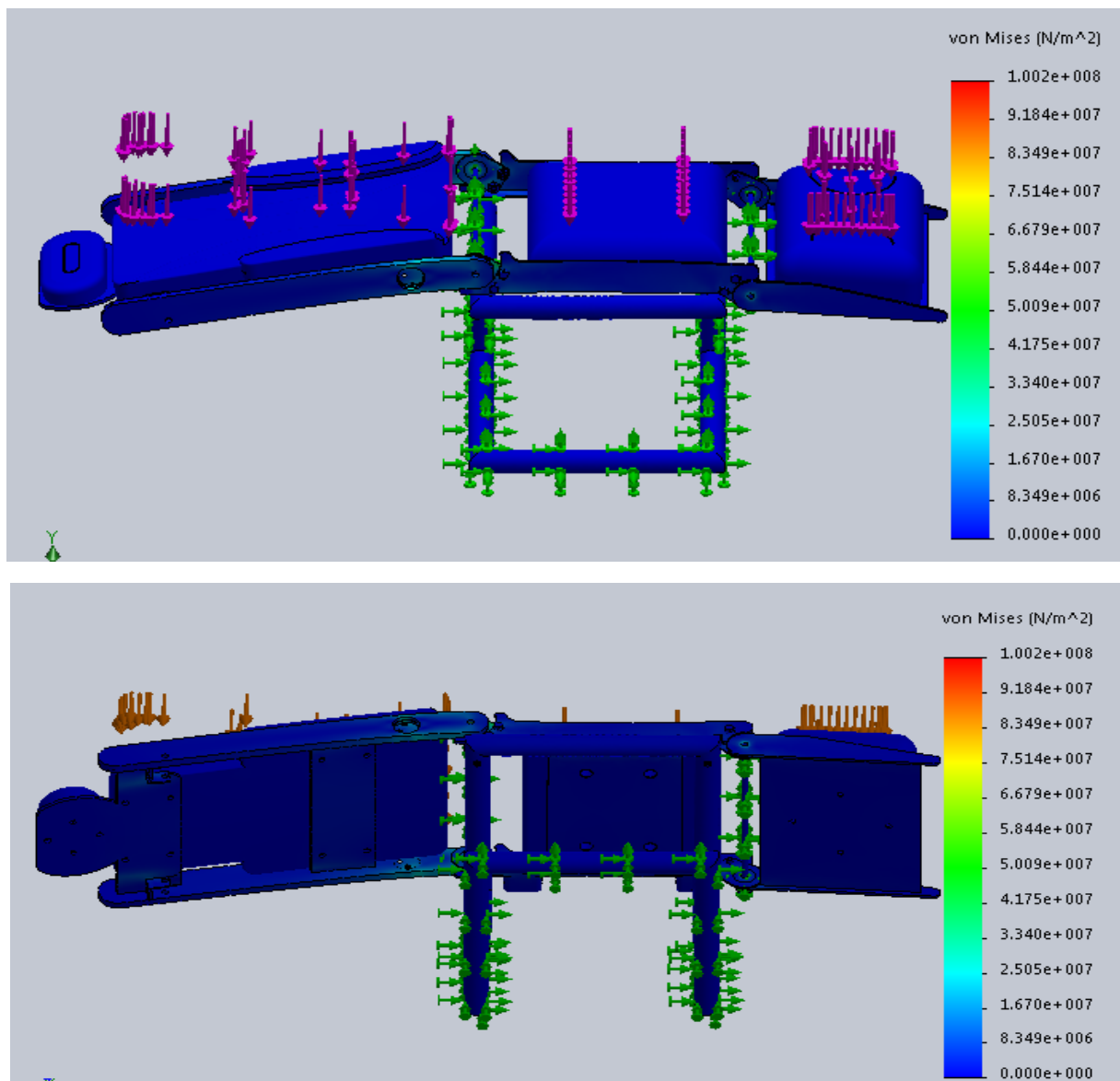


Figure 3.28: Contraintes position 2

Il semble aussi y avoir une concentration de contrainte entre la taule de bas et la partie repose jambes.

✓ **Déformations :**

On a une très légère déformation dans la zone où il y avait une concentration de contraintes.

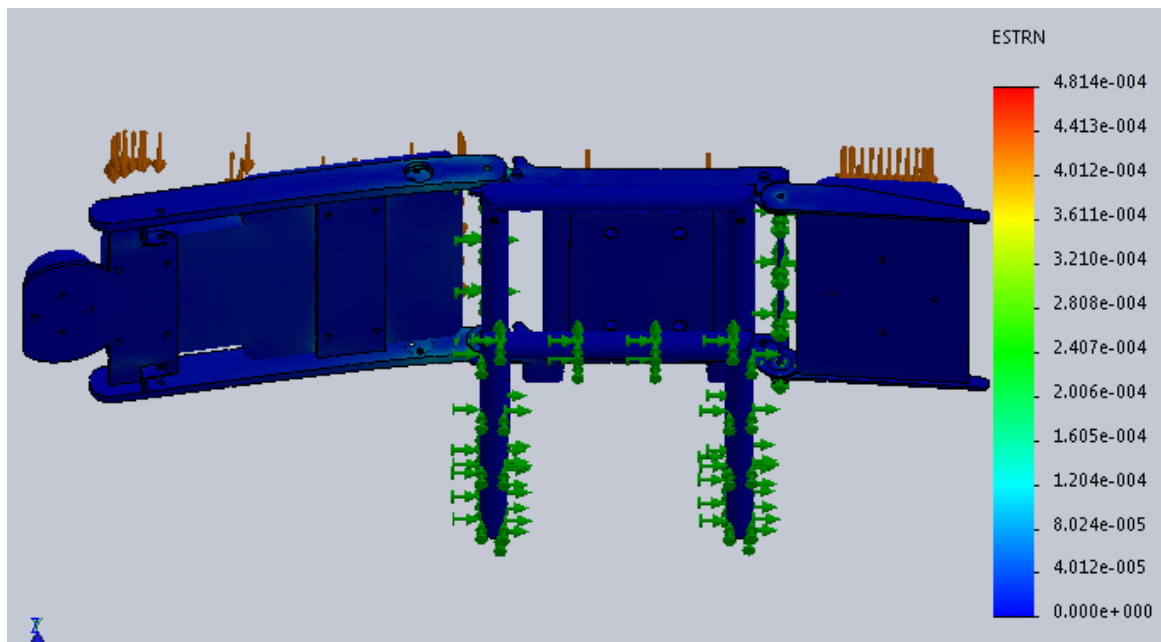


Figure 3.29: Déformations position 2

✓ **Déplacements :**

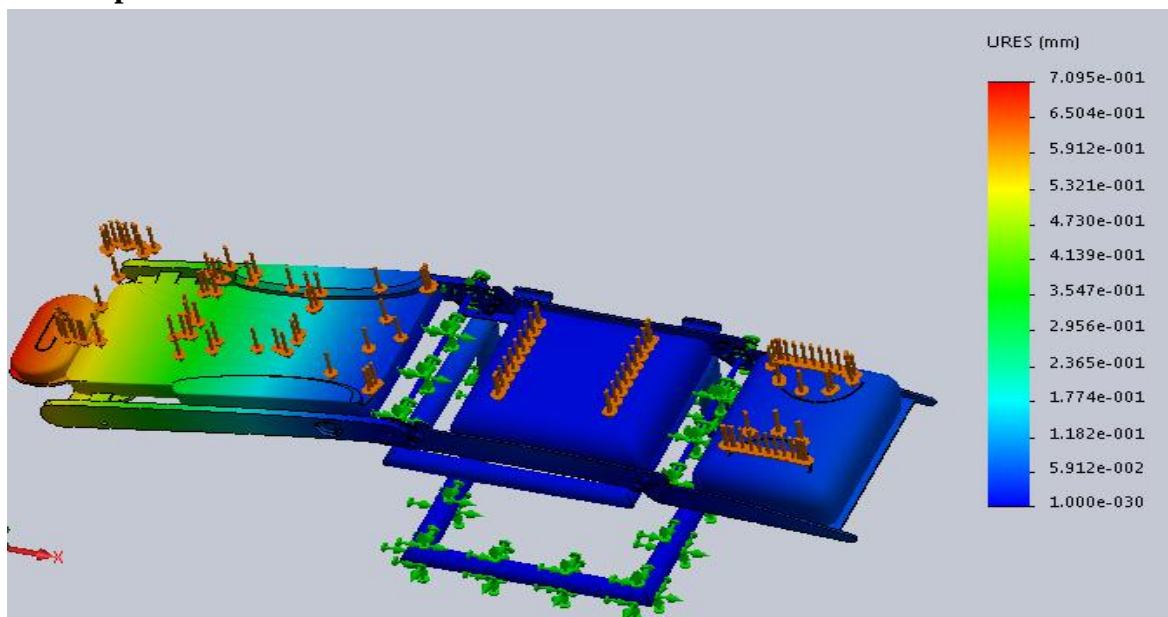


Figure 3.30 : Déplacements position 2

Les déplacements sont causés par la déformation élastique de la table et ils sont de nature très petite (7 mm) et n'affectent pas le confort du malade.

## **Conclusion générale**

Lors de notre étude on a découvert les différents types de fauteuils roulants ainsi que leurs histoires, leurs utilisations, leurs fonctions, et leurs évolutions au fil du temps. On a confirmé que le fauteuil roulant actuel ne répond pas toujours à tous les besoins d'une personne handicapé.

Une personne qui a un handicap sévère ne pourrait pas se lever de son lit pour se mettre dans son fauteuil roulant sans assistance. Le malade aura besoin d'acheter d'autres appareils qui l'aide dans cette tâche ou il doit faire appel à une personne capable de le lever pour le mettre dans son fauteuil.

On a aussi découvert que la plupart des chaises roulantes standards possèdent un système de roue arrière qui n'est pas capable de tourner facilement dans les coins étroits.

Nous avons conçu un modèle de fauteuil roulant unique qui permet d'accomplir deux besoins principaux :

Le premier : est de permettre au malade de se lever de son lit facilement, on a accompli cet objectif à l'aide d'un système de levage d'engrenages et vis sans fin qui permettent au fauteuil de se plier à deux endroits et faire des rotations. Le fauteuil peut se transformer en lit à tout moment. Il soulève les jambes du malade tout en baissant sa tête et son dos pour le mettre dans une position allongé parfaite pour se mettre au lit. On a également équipé le fauteuil d'un système de vérins hydrauliques permettant de modifier la hauteur du fauteuil en fonction de la hauteur du lit sur lequel on va poser le malade.

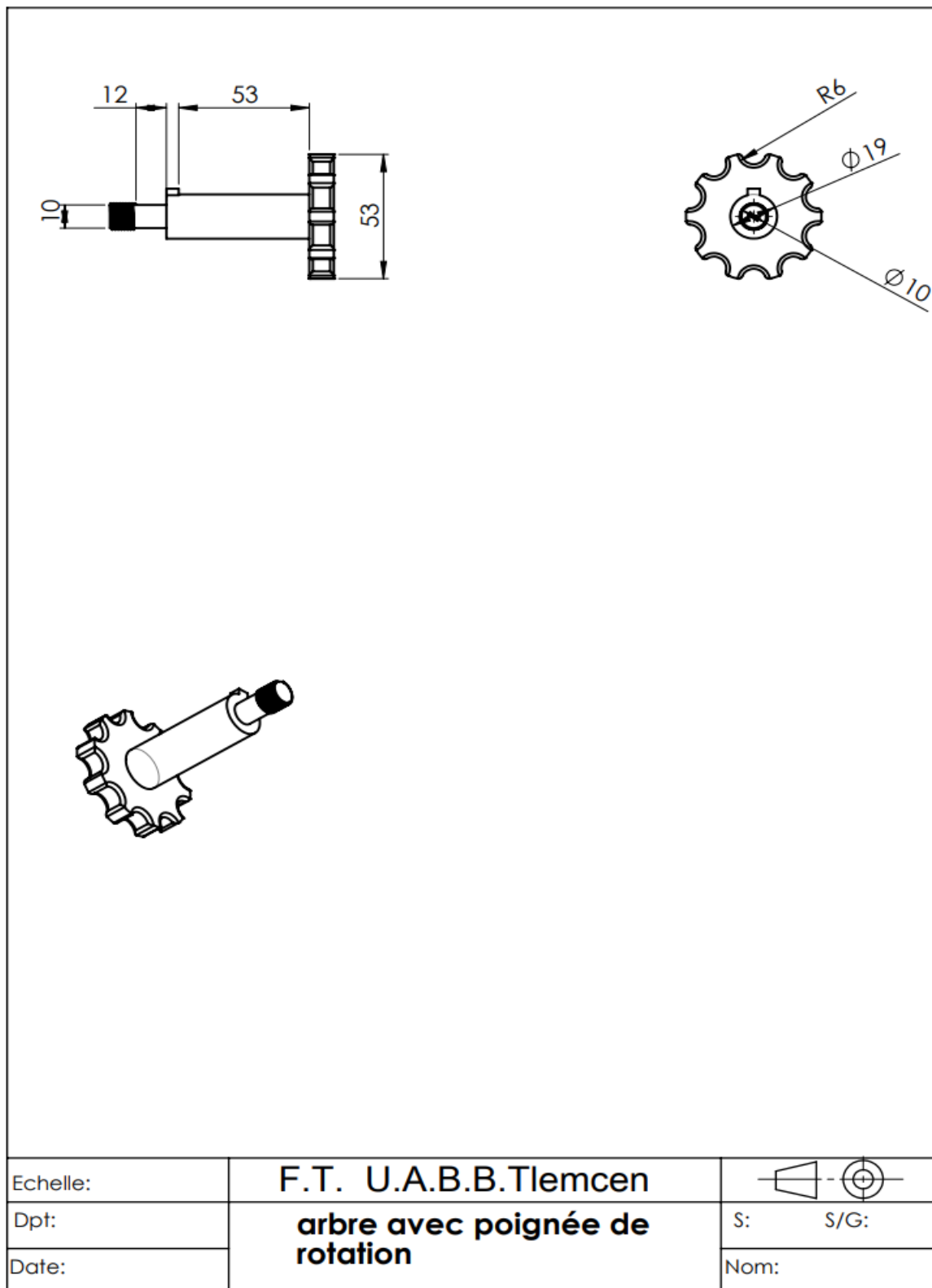
Le deuxième : pour tourner facilement, on a équipé le fauteuil d'un système de roulettes qui peuvent se déplacer facilement selon 2 axes


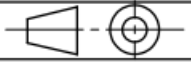
Après avoir fait des calculs de RDM et des simulations on a confirmé que notre modèle de fauteuil respecte les normes de sécurité et théoriquement on peut le fabriquer et l'utiliser directement mais comme tout autre types de projets en mécanique, on a d'abord besoin de le fabriquer et de le tester à plusieurs reprises avant de l'employer dans les hôpitaux.

## **Références bibliographiques**

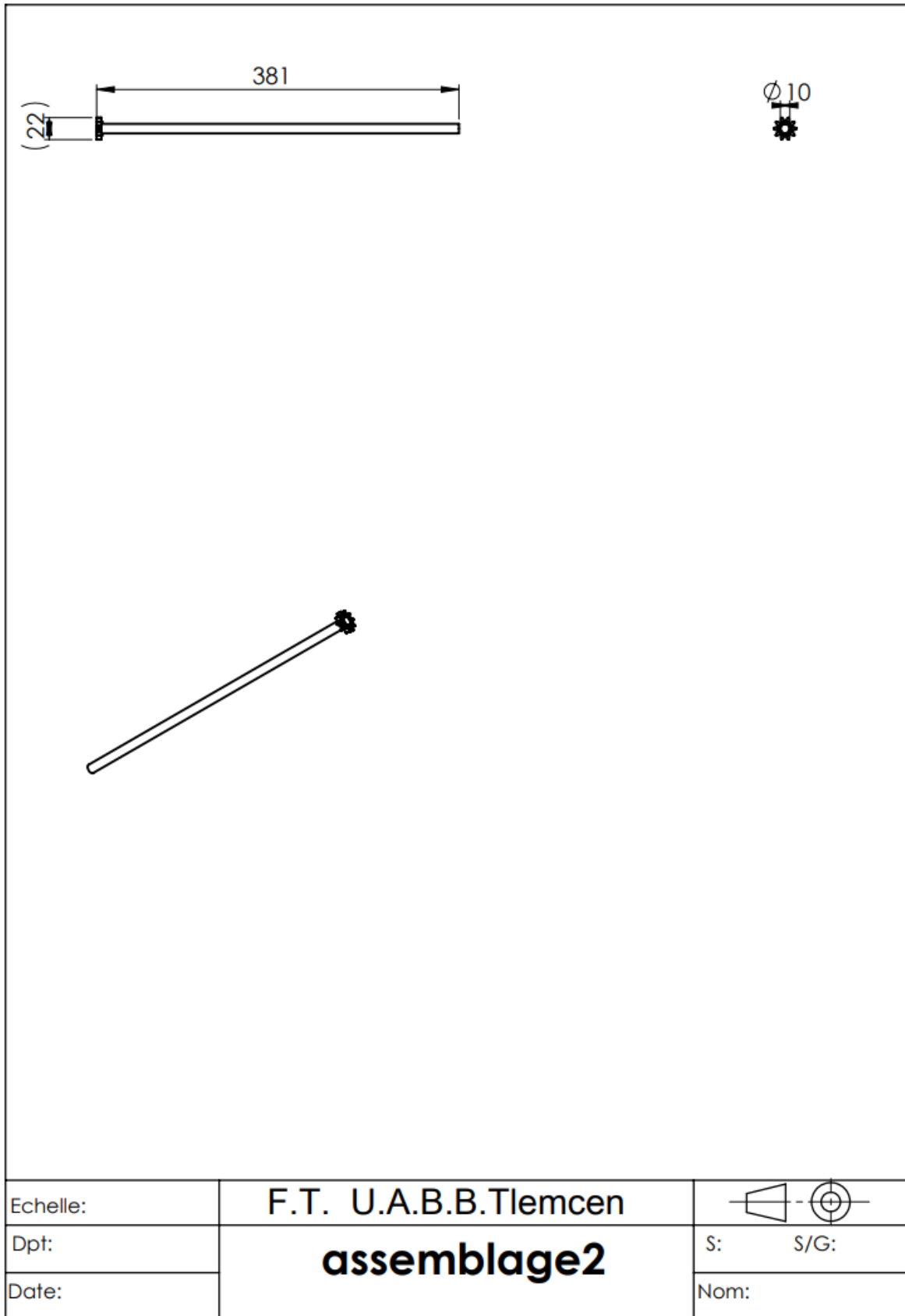
- [1] Organisation Mondiale de la Santé, Guide pour les services de fauteuils roulants manuels dans les régions à faibles revenus, ISBN 978 92 4 254748 1.
- [2] (en) Putting the 'Whee!' Back in 'Wheelchair' | WIRED
- [3] Le petit livre des grandes découvertes médicales, Naomi Craft, Ed. Dunod p. 114
- [4] fauteuil roulant de Nicolas Grollier de Servières en page 96 de : Gaspard Grollier de Servières, Recueil d'ouvrages curieux de mathématique et de mécanique, ou Description du cabinet de M. Grollier de Servièrè : avec des figures en taille-douce, par M. Grollier de Servièrè, Lyon, D. Forey, 1719
- [5] (en) « The First Wheelchair Was Built for Phillip II of Spain »
- [6] World Wheelchair and Amputee Games  
<http://www.universalis.fr/encyclopedie/handisport/1-histoire-d-une-idee-force/>
- [7] <http://patents.justia.com/inventor/flemming-moller>
- [8] Vignier N., Ravaud J.F. (2008) Les utilisateurs de fauteuil roulant en France : aspects socioépidémiologiques. In : Le Fauteuil roulant. Actes du 21 ème entretien de la Fondation Garches. Pp. 21-33
- [9] World Health Organization (2001) International classification of functioning, disability and health (ICF)

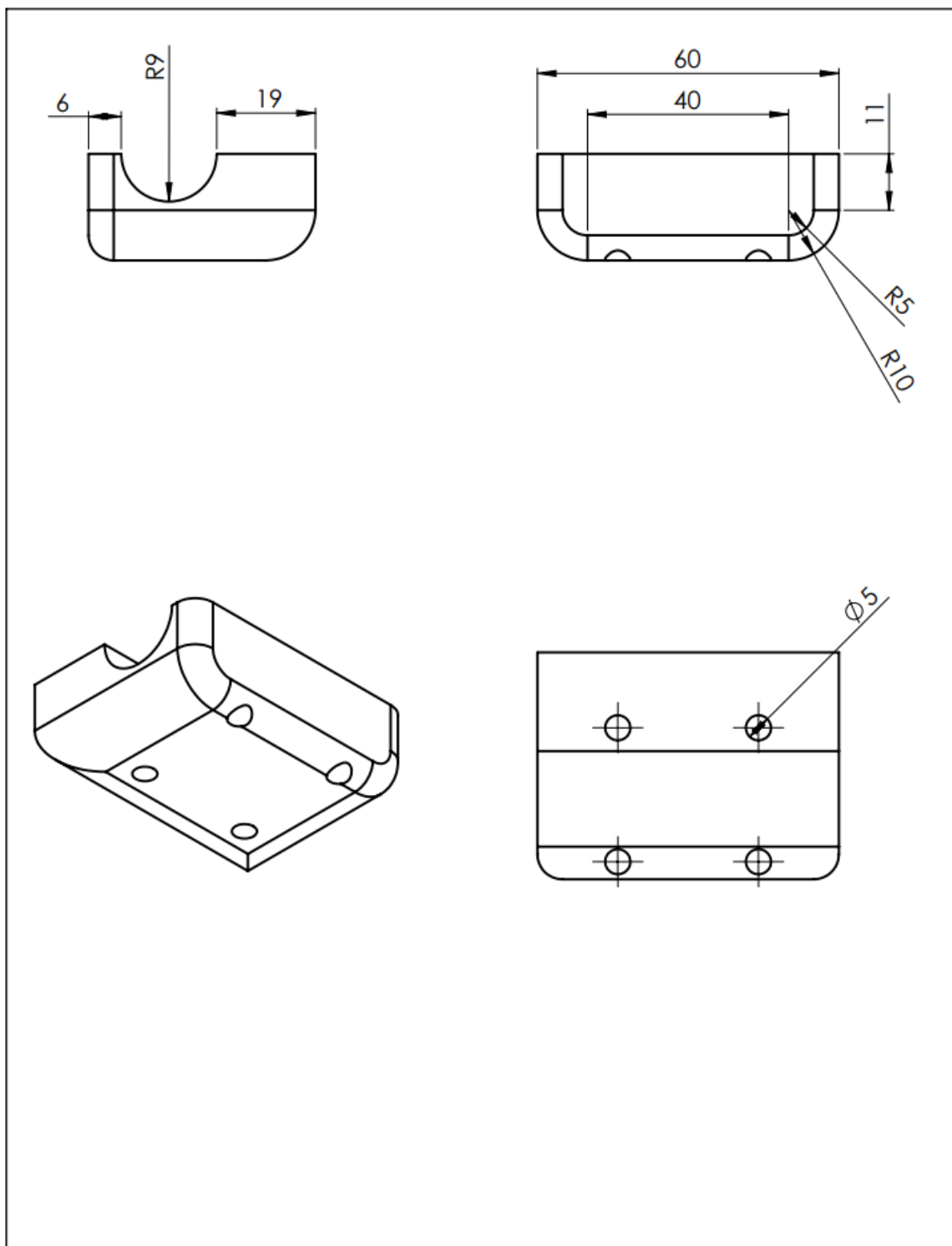
## Annexes

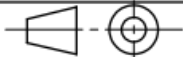


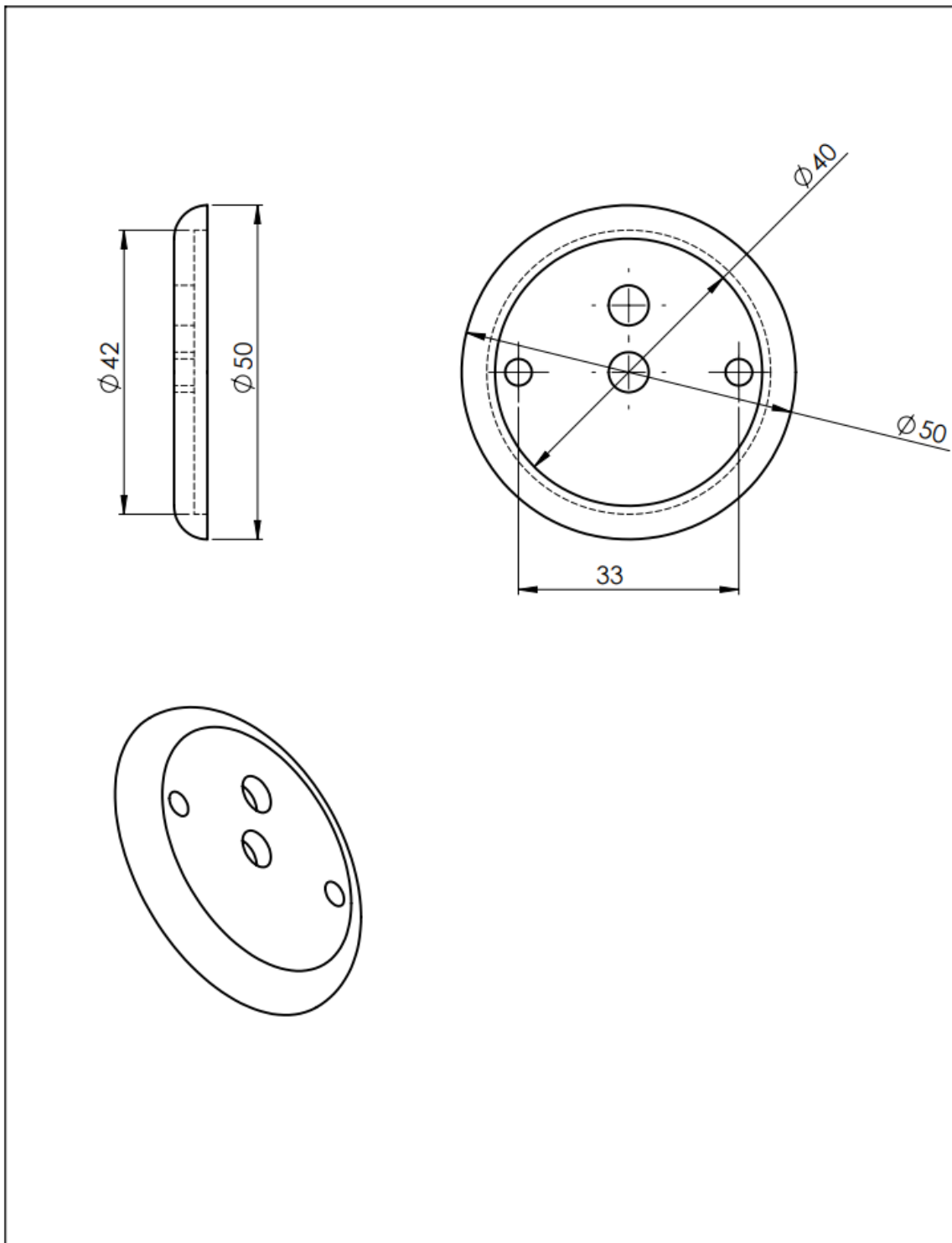
		
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>arbre</b>	S:      S/G:
Date:		Nom:



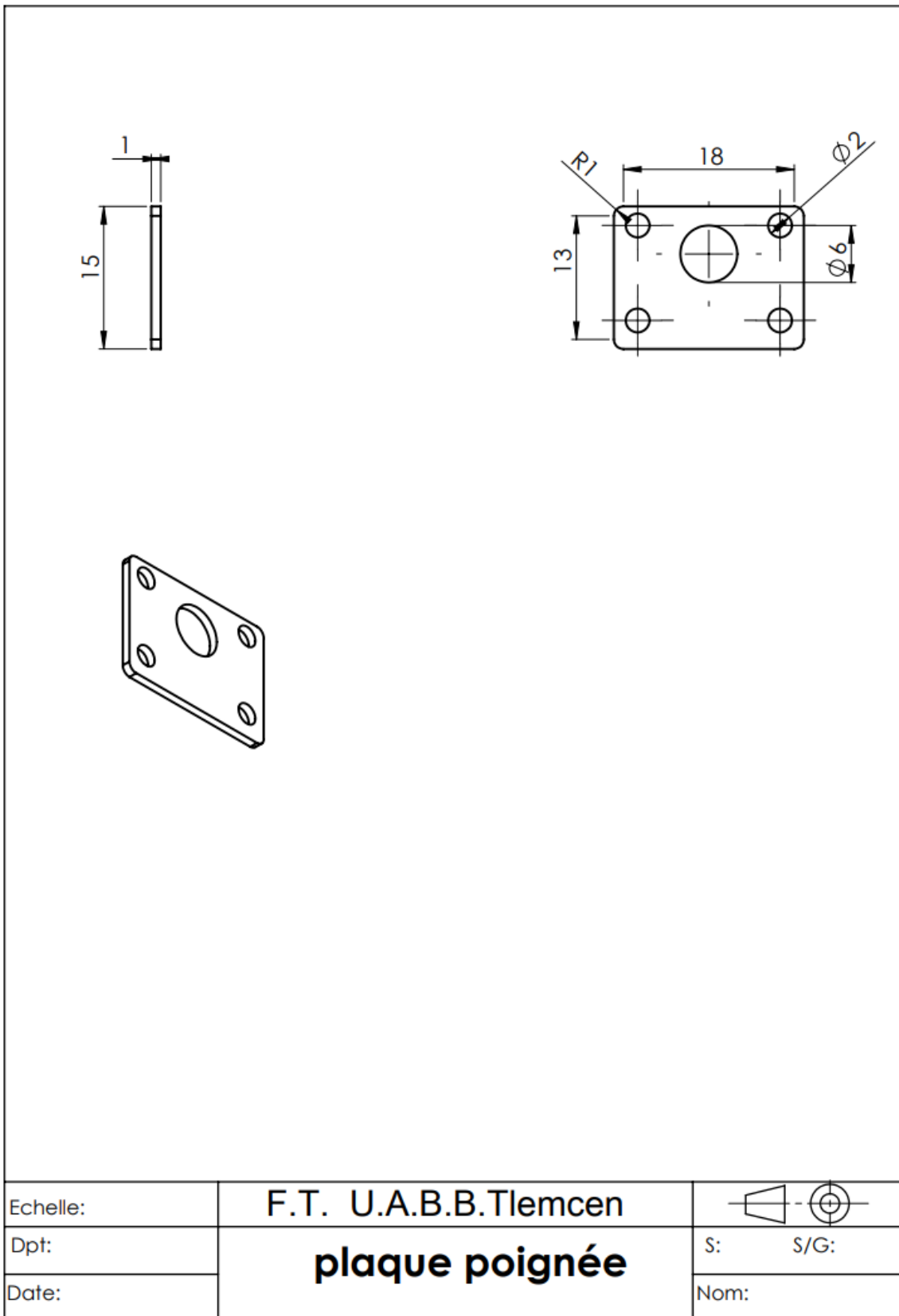


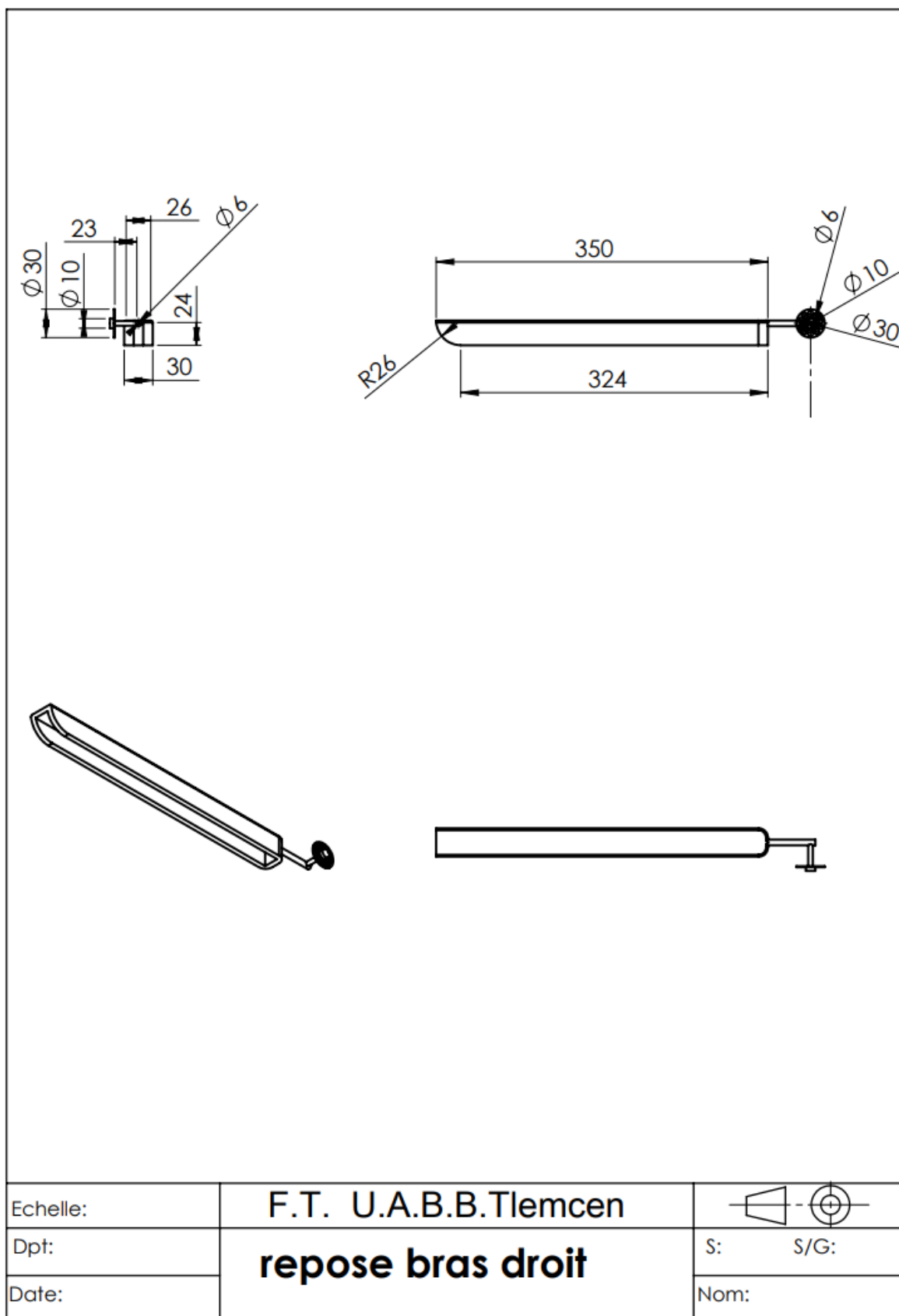


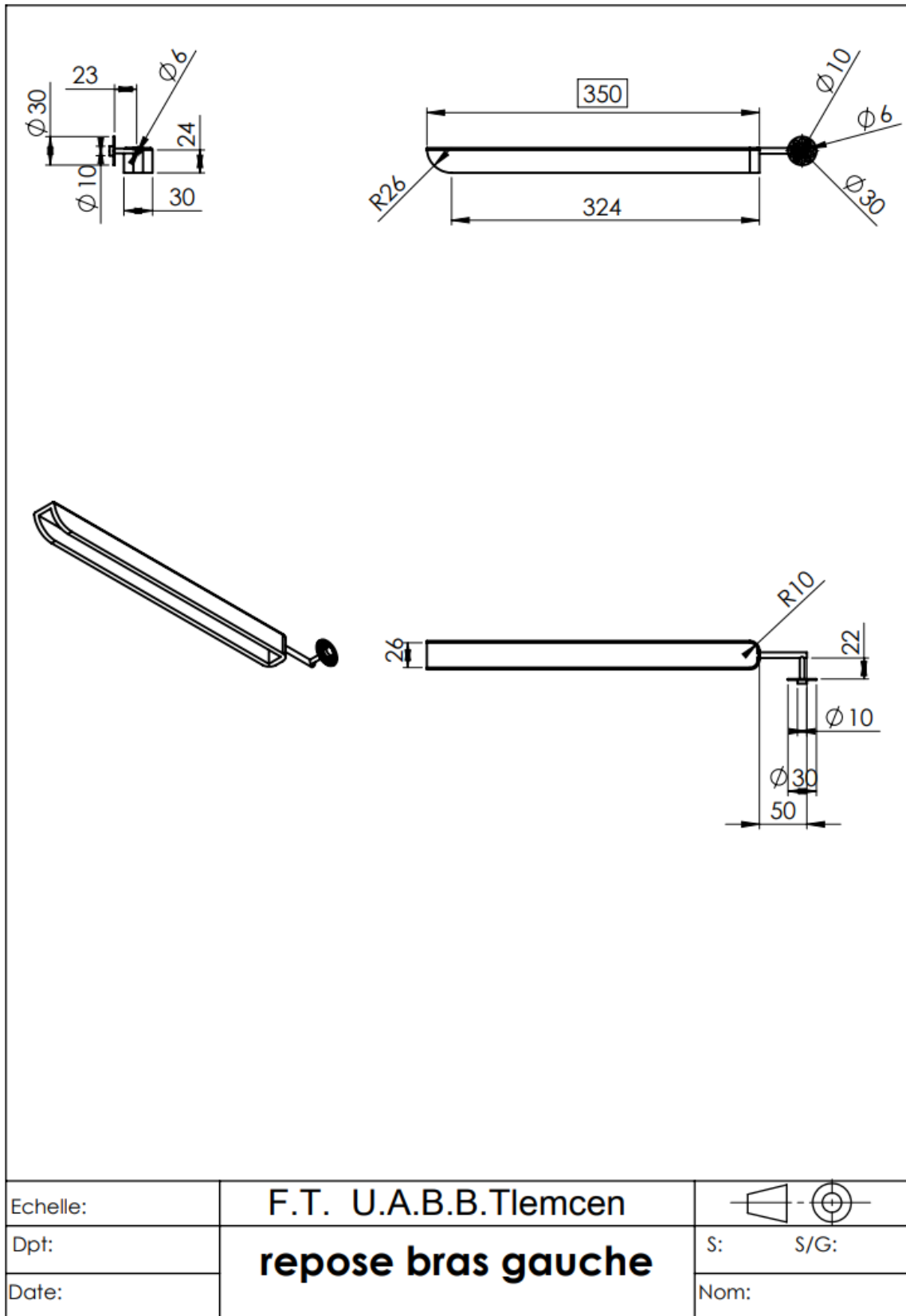
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>collier d-arbre</b>	S: S/G:
Date:		Nom:

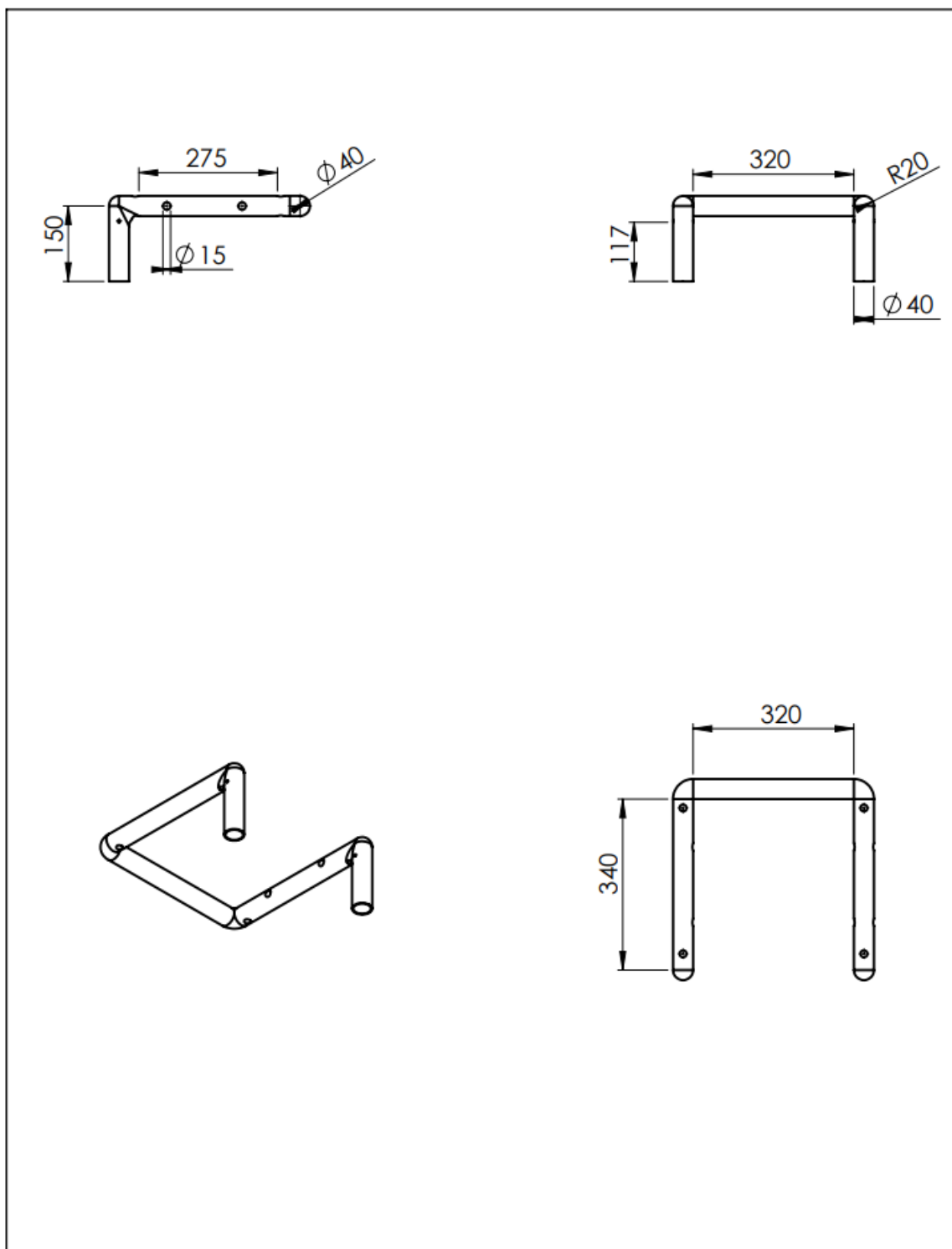


Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>covercle pour mécanisme repose bras</b>	S: S/G:
Date:		Nom:

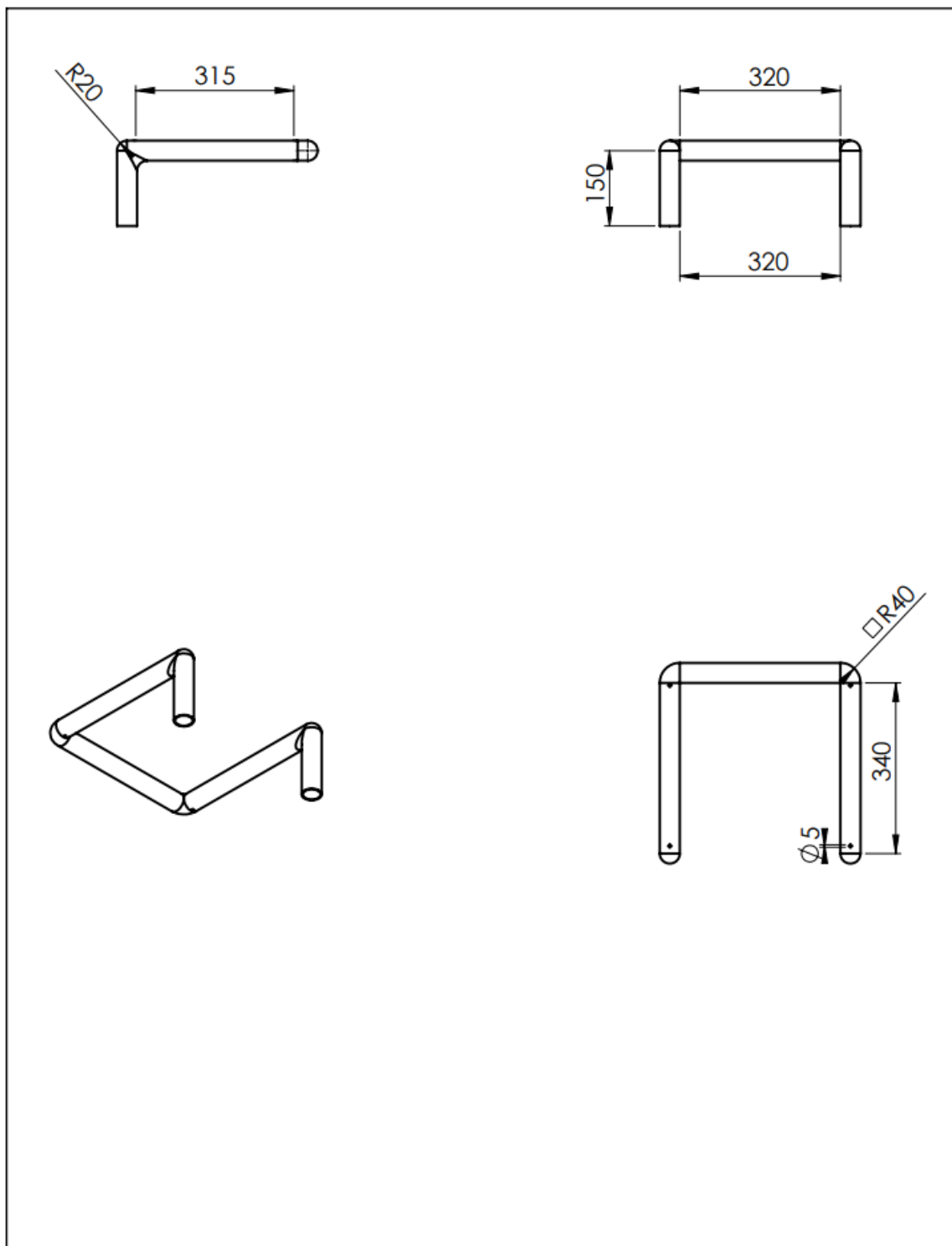






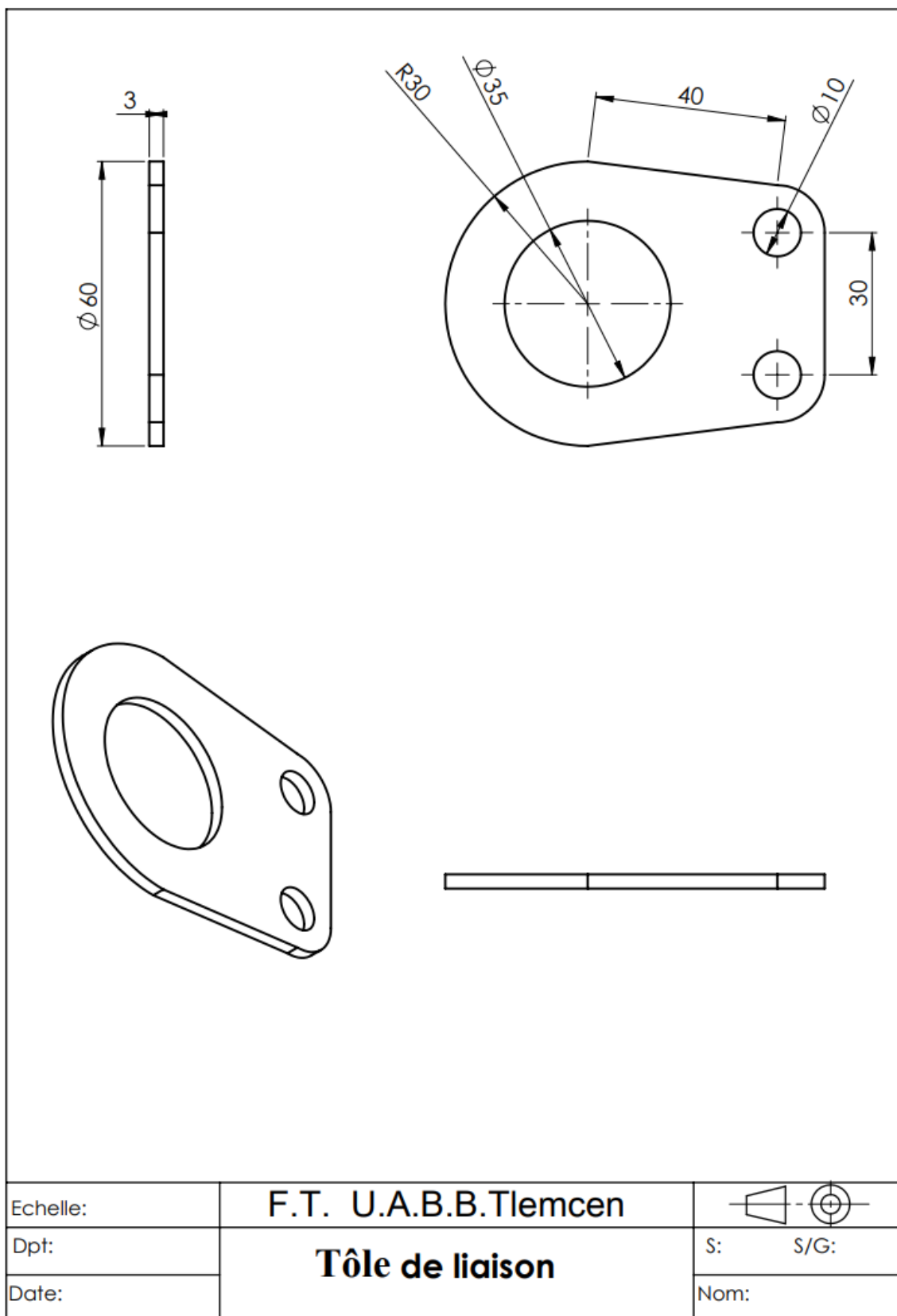


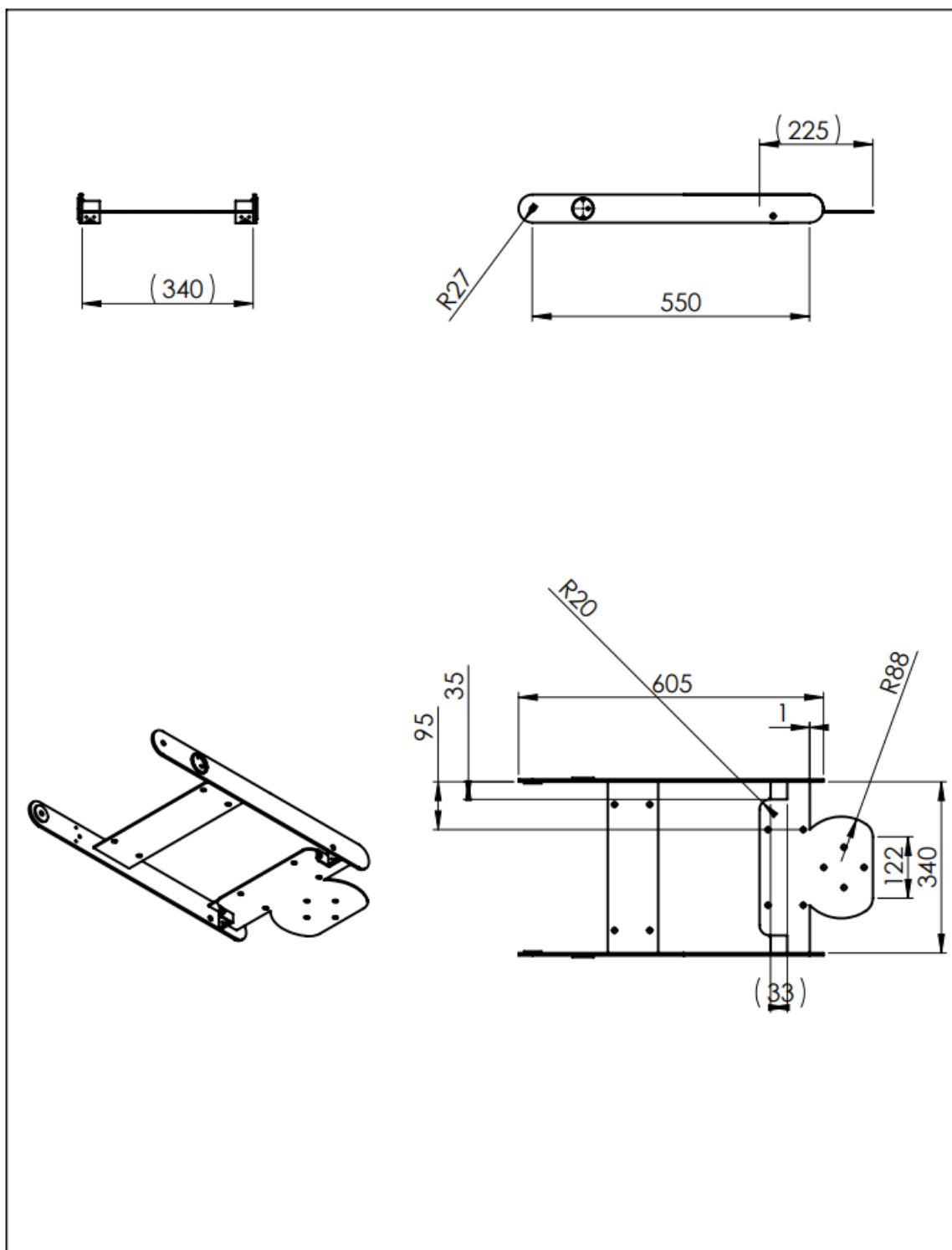
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>structure de base</b>	S: S/G:
Date:	<b>partie inferieur</b>	Nom:



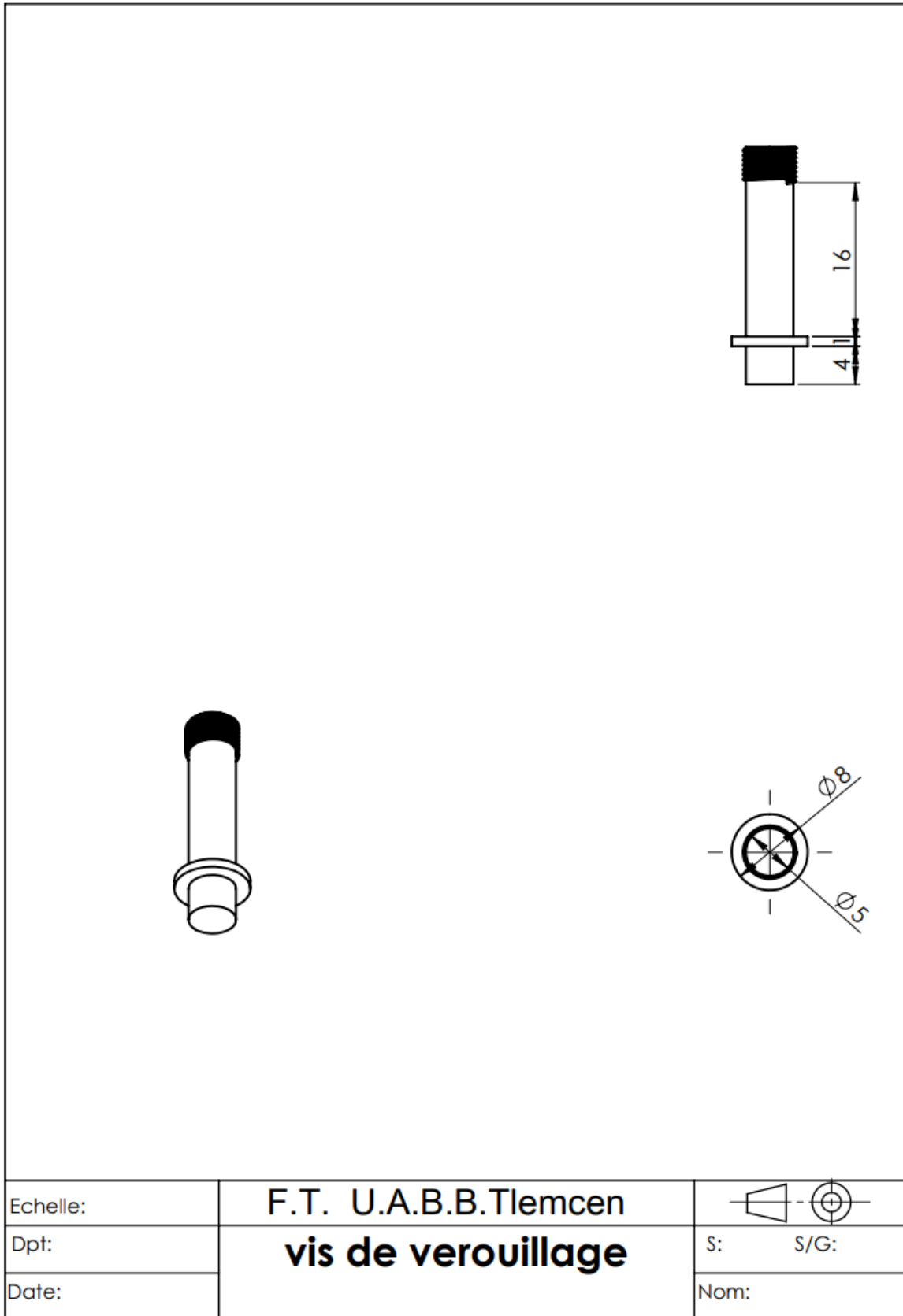
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>structure de base</b>	S: S/G:
Date:	<b>partie superieur</b>	Nom:

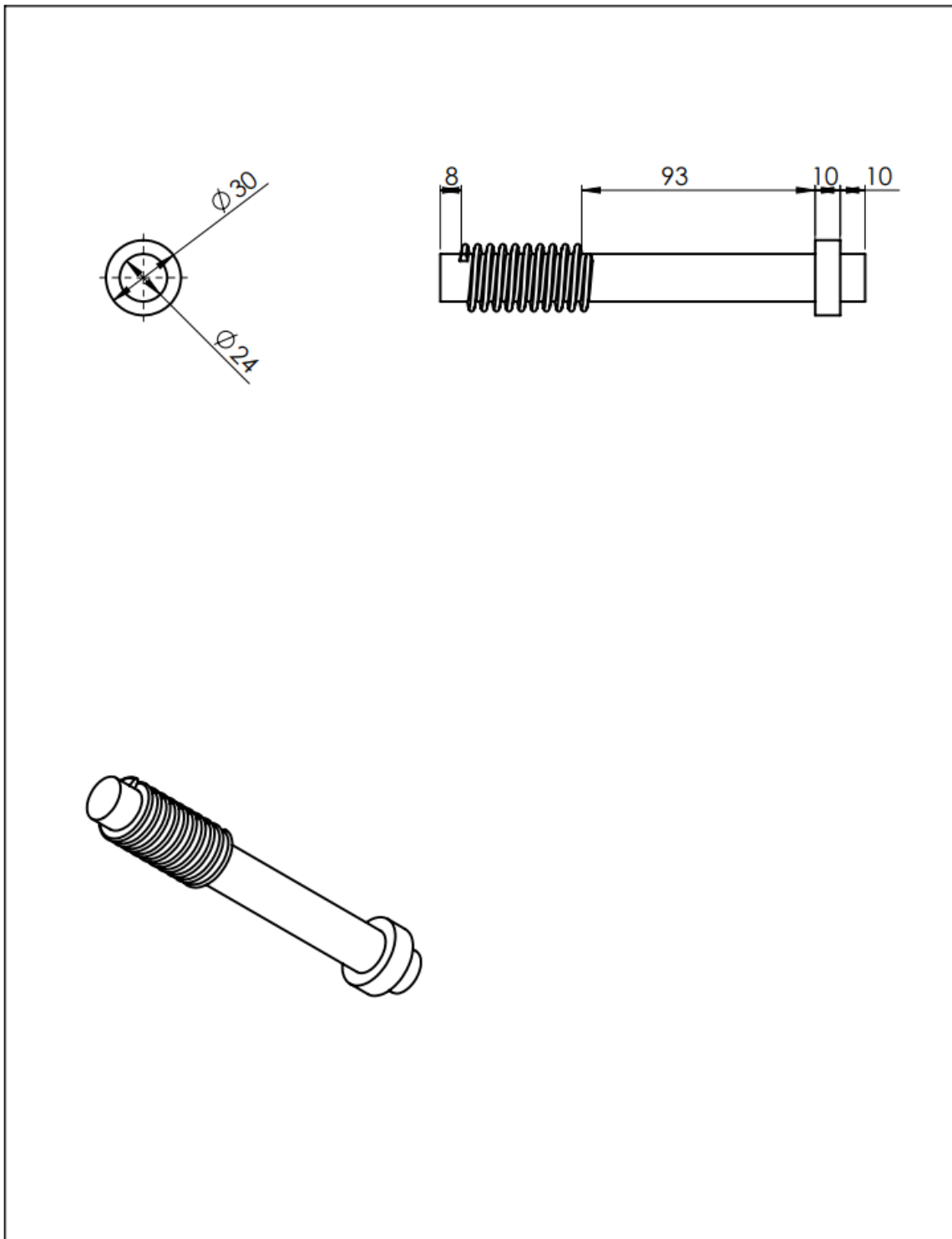




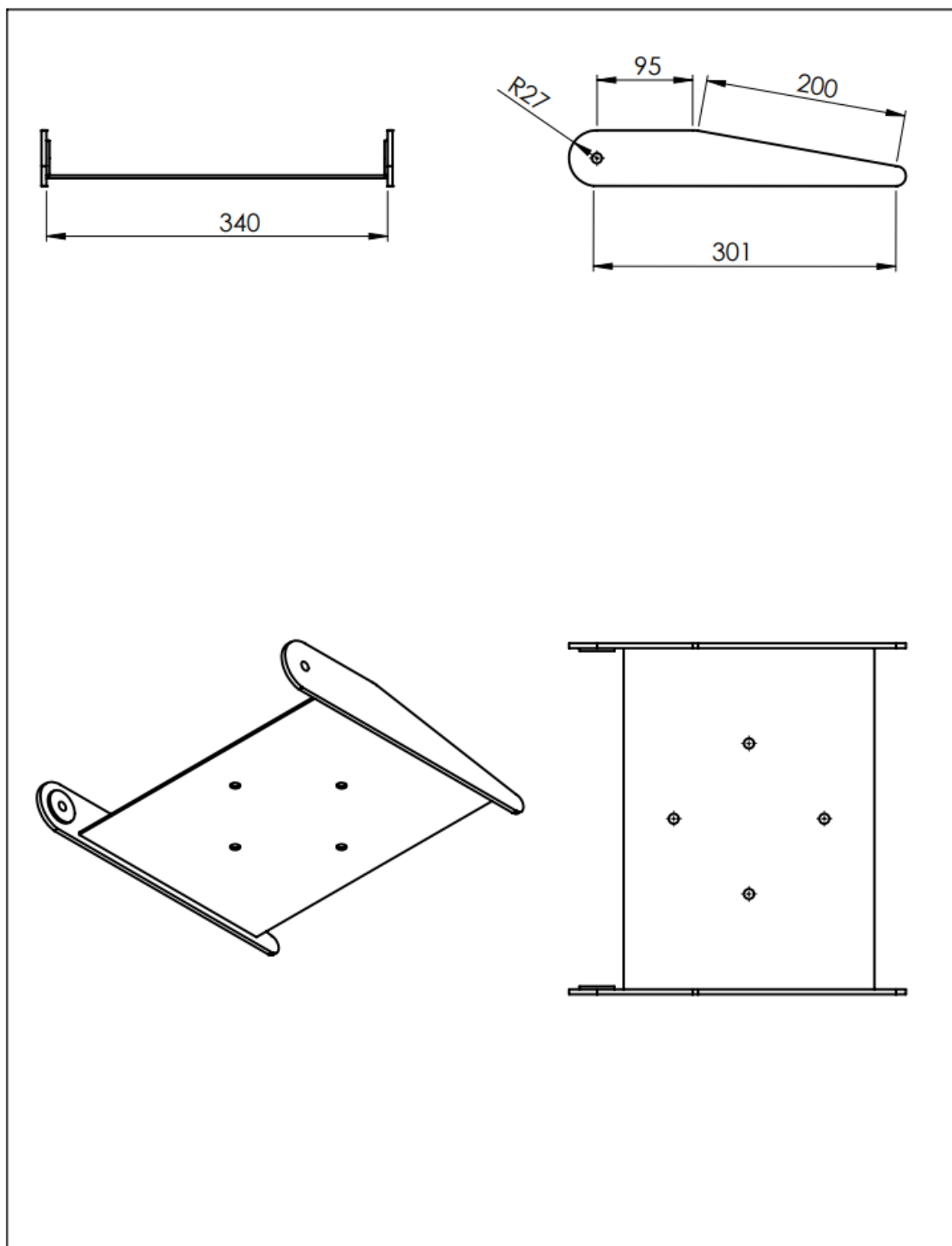


Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>Tôle partie supérieur</b>	S: S/G:
Date:		Nom:

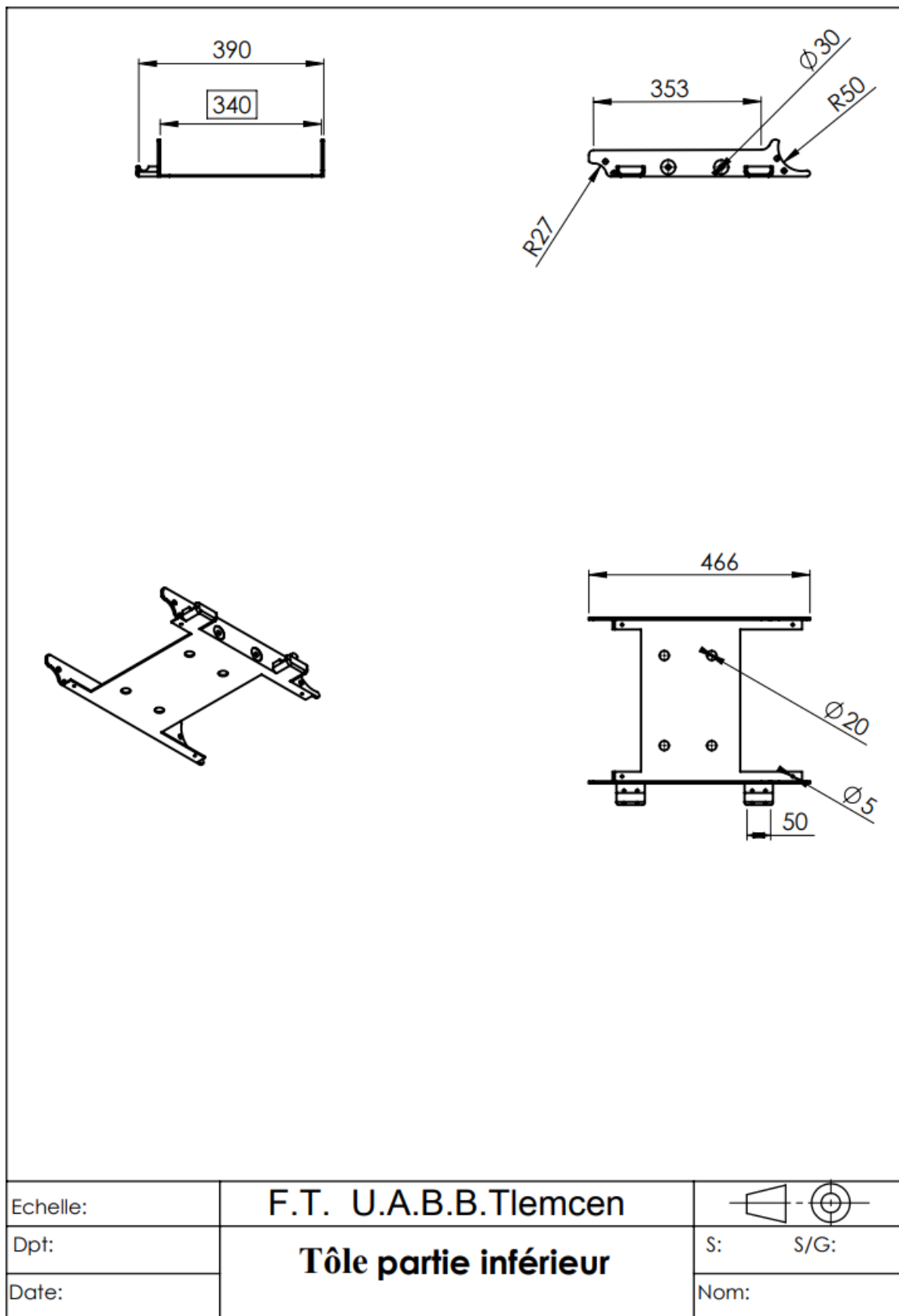


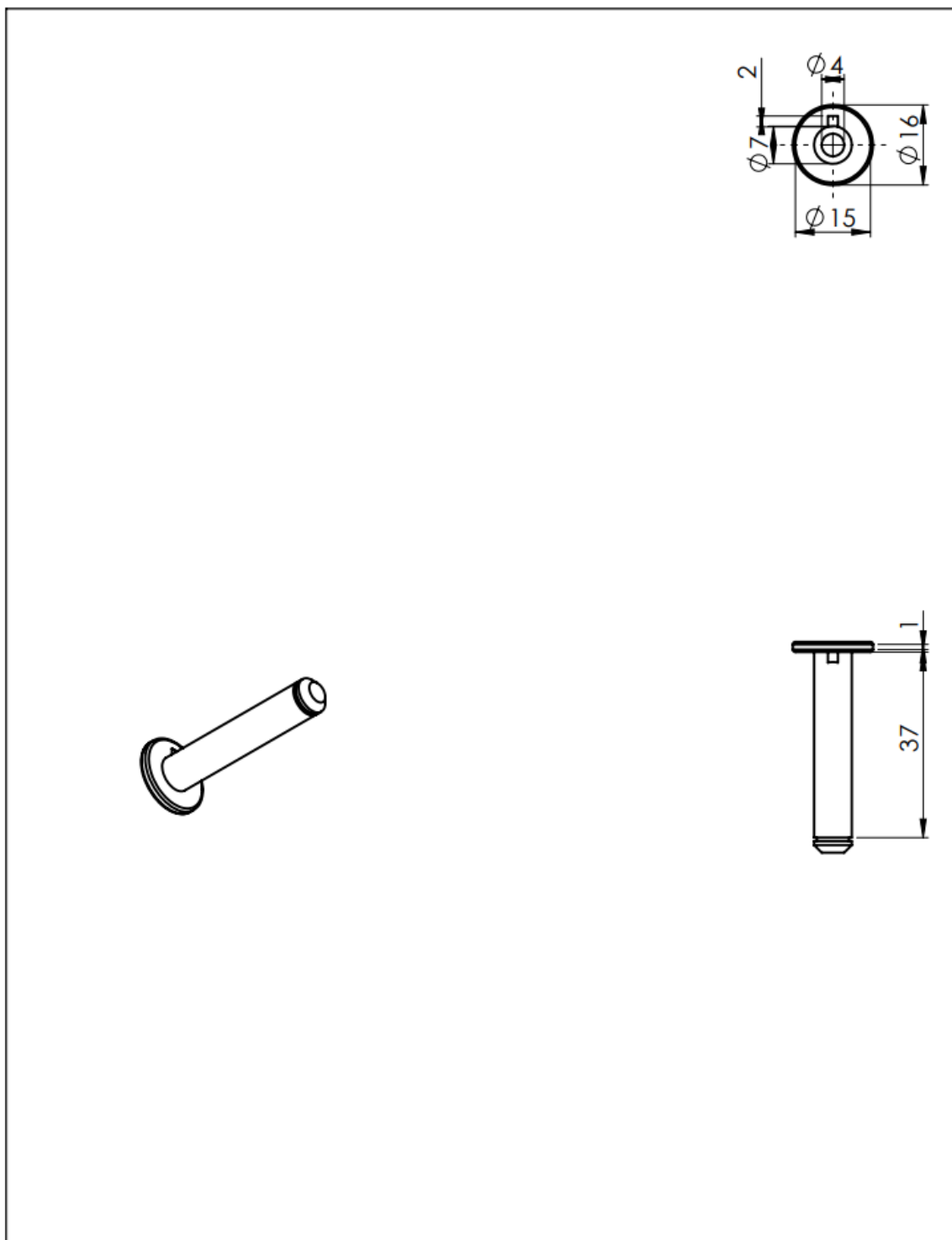


Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>vis sans fin</b>	S: S/G:
Date:		Nom:

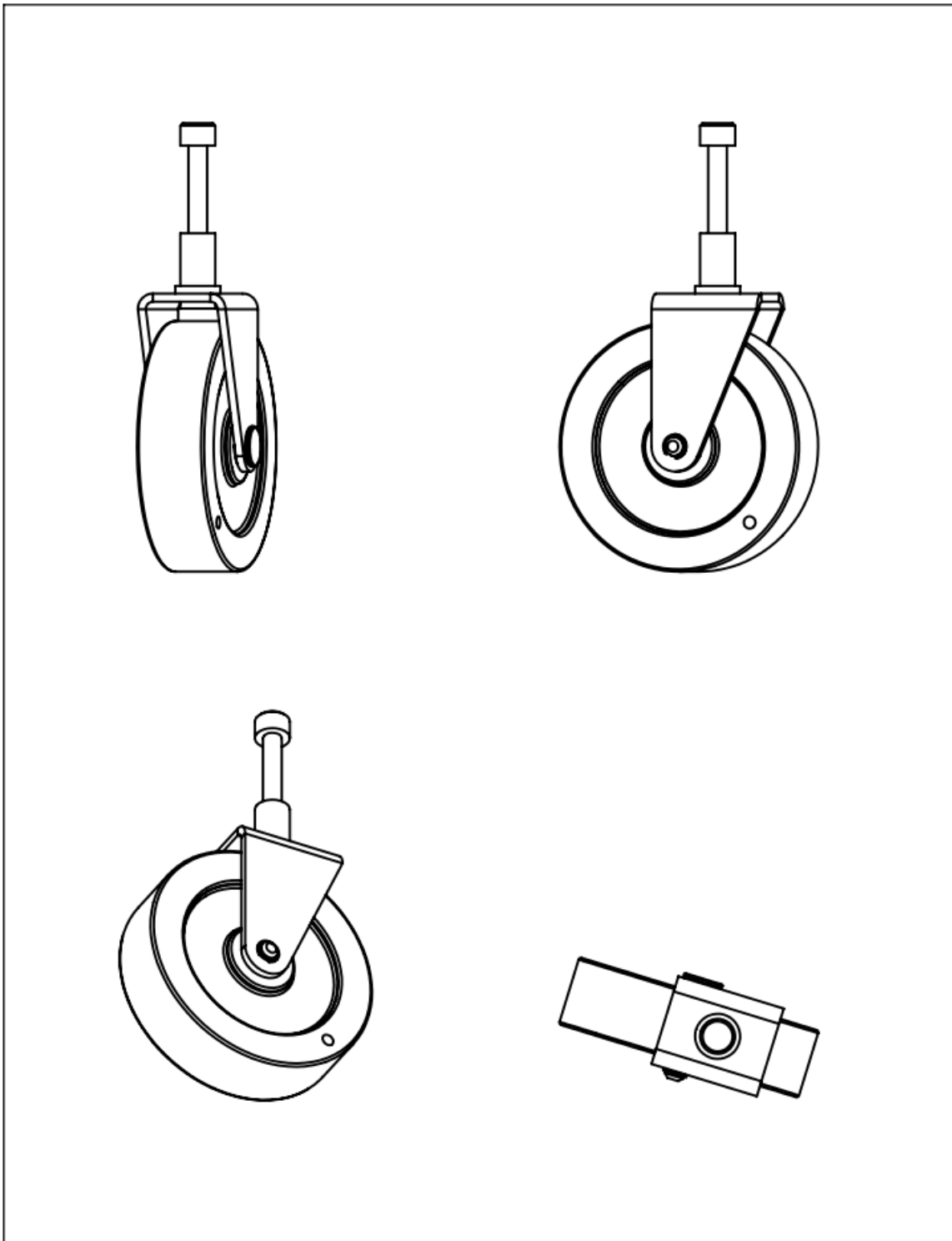


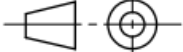
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>Tôle partie pour jambes</b>	S:      S/G:
Date:		Nom:



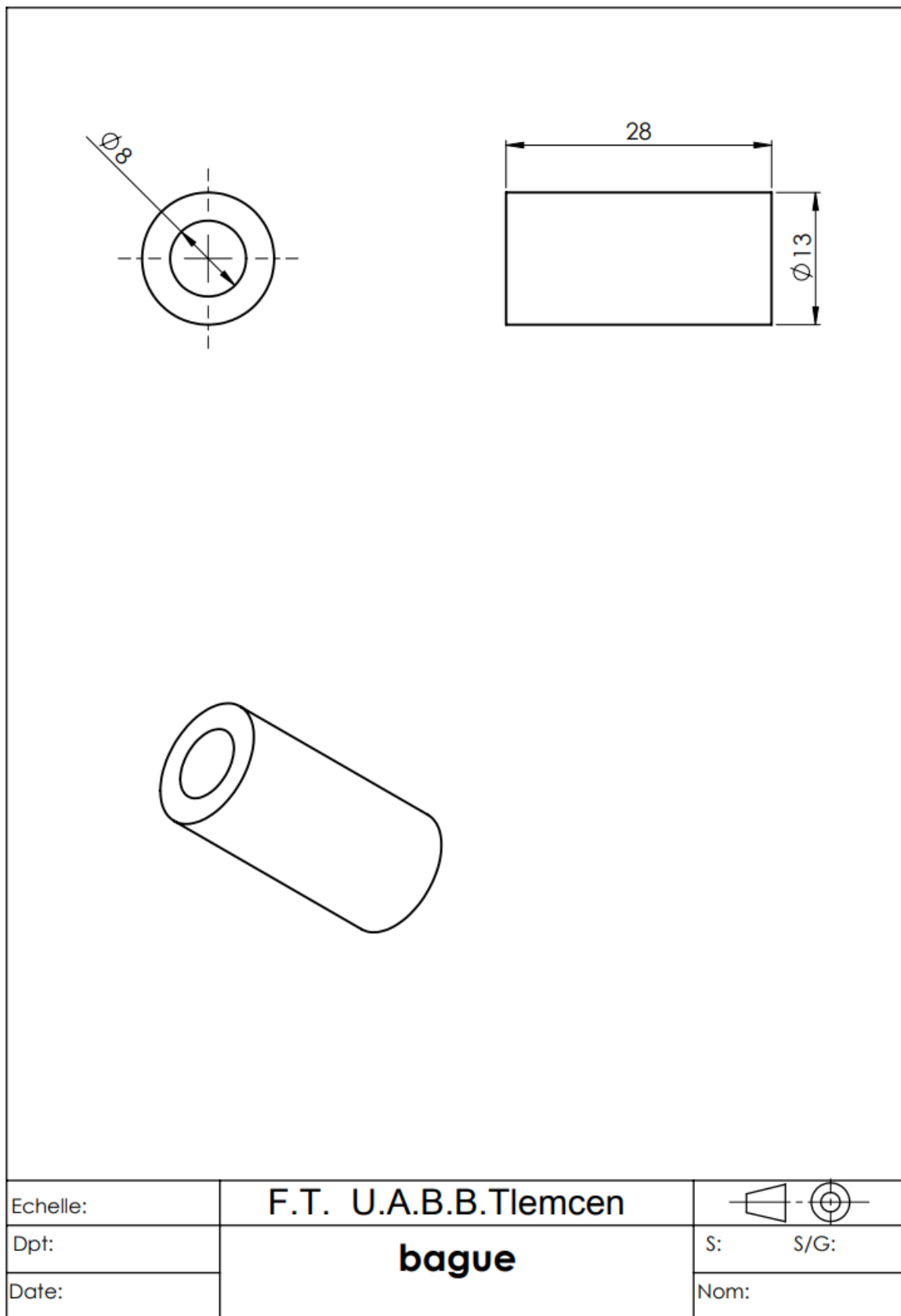


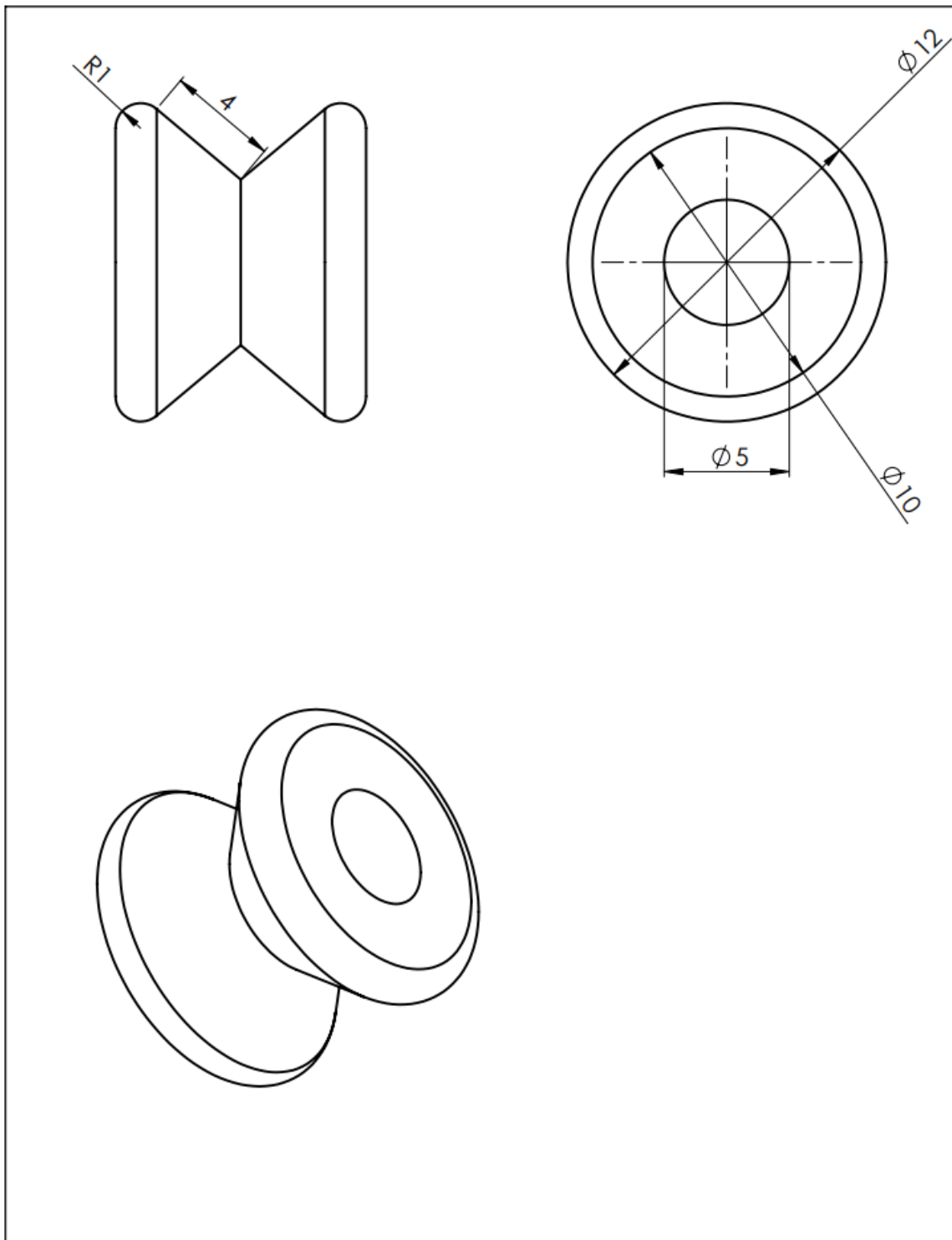
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>arbre de roulette</b>	S: S/G:
Date:		Nom:



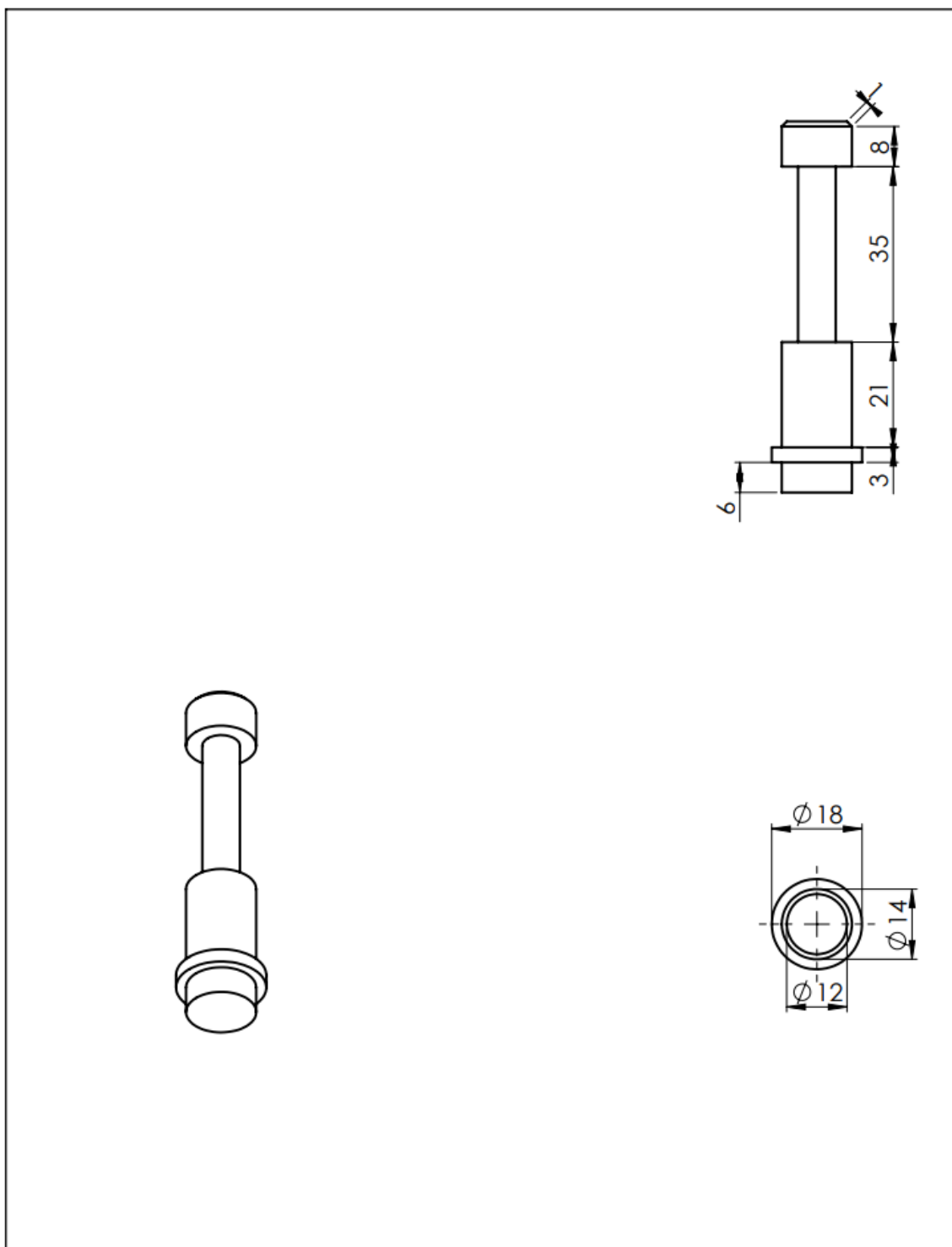
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>assemblage de roulette</b>	S: S/G:
Date:		Nom:



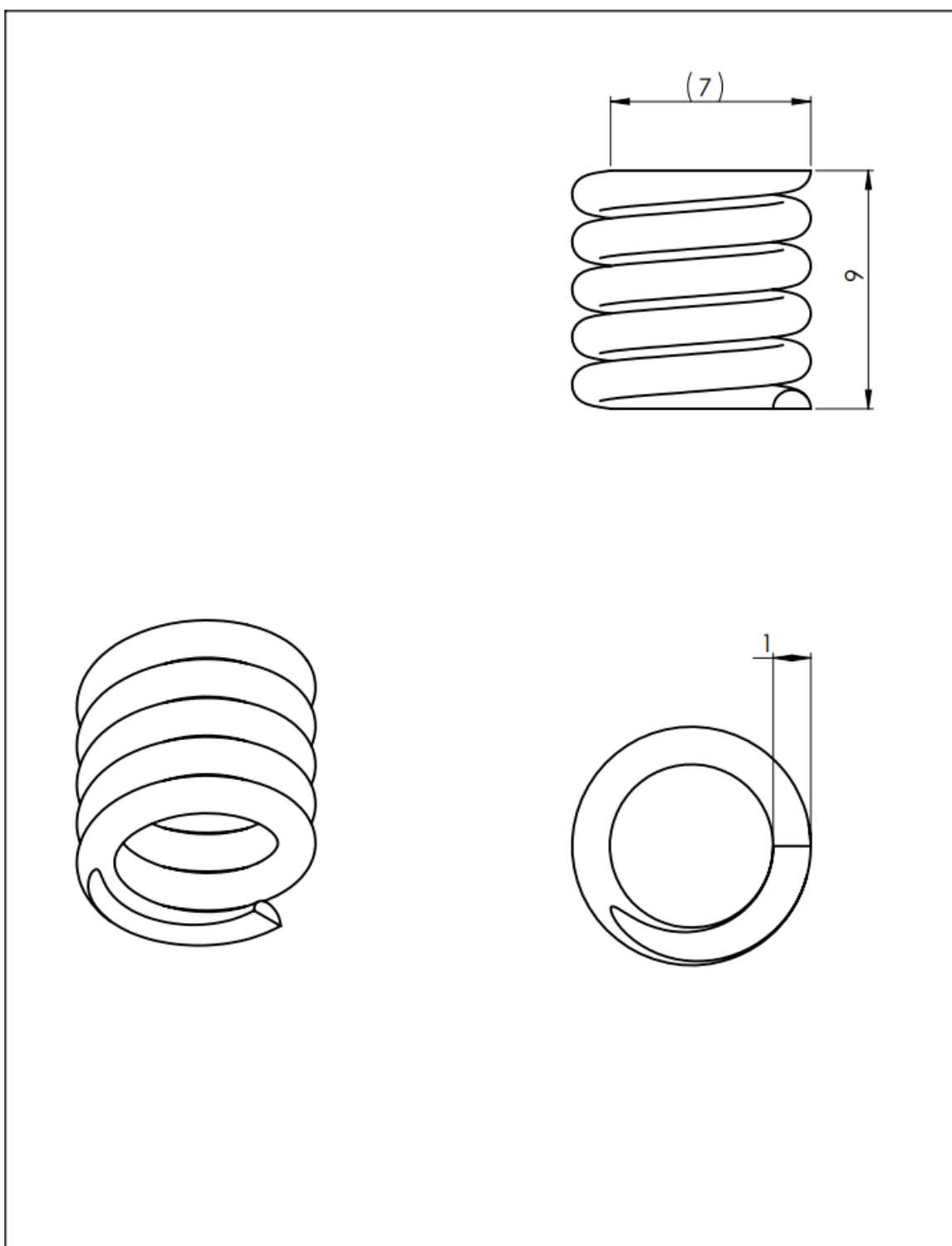





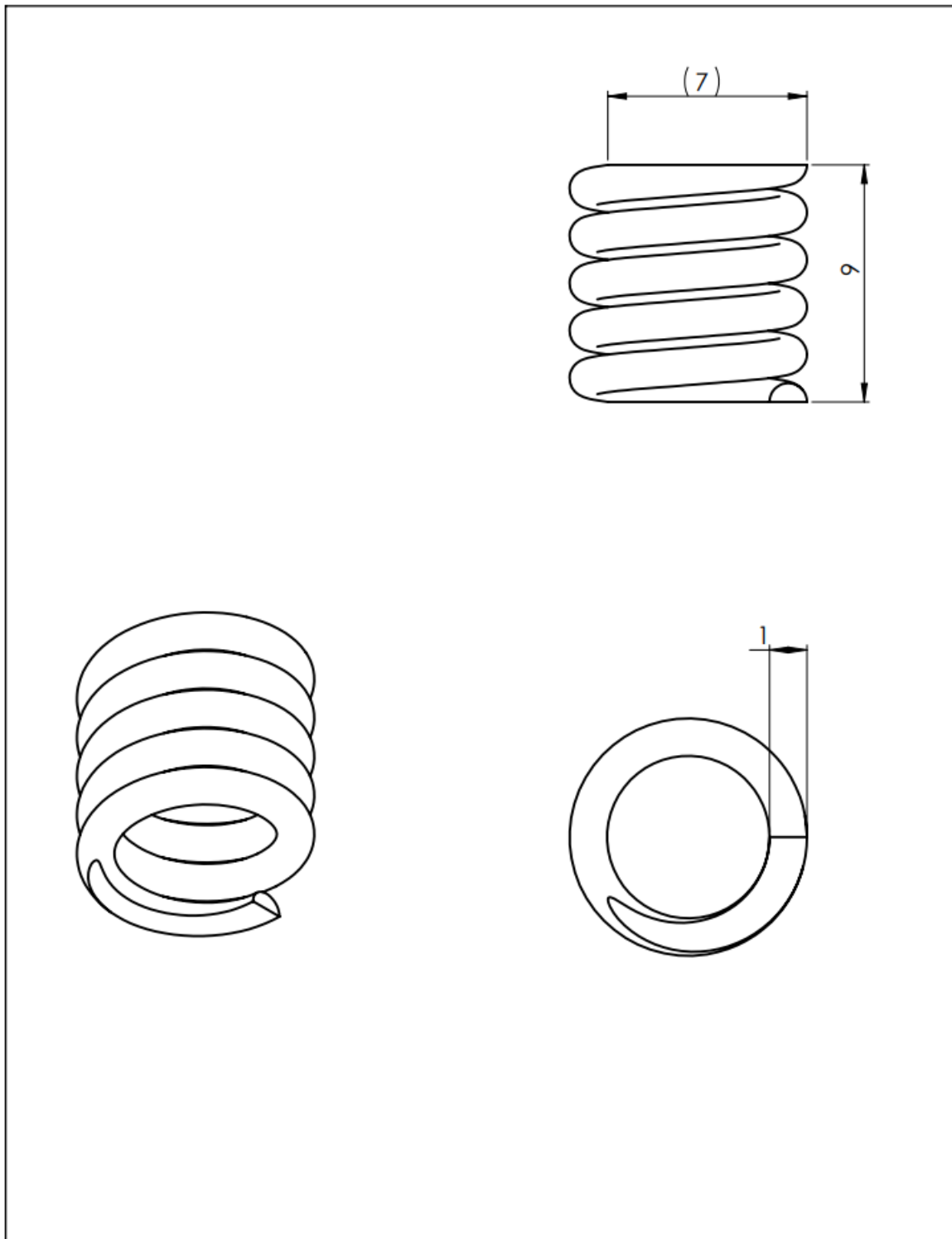
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	D10	S: S/G:
Date:		Nom:



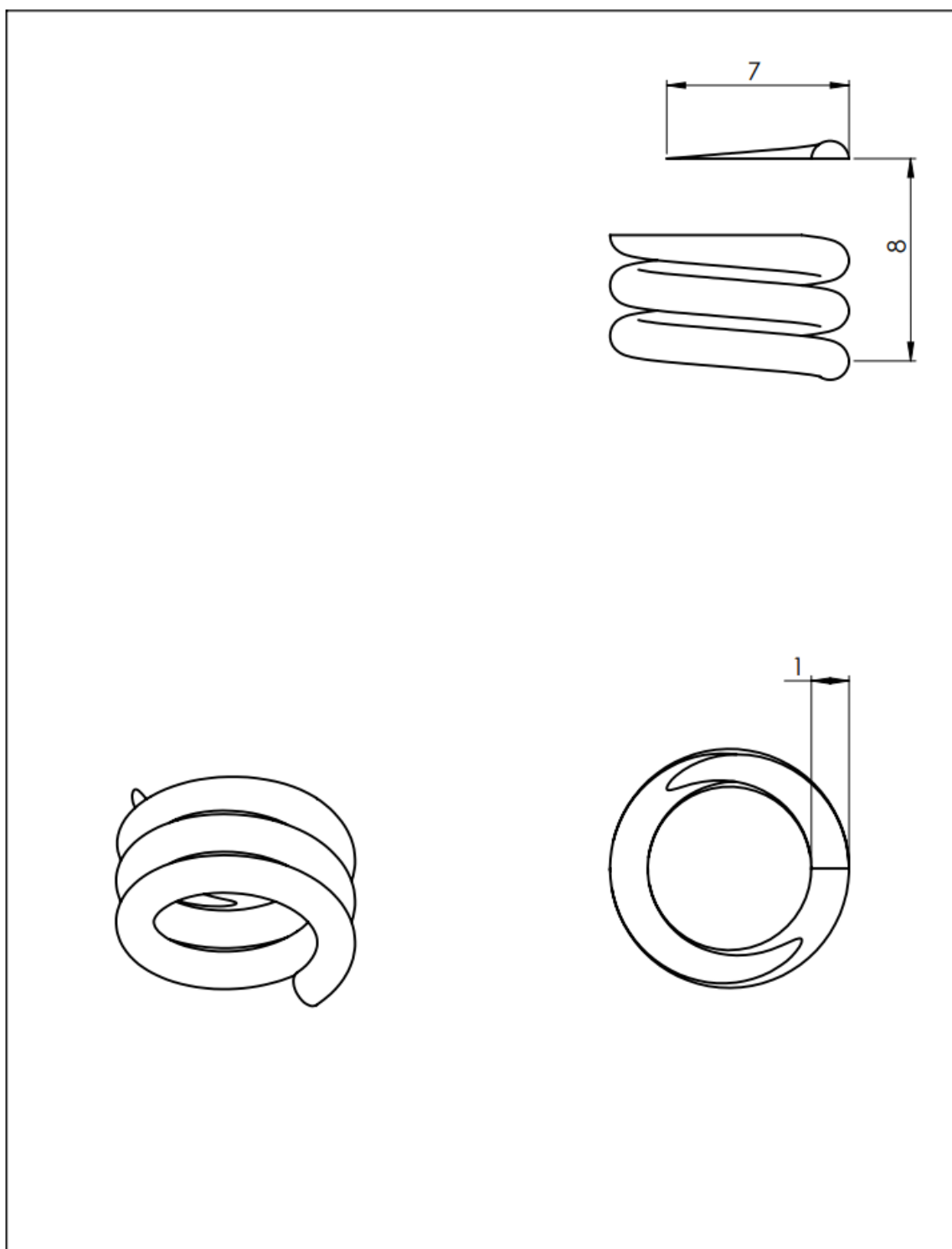
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>mécanisme de verouillage de roulette</b>	S: S/G:
Date:		Nom:



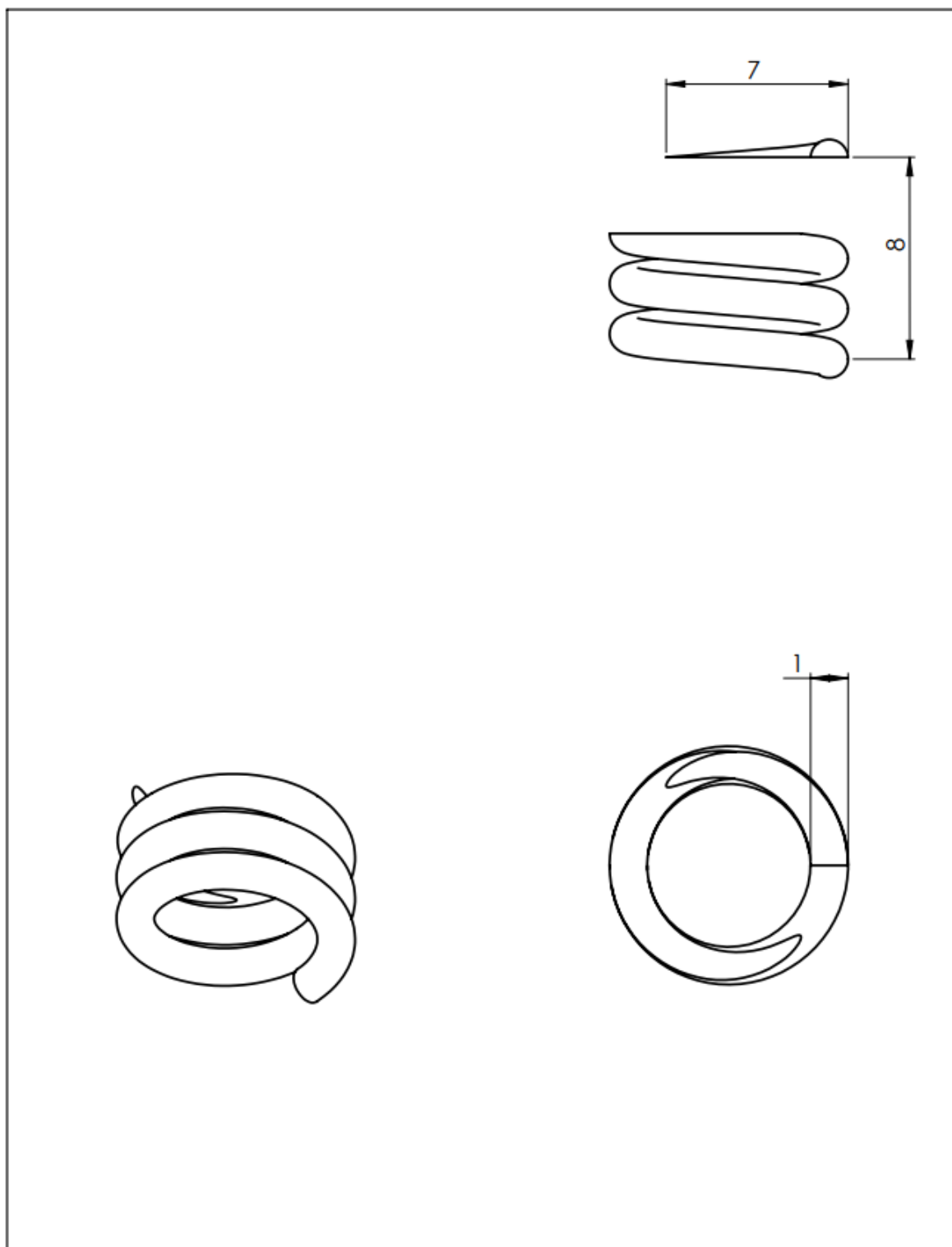
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>ressort de poignée gauche</b>	S: S/G:
Date:		Nom:



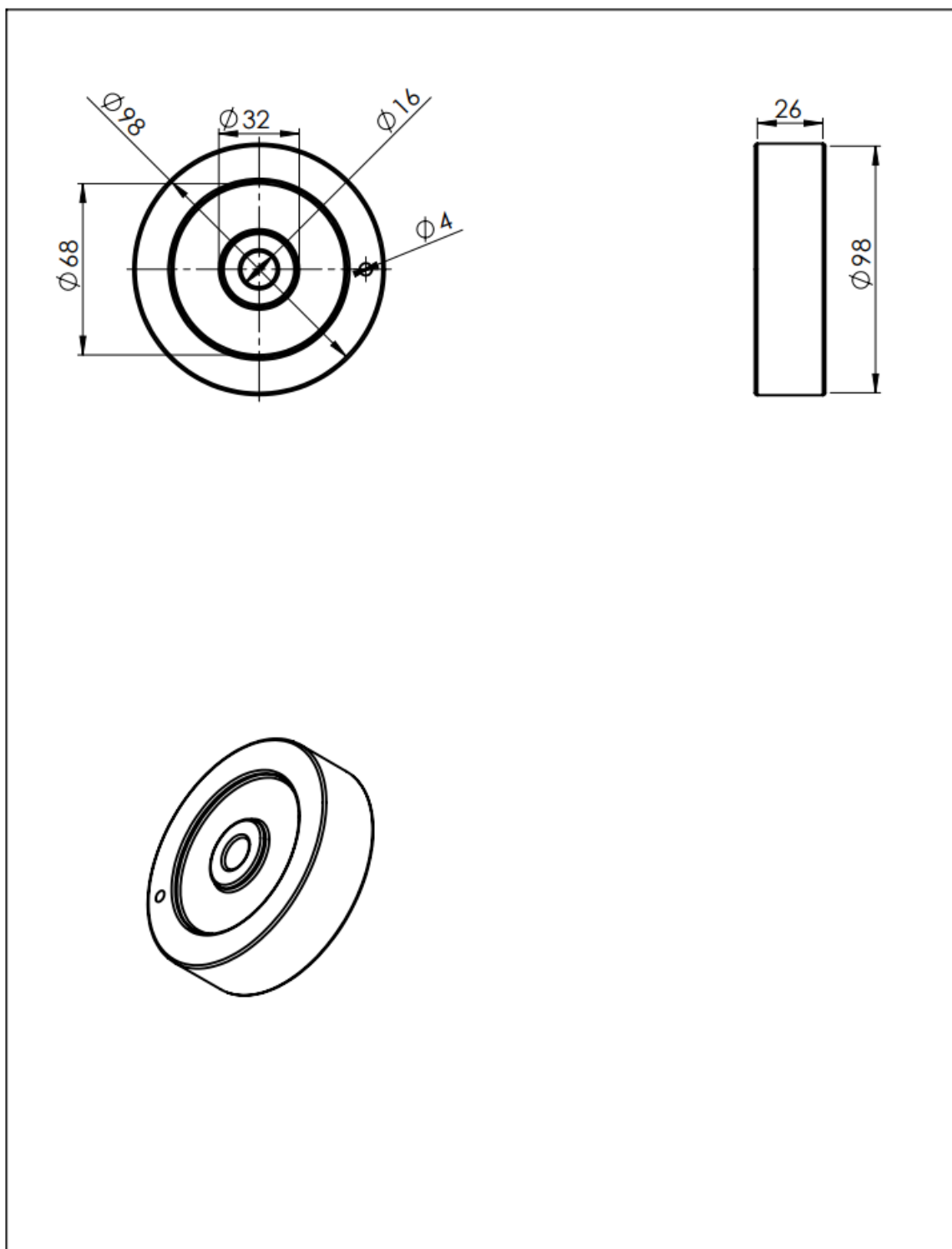
Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>ressort de poignée droite</b>	S: S/G:
Date:		Nom:



Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>ressot repose bras droite</b>	S: S/G:
Date:		Nom:

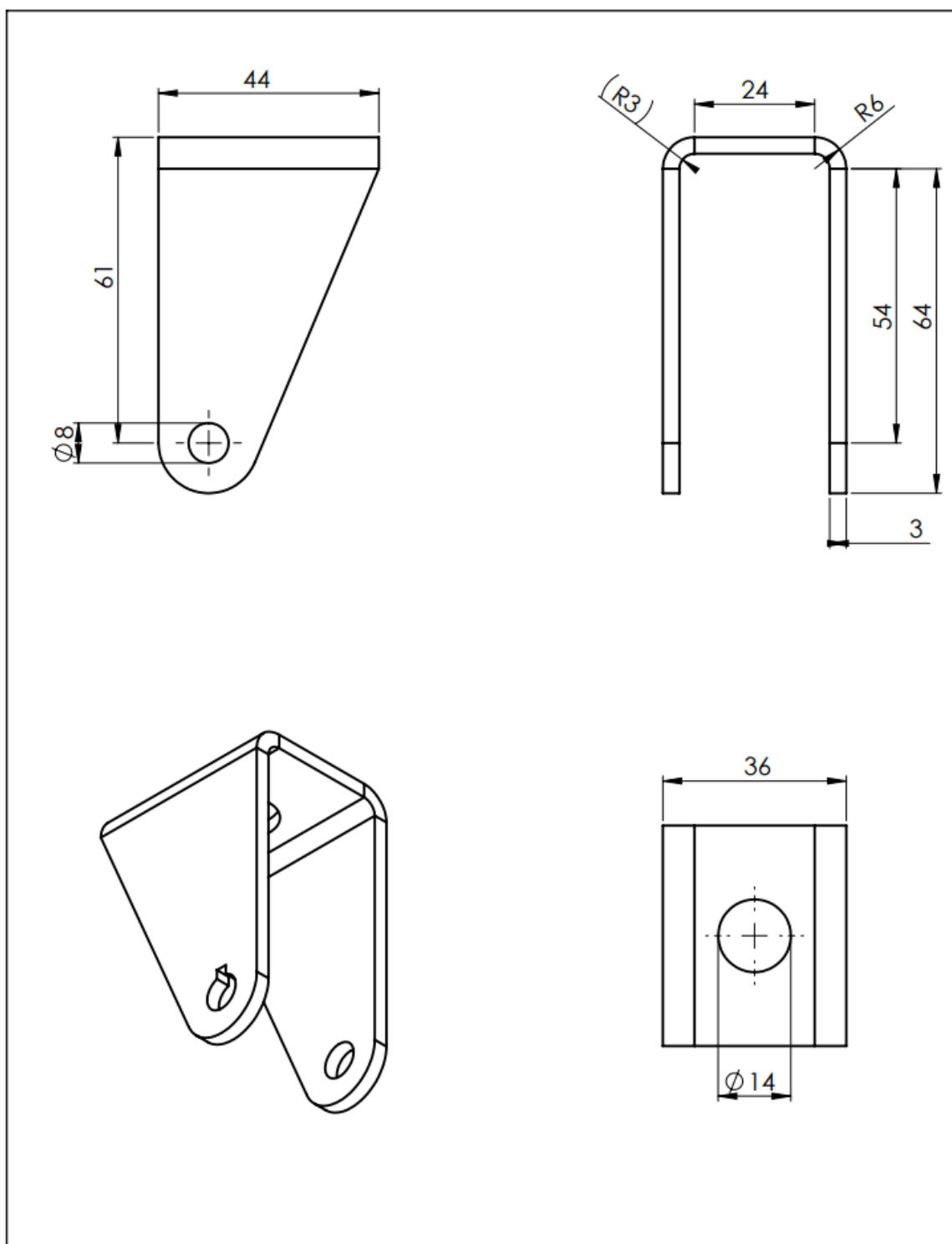


Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>ressot repose bras gauche</b>	S: S/G:
Date:		Nom:

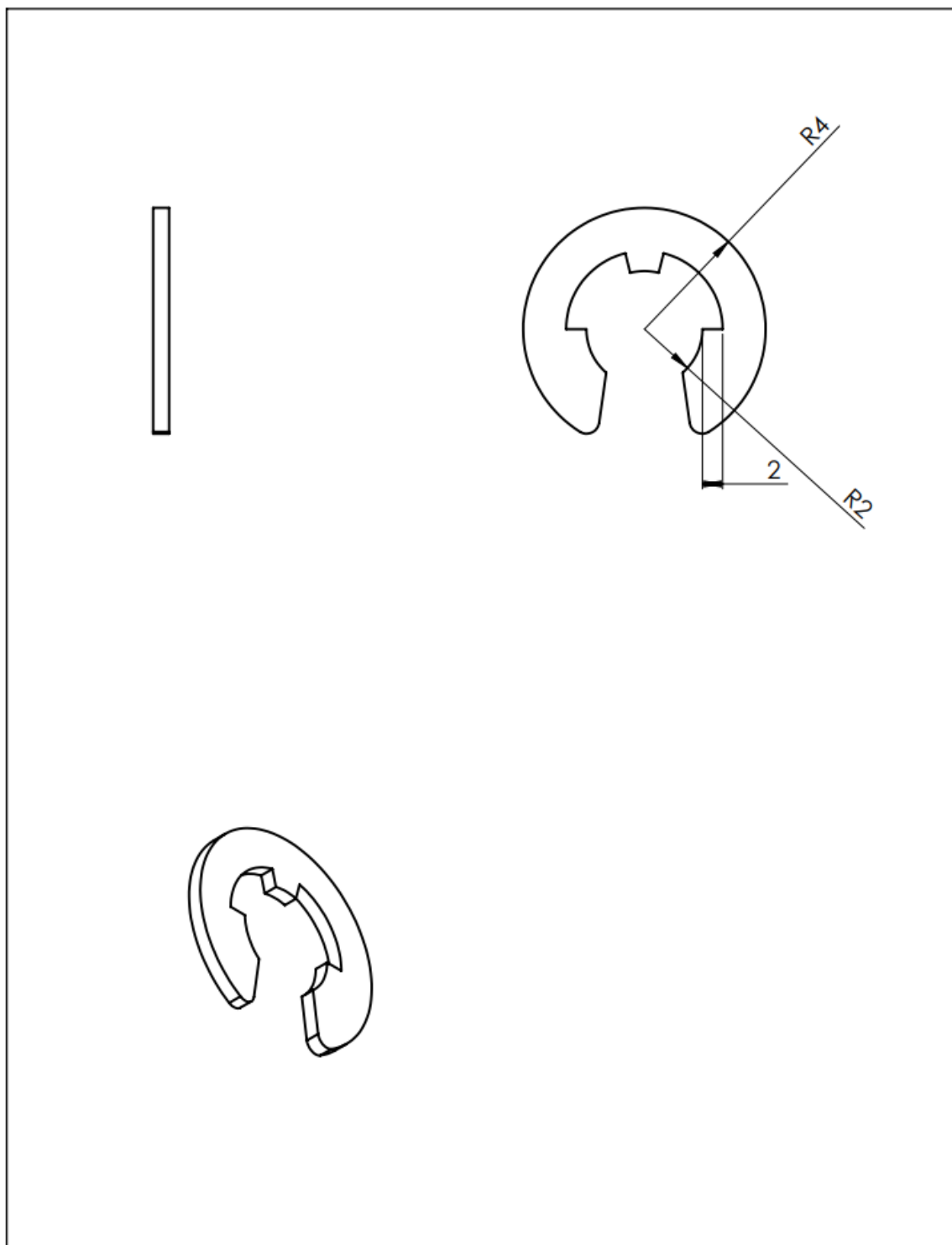


Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>roue</b>	S: S/G:
Date:		Nom:

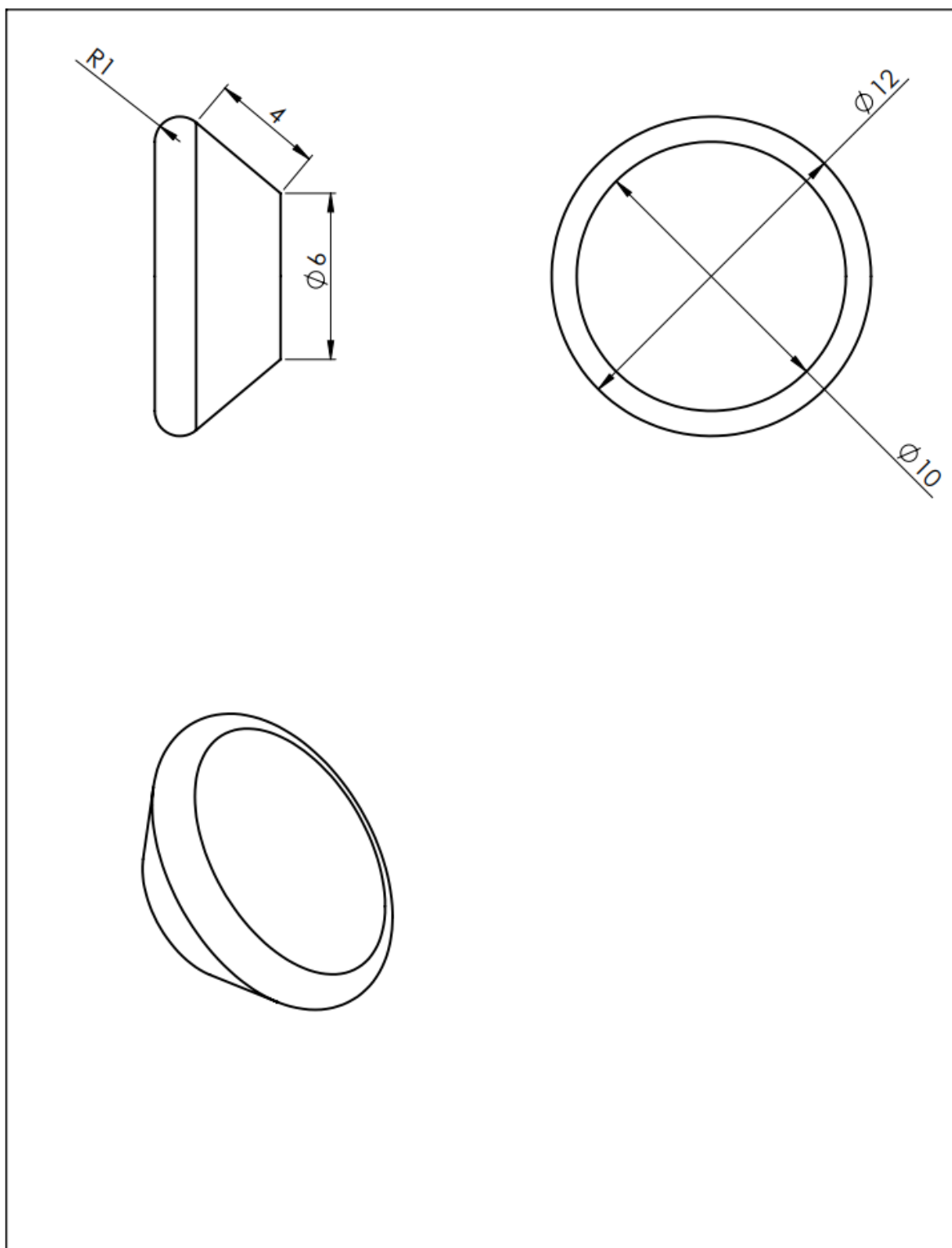




Echelle:	<b>F.T. U.A.B.B.Tlemcen</b> <b>support de</b> <b>roulette</b>		
Dpt:		S:	S/G:
Date:		Nom:	



Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>circlips</b>	S: S/G:
Date:		Nom:



Echelle:	F.T. U.A.B.B.Tlemcen	
Dpt:	<b>D150</b>	S: S/G:
Date:		Nom: