

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté des Sciences de L'Ingénieur
Département Génie Mécanique

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

Filière : génie mécanique
Option : construction mécanique

THEME

Etude et conception d'un mécanisme d'étirage des tôles bus
SNVI 100 L6

Présenté par:

DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA

Promoteur : **Mr. AGUIB.S**

Encadreur : **Mr. FETTIH.M**

Promotion 2020 - 2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu qui nous a donné la santé, la volonté et le courage d'accomplir ce travail.

Nous ne pouvons pas oublier de présenter notre gratitude à nos parents pour les efforts inlassables qu'ils ne cessent de déployer pour nous.

*Nos vifs remerciements vont à **Dr. AGUIB** notre promoteur et **Mr. FETIH** notre encadreur, **Mr. MANCER** enseignant au faculté de technologie pour leur aide, leur critique constructif, leur explications et suggestions pertinentes et pour la qualité de leurs orientations tout au long de ce travail et pour avoir apporté tant de soins à la réalisation de ce mémoire.*

*Nous remercions également les membres de jury qui nous font honneur en acceptant d'examiner et de juger notre travail. Tant que Président de jury **Dr. MECHAKRA**, en tant qu'examineur **Dr. TOURAB**, **Dr. SIGUERDJIDJENE**.*

Que tous ceux qui ont contribués à notre formation trouvent ici l'expression de Nos sincère gratitude.

Enfin, un merci tout particulier à tous ceux qui nous ont apporté leur soutien.

Merci...

Dédicaces

*Nous dédions ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans les soutiens indéfectibles et sans limite de nos chers **PARENTS** qui ne cessent de nous donner avec amour le nécessaire pour que nous puissions arriver à ce que nous sommes aujourd'hui. Que dieu vous protège et que la réussite soit toujours à notre portée pour que nous puissions vous combler de bonheur.*

À nos frères. Qui ont partagé avec nous tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail, ils nous ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de notre parcours.

CHEMSEDDINE, ZAKARIA

Merci...

Résumé :

Cette étude consiste à améliorer et développer le mécanisme d'étirage des tôles de bus 100L6.

Dans ce mémoire nous proposons des modifications pour rendre le mécanisme beaucoup plus fiable et utile à travers une nouvelle conception et une nouvelle étude et on se réfère du logiciel SOLIDWORKS pour localiser les zones les plus sollicitées, par la saisie des efforts appliqués, les conditions aux limites.

À travers cette étude, et en se basant sur des données relatives au véhicule telle que la longueur, la largeur, matériau de la tôle et les caractéristiques mécaniques de la tôle on va créer un nouveau mécanisme semi-automatique.

Mots clés : mécanisme d'étirage, la tôle, semi-automatique.

ملخص :

تتكون هذه الدراسة من تحسين وتطوير آلية التمدد لألواح الحافلات 100 L6

في هذه الأطروحة نقترح تعديلات لجعل الآلية أكثر موثوقية وفائدة من خلال تصميم جديد ودراسة جديدة ونشير إلى برنامج SOLIDWORKS لتحديد المناطق الأكثر إجهادًا ، من خلال إدخال القوى المطبقة ، والشروط عند الحدود.

من خلال هذه الدراسة ، وبالنظر إلى البيانات المتعلقة بالمركبة مثل الطول والعرض ومواد الصفيحة والخصائص الميكانيكية للصفيحة ، سننشئ آلية جديدة شبه أوتوماتيكية.

الكلمات المفتاحية : آلية التمدد، الصفيحة، شبه أوتوماتيكية.

Abstract :

This study consists of improving and developing the stretching mechanism for 100 L6 bus sheets.

In this thesis, we propose modifications to make the mechanism much more reliable and useful through a new design and a new study and we refer to the SOLIDWORKS software to locate the most stressed areas, by entering the forces applied, the conditions at limits.

Through this study, and by considering data relating to the vehicle such as the length, width, material of the sheet and the mechanical characteristics of the sheet, we will create a new semi-automatic mechanism.

Key words: stretching mechanism, sheet, semi-automatic.

Liste des figures

CHAPITRE I : généralités sur l'entreprise

Figure I-1	Direction SNVI	3
Figure I-2	Organigramme de division véhicules industriels de Rouïba	4
Figure I-3	Le centre montage autobus et autocar	7
Figure I-4	Autobus 100L6.....	8
Figure I-5	Encombrement de véhicule 100L6.....	9
Figure I-6	Moteur et boîte de vitesse implantés sur l'autobus 100L6.....	11
Figure I-7	Architecteur administrative de d'atelier de montage autobus	13

CHAPITRE II : étude et conception du système d'étirage

Figure II-1	Système de fixation	16
Figure II-2	Vis de pression ISO 7435	17
Figure II-3	Écrou ISO 4032	17
Figure II-4	La tôle de bus.....	19
Figure II-5	Profil métrique.....	24
Figure II-6	Filetage M20.....	24
Figure II-7	Accouplement rigide	28
Figure II-8	Schéma cinématique de mécanisme	32
Figure II-9	Pièce de fixation de mécanisme.....	34
Figure II-10	Pièce de fixation de mécanisme.....	34
Figure II-11	L'écrou de la vis de pression	35
Figure II-12	Vis de pression	36
Figure II-13	Le montant.....	37
Figure II-14	Levier.....	38
Figure II-15	Colonne de guidage	39
Figure II-16	Tube rond.....	40
Figure II-17	Butée.....	41
Figure II-18	Plaque d'étirage	42
Figure II-19	Vérin rotatif	43
Figure II-20	Vérin rotatif	43
Figure II-21	Rotor vérin rotatif	44
Figure II-22	Stator vérin rotatif.....	44
Figure II-23	Accouplement.....	45
Figure II-24	La vis	46
Figure II-25	L'écrou	47
Figure II-26	Les plaques de fixation de vérin	48
Figure II-27	Plaque 2	49
Figure II-28	Le mécanisme d'étirage	50
Figure II-29	Le mécanisme d'étirage	51
Figure II-30	Le mécanisme d'étirage	51

CHAPITRE III : simulation numérique

Figure III-1	Exemple d'une simulation numérique	54
Figure III-2	Choix des matériaux de la vis	56
Figure III-3	Liaisons mécanique de l'arbre du vis.....	57
Figure III-4	Forces exercées sur l'arbre du vis	58

Figure III-5 L'arbre du vis après le maillage	58
Figure III-6 Le champ de contraintes appliqué sur l'arbre du vis.....	59
Figure III-7 Le champ de déplacement de l'arbre du vis.....	60
Figure III-8 Le champ de déformation de l'arbre du vis.....	61
Figure III-9 Distribution des coefficients de sécurité sur l'arbre du vis	62
Figure III-10 Application du matériau de la tôle	63
Figure III-11 Liaisons mécanique sur la tôle	64
Figure III-12 Forces exercées sur la tôle.....	64
Figure III-13 La tôle après le maillage	65
Figure III-14 Le champ des contraintes appliqués sur la tôle	66
Figure III-15 Le champ de déplacement de la tôle	67
Figure III-16 Champ de déformation de la tôle	68
Figure III-17 La déformation maximale sur la tôle.....	68
Figure III-18 Distribution des coefficients de sécurité sur la tôle.....	69

Liste des tableaux

CHAPITRE I : généralités sur l'entreprise

Tableau I-1 Dimensions de véhicule 100L6	9
Tableau I-2 Poids du véhicule 100L6	10
Tableau I-3 Spécification de moteur & boîte vitesses placées sur 100L6.....	10
Tableau I-4 Les vitesses données par 100L6 au régime maximal km/h	13

CHAPITRE II : étude et conception du système d'étirage

Tableau II-1 Caractéristiques mécaniques du matériau	18
Tableau II-2 Les caractéristiques de la tôle de 100 L 6	20
Tableau II-3 Caractéristique de vérin rotatif	22
Tableau II-4 Filetage métrique à pas standard.....	25
Tableau II-5 Caractéristiques mécanique de l'acier AISI 304.....	26

NOTIONS ET SYMBOLES

SNVI	Société Nationale des véhicules industriels
VIR	Division véhicules industriels de Rouïba
UFR	L'unité fonderie Rouïba
CIR	L'unité carrosserie de Rouïba
UCT	L'unité carrosserie de Tiaret
UER	L'unité études et recherches
UGP	L'unité gestion produit
UCCR	L'unité centrale commerciale
PTC	Poids totale charge
PTR	Poids totale repos
DRH	Direction des ressources humaines
D.USIN	Direction d'usinage.
DAF	Direction de l'administration des finances.
DGI	Direction gestion industrielle.
DAA	Direction des achats & approvisionnements.
DMV	Direction montage véhicules.
D.T	Direction technique.
DMC	Direction maintenance centrale.
TE	Centre tôlerie emboutissage.
MA	Centre montage autobus et autocar.
PTAC	Poids totale autorise en charge.
Cao	Conception assistée par ordinateur.
[δ]	La contrainte.
[ϵ_x]	La déformation longitudinale.
[ΔL]	L'allongement de la tôle.
[L]	La longueur de tôle.
[E]	Module d'élasticité.

[F]	La force.
[S]	La section de tôle.
[e]	Epaisseur.
[l]	La largeur.
[AN]	Application numérique.
[σ_{eq}]	Contrainte normale équivalente
[τ]	Contrainte de cisaillement
[R_{pe}]	Résistance pratique en traction
[F_a]	Effort axiale
[S₂]	Section cisailée
[d₃]	Diamètre de noyau de vis
[n]	Nombre de filets en prise

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Notions et symboles	

Sommaire

Introduction Générale.....	1
Problématique.....	2
Présentation de sujet.....	2
I.CHAPITRE I :	3
I.1 Présentation de l'entreprise	3
I.1.1 Historique de la SNVI.....	3
I.1.2 Structuration de la SNVI.....	3
I.1.3 Gamme générale des produits fabriqués.....	4
I.1.4 Présentation de la VIR.....	4
I.2 L'Autobus 100L6	7
I.2.1 Présentation du véhicule 100L6	7
I.2.2 Fiche technique du véhicule	7
I.2.3 Dimensions et poids	8
I.2.4 Fiche descriptive de 100L6.....	10
I.2.5 Plan d'atelier de montage autobus 100L6	13
Conclusion.....	14
II Chapitre II : étude et conception du système d'étirage	15
Introduction	15
II.1 Description technique du mécanisme	16
II.1.1 Les éléments du mécanisme	16
II.1.2 Le mode de fixation du mécanisme	16
II.2 Choix des matériaux du mécanisme	17
II.2.1 Définition de matériau	17
II.2.2 Composition chimique du matériau.....	18
II.2.3 Caractéristiques mécaniques du matériau.....	18
II.2.4 Avantages et inconvénients du matériau choisi.....	18
II.3 La tôle a étiré.....	19
II.3.1 La tôle du 100L6	19
II.3.2 Les caractéristiques de la tôle de 100 L 6.....	20
II.4 Calcul de la force nécessaire pour étirer la tôle	20

II.4.1	Vérification de la contrainte	21
II.5	Actionneur rotatif	21
II.5.1	Définition d'actionneur rotatif	21
II.5.2	Principe de fonctionnement	21
II.5.3	Caractéristique de vérin rotatif	22
II.6	Système vis écrou	22
II.6.1	Dimensionnement de vis	23
II.6.2	Filetage métrique	23
II.6.3	Norme filetage métrique	24
II.6.4	Matériau de la vis	25
II.6.4.1	Caractéristiques mécanique de l'acier AISI 304.....	26
II.7	Résistance et déformation.....	26
II.7.1	Résistance du noyau : (Traction ou compression + Torsion)	26
II.7.2	Cisaillement des filets.....	27
II.8	Accouplement.....	28
II.8.1	Accouplement choisi	28
II.9	Les liaisons mécaniques	29
II.9.1	Analyse des liaisons	29
II.9.1.1	Représentation cinématique de mécanisme :	32
II.10	Le poids du mécanisme :	32
II.11	La conception :	33
II.11.1	Présentation de logiciel de conception SOLIDWORKS :	33
II.11.2	Les pièces de mécanisme :	34
2.	L'écrou de la vis de pression :	35
3.	Vis de pression :	36
4.	Le montant :	37
5.	Levier :	38
6.	Colonne de guidage :	39
7.	Tube rond :	40
8.	Butée :	41
9.	Plaque d'étirage :	42
10.	Vérin rotatif :	43
11.	L'accouplement :	45
12.	La vis :	46
13.	L'écrou :	47
14.	Les plaques de fixation de vérin :	48
15.	Plaque 2 :	49
16.	Le mécanisme d'étirage :	50
Conclusion :	52

III Chapitre III :simulation numérique	53
Introduction	53
III.1 La simulation numérique	54
III.1.1 SolidWorks simulation	55
III.1.2 Processus de simulation.....	55
III.2 Simulation des pièces	56
III.2.1 La vis	56
III.2.1.1 Choix des matériaux	56
III.2.1.2 Application des conditions aux limites (déplacements, forces et charges imposés) ..	57
III.2.1.3 Maillage de modèle	58
III.2.1.4 Résultats et interprétations de la simulation	59
a) Contraintes.....	59
b) Déplacement :.....	60
c) Champ de déformation	61
d) Coefficient de sécurité.....	62
III.2.2 La tôle de bus.....	63
III.2.2.1 Application du matériau	63
III.2.2.2 Charges et condition aux limites.....	64
III.2.2.3 Maillage de modèle	65
III.2.2.4 Résultats de la simulation.....	65
a) Champ de contrainte :.....	65
b) Champ de déplacement :	66
c) Champ de déformation :	67
d) Coefficient de sécurité :.....	69
Conclusion.....	70
Conclusion général.....	71

Références bibliographiques

Annexe

Introduction Générale

D'une manière générale, pour les constructeurs de véhicule de transport ou autres, il est important de s'appuyer d'abord sur le confort des passagers et de s'intéresser aux aspects visuels. Par conséquent, la décoration extérieure doit être soigneusement réalisée, la peinture doit être appliquée sur une surface bien polie, en particulier sur une surface plane. Les panneaux latéraux des bus occupent une grande surface, il est donc nécessaire de faire plus attention à la planéité de ces derniers pour y parvenir. Le but a été de construire un système capable d'étirer les tôles métalliques des panneaux latéraux pour éliminer tout défaut et avoir une bonne surface. Ce travail s'inscrit dans le cadre de la préparation d'un mémoire de fin d'étude (master2, option construction mécanique), qui comprend l'étude et la conception d'un système d'étirage des panneaux latéraux du véhicule 100L6 NC (tendeur).

Ce travail se décompose en trois chapitres :

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

Chapitre II : étude et conception du système d'étirage

Chapitre III : simulation numérique

Problématique

La SNVI utilise un système d'étirage, qui est difficile à manipuler car il est très lourd, n'est pas solide, prend beaucoup de temps et demande beaucoup d'effort physique à l'employeur pour monter et démonter le système car il est soudé. Pour cette raison, Afin de faciliter les opérations d'emboutissage de la tôle, de réduire le temps et d'obtenir de bons résultats, nous avons proposé un nouveau système semi-automatique, comprenant d'un vérin pneumatique.

Présentation de sujet

Avoir un aspect physique et esthétique d'un bus, devient un grand défi pour les constructeurs, pour cela les faces latérales des bus sont en tôles peintes, ces dernières si leurs faces ne sont pas parfaitement planes elles présentent à la fin de l'opération de la peinture des ondulations qui donnent un mauvais aspect visuel.

Pour cette raison on utilise un système d'étirages de ces panneaux pour annuler toute déformation ou défauts, c'est un système mécanique avec serrage vis-écrou, dans cette étude on tire les défauts de ce mécanisme et on propose des solutions pour améliorer le rendement et faciliter l'utilisation.

I. CHAPITRE I :

Généralités sur

l'entreprise

I.1 Présentation de l'entreprise

I.1.1 Historique de la SNVI

La société Nationale des véhicules industriels (SNVI) est née de la restructuration de la Société Nationale de Construction Mécanique.

SONACOME créée par l'ordonnance 67.150 du 09/10/1967 pour promouvoir et développer l'industrie mécanique en Algérie.

En juillet 1970, SONACOME choisit BERLIET pour l'édification de complexe de véhicules industriels (CVI) Rouïba sur le site même où le 02 juin 1957 BERLIET construit une usine de camions et d'Autobus.

Ainsi la SONACOME a signé son premier contrat en 1969, donnant le coup d'envoi pour les projets prévus au premier plan quadriennal.

En cette période SONACOME commençait à réaliser ses objectifs par des investissements dans les domaines du matériel agricole du transport de l'équipement industriel, domaines prioritaires dans le processus d'édification de pays. (1)



Figure I-1 Direction SNVI

I.1.2 Structuration de la SNVI

Créée par décret n°81/342 du 12/12/1981, la SNVI est chargée dans le cadre du plan national de développement économique et social de la recherche de la production, du personnel, de l'importation et de la distribution dans les secteurs véhicules industriels et leurs composants.

Pour cela la SNVI dispose huit unités, à savoir :

- L'unité siège de la SNVI
- La division véhicules industriels de Rouïba (VIR)

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

- L'unité fonderie Rouïba (UFR)
- L'unité carrosserie de Rouïba (CIR)
- L'unité carrosserie de Tiaret (UCT)
- L'unité études et recherches (UER)
- L'unité gestion produit (UGP)
- L'unité centrale commerciale (UCCR), qui dispose de quatorze (14) unités implantées dans tout le territoire national.

I.1.3 Gamme générale des produits fabriqués

Elle se décompose comme suit :

- Des camions, des tracteurs routiers et des véhicules spéciaux
- Des autocars, des autobus, des minicars et minibus
- Des équipements tractés et portés

I.1.4 Présentation de la VIR

La Division Véhicules Industriels Rouïba est située à une trentaine (30) de Km à l'Est d'Alger. Elle s'étend sur une superficie de **746 980 m²**.

Cette unité qui avait pour activité le montage de camions, cars et bus, leur vente, ainsi que la distribution de pièces de rechange a été réorganisée et développée par SNVI dans le domaine de la fabrication intégrée de ces mêmes produits.

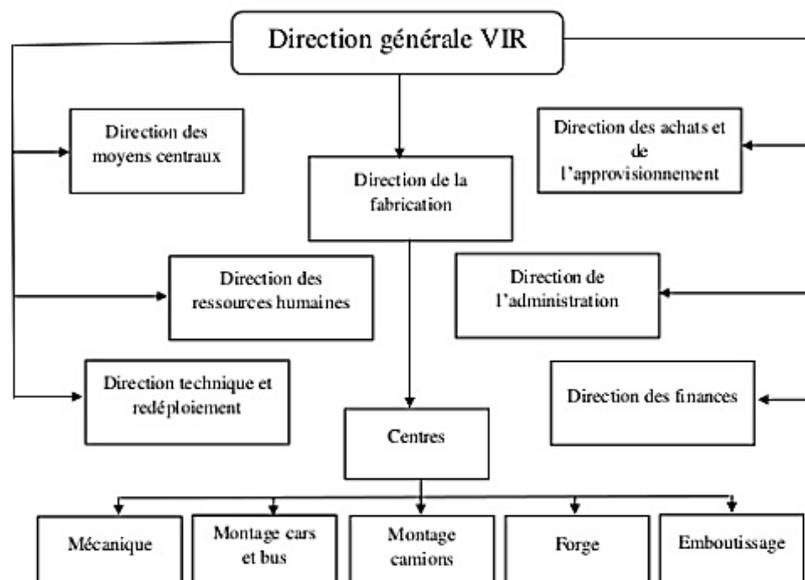


Figure I-2 Organigramme de division véhicules industriels de Rouïba

• Gamme de produits fabriqués :

Elle se compose de différents types de véhicules à savoir.

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

- **Camions :**
- K66 (PTC) = 6,6T puissance p = 80 cv.
- K120 (PTC=12T) p =110 cv.
- M120 4x4 (PTC=10T) p =110 cv.
- M230 6x4 (PTC=19T) p =230 cv.
- B260 4x2 châssis porteur (PTC=19T) p =256 cv.
- C260 4x2 véhicules de chantiers (PTC=19T) p=260 cv.
- C260 6x4 véhicules de chantiers (PTC=19T) p=274 cv.
- TB 340 4x2 châssis pour tracteur (PTC=38T. PTR=38T) p=280 cv.
- TB 340 4x2 châssis pour tracteur (PTC=38T. PTR=38T) p=240 cv.
- **Véhicules de transport de personnes :**
- Safir : 49 places assises + (siège chauffeur) (PTC=14T) véhicule interurbain.
- Autobus 100 V8 et 100 L 6, véhicule urbain de 100 place dont 24 assises et 76 debout, (PTC=16T).
- Châssis mécanisé du minicar 25L4 : 25+01 place assise (PTC=6T).
- Minibus 38L6 : 28+01 place (PTC=12T).
- Minibus 70L6 : 70+01 place (PTC=12T).
- **Structuration :**
La division véhicule industriels Rouïba VIR se décompose en huit (8) directions fonctionnelles.
- **DRH** Direction des ressources humaines.
- **D.USIN** Direction d'usinage.
- **DAF** Direction de l'administration des finances.
- **DGI** Direction gestion industrielle.
- **DAA** Direction des achats & approvisionnements.
- **DMV** Direction montage véhicules.
- **D.T** Direction technique.
- **DMC** Direction maintenance centrale.

DIRECTIONUSINAGE :

- **Le centre mécanique :**
IL y est usiné différents organes mécanique tels que : ponts, boites de vitesse, Carters de direction, etc....

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

- **Le centre forge :**

Dans ce centre sont fabriquées toutes les pièces mécaniques à brut forgé. On peut citer à titre d'exemple les essieux, les fusées les arbres, etc....

DIRECTION DE MONTAGE :

- **Le centre montage camions :**

Dans ce centre sont assemblés les véhicules de la gamme SNVI à partir des organes fabriqués dans les centres cités précédemment.

Il dispose également d'un atelier complémentaire qui est le polyester ou l'on fabrique des capots moteurs, des tableaux de bord, des pièces de garnissage et des sièges pour les cars & bus.

- **Le centre tôlerie emboutissage (TE) :**

A partir de larges plates et de feuilles de tôles, ce centre réalise :

- Des cabines de camions
- Des longerons
- Des traverses
- Des pièces diverses (bâches à gas-oil et d'air, toilerie d'autocar et d'autobus, par choque, etc....

- **Le centre montage autobus et autocar (MA) :**

Surface : 32 370 m²

Activité: à partir des pièces provenant du différent centre de production précitée ainsi que d'autre réalisées par lui-même, le centre car & bus construit sa gamme de produit depuis l'engagement jusqu'à sa livraison commerciale

En plus des lignes de montage et des ateliers d'usinage et de finition, il dispose d'un atelier sellerie ou l'on fabrique des différents sièges et couchettes.



Figure I-3 Le centre montage autobus et autocar

Effectif :

- Direct 235 personnes
- Indirect98personnes
- Encadrement 14 personnes

I.2 L'Autobus 100L6

I.2.1 Présentation du véhicule 100L6

Le véhicule 100 L 6 dans son modèle marqué le mois d'Avril 2013, dont est équipé de 26 places assises y compris la place du chauffeur ainsi un espace estimable à 74 Places debout pour un global de 100 places réunies. Ce produit a rencontré un grand succès dans sa gamme, de même a très bien commercialisé dans le marché national où il est trop demandé et fortement recommandé par les organismes étatiques du transport urbain à savoir l'entité économique ETU. La réussite du 100L6, l'avait fait face à des concurrents bien connu à l'échelle internationale à savoir Hyundai-Aero City, Daewoo-bs10, Mercedes-Benz MCV s121, Vanhool AG500. (2)

I.2.2 Fiche technique du véhicule

Marque : SNVI
Type : 100L6
Genre : Transport en commun de personnes
Carrosserie : Autobus
Poids total autorisé en charge du véhicule : 16 000 Kg
Nombre de places assises : 25+1
Nombre de places debout : 74



Figure I-4 Autobus 100L6

I.2.3 Dimensions et poids

Dimensions (mm) : voir le tableau I-1

- Largeur : 2445 mm
- Longueur : 11440 mm
- Porte à faux avant : 2450 mm
- Porte à faux arrière : 3390 mm
- Hauteur libre au-dessus du sol (pont arrière): 189mm

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

Tableau I-1 Dimensions de véhicule 100L6

Dimensions (mm)			
Empattement		F	5600
Porte à faux avant		E	2450
Porte à faux arrière		N	3390
Portes	Avant	P1	1330
	Centrale	P2	1330
	Arrière	P3	1250
Longueur hors tout		A	11440
Largeur hors tout		M1	2445
Hauteur à vide		O	2920
Garde au sol	Avant	U1	189
	Arrière	U2	247
Voie	Avant	V1	2063
	Arrière	V2	1888
Angle d'attaque		£1	8°
Angle de fuite		£2	8°

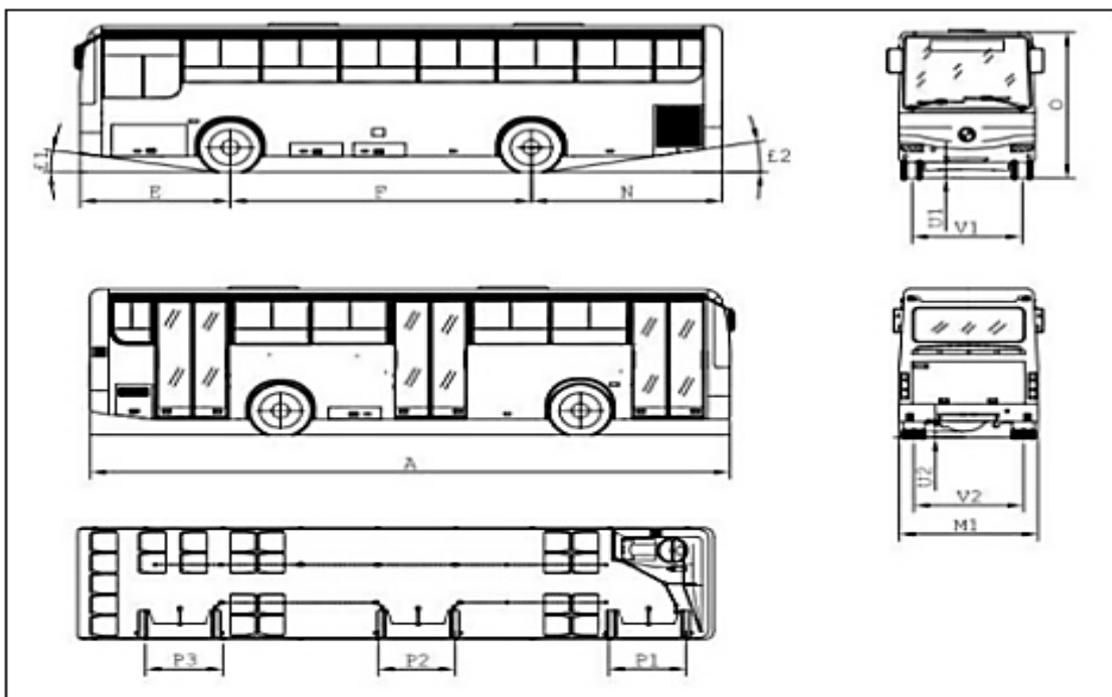


Figure I-5 Encombrement de véhicule 100L6

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

Poids (kg) :

Tableau I-2 Poids du véhicule 100L6

Poids (kg)		
Poids en ordre de marche :		8760
Répartition de ce poids sur :	Essieu	2460
	Pont	6300
Poids totale autorise en charge (PTAC) :		16000
Charge maxi autorise sur :	Essieu	6000
Charge maxi autorise sur :	Pont	10800

I.2.4 Fiche descriptive de 100L6

Les principaux organes constituant le 100L6 sont les suivants :

Tableau I-3 Spécification de moteur & boite vitesses placées sur 100L6

MOTEUR	BOITE DE VITESSE
Type : CUMMINS C300-20 Nombre de cylindres : 6 en ligne Injection : Directe Alésage /course (mm) : 114/135 Taux de compression : 16,5/1 Carburant : Gasoil Puissance maxi : 296ch (221KW) à 2200 tr /mn Aspiration : turbocompressée Refroidissement : à eau Capacité d'huile : 23,6 L EMBRAYAGE : Sans	ZF 5 HP 592 à commande automatique 5rapports avant synchronisé + marche arrière Rapports extrêmes : 3.43-0.83 Convertisseur 2.2 :1



Figure I-6 Moteur et boîte de vitesse implantés sur l'autobus 100L6

- **Carrosserie :**

Ossature en tubes métallique soudés électriquement, habillée de l'extérieur par des tôles d'acier étirées et intérieurement par des panneaux en calaminé.

- **Plancher :**

En bois Permalis, revêtement PVC.

- **Pont Arrière :**

SNVI P1021X, Couple conique à dentures hypoides et réducteurs dans les moyeux
Couple 12x41x 1/2 (réduction totale : 6,83) ou couple : 10x41x1/2 (réduction totale : 8,2).

- **Essieux :**

Type : RI6A à roues indépendantes (tambours) ou R16DH à roues indépendantes (disques).

- **Direction :**

SNVI ZF 8098 à assistance hydraulique intégrée.

- **Sièges Voyageurs :**

En polyester avec revêtement mousse et tissu. Bâti en tube acier.

- **Sièges Conducteur :**

Dossier inclinable et assise réglable en hauteur par commande pneumatique et en longueur ainsi le Revêtement en tissu plastique.

- **Portes :**

3 portes louvoyèrent à 2 vantaux, grande glace en deux parties sur chaque vantail, poignées et rambardes.

Commande électropneumatique des portes avant, centrale et arrière par le conducteur.

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

- **Suspension :**

Avant : 2 ressorts hélicoïdaux + 2 amortisseurs télescopiques et 2 coussins d'air.

Arrière : 2 ressorts à lames + 2 amortisseurs télescopiques et 4 coussins d'air.

Barre de torsion à l'Av et l'AR.

- **Freinage :**

-Frein principal (service) avec ABS : Frein à pied, à air comprimé agissant sur l'ensemble des roues. Freins à tambours, ou à disques sur roues AV, avec ABS Circuits avant et arrière indépendants

- Frein de stationnement : Indépendant, commandé par robinet et agissant sur les roues AR.

- Frein de parcage : Dispositif de verrouillage à blocage mécanique agissant sur les roues AR. Incorporé dans les cylindres télescopiques double de l'essieu AR. Le serrage des freins AR. est obtenu soit par le frein principal soit par le frein de stationnement.

- Frein de secours : En cas de défaillance de freinage de service d'un essieu l'autre essieu assure le freinage de secours.

- Ralentisseur Intégré sur boîte.

- **Equipement Electrique :**

Tension : 24 V

2 accumulateurs de 12 Volts chacun Capacité : 200 Ah.

Alternateur de 140 A.

- **Pneumatiques :**

Dimension : 11 R 22,5 tubeless

AV : simples, AR : jumelées

- **Réservoir De Carburant :**

Capacité : 1 réservoir 250 L

- **Baies :**

Glace de grande surface en verre sécurit.

Pare-brise panoramique.

- **Performances :**

Tableau des vitesses en km/h au régime maximal.

Chapitre I : généralités sur l'entreprise

Tableau I-4 Les vitesses données par 100L6 au régime maximal km/h

Vitesses	1ere	2eme	3eme	4eme	5eme
Rapport PV	3.43	2.01	1.42	1.00	0.3
Avec 12x41	19	32	45	64	82
Avec 10x41	16	27	38	53	65

I.2.5 Plan d'atelier de montage autobus 100L6

L'autobus 100L6 subit son fabrication un ensemble d'opération et procède à travers chaque section de l'atelier, partent de la préparation de la matière premier préliminaire jusqu'à sa livraison

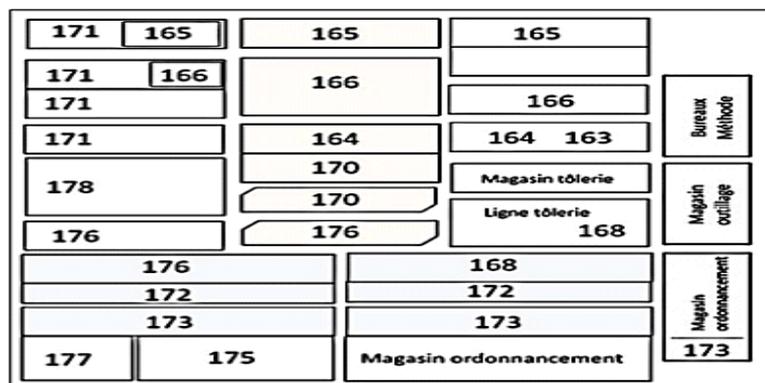


Figure I-7 Architecte administrative de d'atelier de montage autobus

Conclusion

En effet, la filiale VIR de la SNVI maîtrise parfaitement ses compétences organisationnelles clés dont l'avantage compétitif du VIR résulte de la combinaison de ces compétences, et celle-ci en effet, résulte d'un apprentissage collectif effectué au cours de l'histoire de l'entreprise, sans oublier que la valeur ajoutée de l'entreprise réside ainsi dans la façon dont Elle a articulé ses compétences pour réaliser sa fonction de production et dans sa capacité à Créer la coopération et la synergie entre les compétences individuelles.

Dans ce chapitre, notre objectif été de décrire l'organisme d'accueil d'une part, et de décortiquer la fiche descriptive et technique du produit « Autobus 100L6 », passant par la Justification du choix de ce véhicule en d'autre part.

II Chapitre II : étude et conception du système d'étirage

Introduction

La recherche et la conception de systèmes sont très importantes dans le processus de développement de mécanismes fiables. Dans ce chapitre, nous allons d'abord mener des recherches, incluant le calcul et l'analyse de tous les composants et matériaux utilisés dans le système, et enfin la conception, qui donnera l'image finale de tous les composants et du mécanisme en global.

II.1 Description technique du mécanisme

Le système d'étirage des tôles est un mécanisme composé de plusieurs pièces. Il assure un bon étirement de la tôle par un actionneur rotatif, qui fera tourner la vis qui fait translater l'écrou et d'assurer l'étirement de la tôle.

II.1.1 Les éléments du mécanisme

Ce mécanisme se compose de deux parties:

- **Partie fixe:**

Un support qui liait entre le mécanisme d'étirage et le bus.

- **Partie mobile:**

Cette partie assure l'étirage de la tôle à l'aide d'une plaque métallique.

II.1.2 Le mode de fixation du mécanisme

Les pièces de ce mécanisme sont assemblées par soudage.

La fixation du système sur le bus est garantie par 3 vis de pression et des écrous soudés sur une plaque.

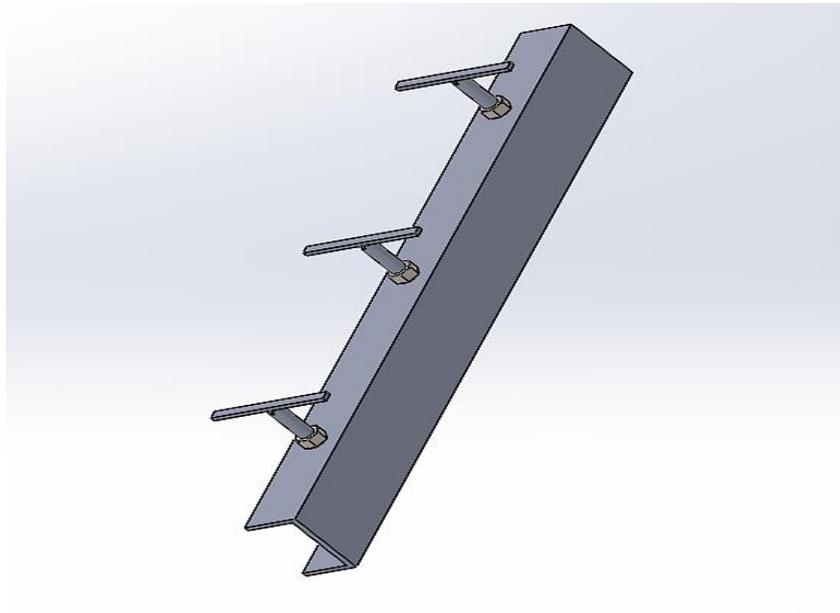


Figure II-1 Système de fixation



Figure II-2 Vis de pression ISO 7435



Figure II-3 Écrou ISO 4032

II.2 Choix des matériaux du mécanisme

Le matériau de ce système est de l'aluminium allié 3003

II.2.1 Définition de matériau

L'alliage d'aluminium 3003 est un alliage forgé de la série aluminium-manganèse (série 3000 ou 3xxx). IL peut être travaillé à froid (mais contrairement à d'autres types d'alliages d'aluminium, il ne peut pas être traité thermiquement) pour produire une trempe avec une résistance plus élevée mais une ductilité plus faible. Comme la plupart des autres alliages aluminium-manganèse, le 3003 est un alliage à usage général avec une résistance moyenne, une bonne maniabilité et une bonne résistance à la corrosion. Il est généralement laminé et extrudé, mais généralement pas forgé. En tant qu'alliage de forge, il n'est pas utilisé pour la coulée. Il est également couramment utilisé dans les applications de tôlerie telles que les gouttières, les tuyaux de descente, les toits et les parements.

II.2.2 Composition chimique du matériau

Aluminium: 96.8 vers 99%

Cuivre: 0.05 vers 0.20%

Fer: 0.7% max

Manganèse: 1.0 vers 1.5%

Silicium: 0.6% max

Zinc: 0.1% max

Résidus: 0.15% max

II.2.3 Caractéristiques mécaniques du matériau

Tableau II-1 Caractéristiques mécaniques du matériau

propriétés	Valeur	Unité
Module d'élasticité	69000	N/mm ²
Coefficient de poisson	0.33	
Module de cisaillement	27000	N/mm ²
Densité	2700	kg/m ³
Résistance à la traction	110,297	N/mm ²
Limite élastique	41,3613	N/mm ²
Dilatation thermique	2.3e-05	/K
Conductivité thermique	170	w/(m.k)
Capacité thermique massique	1000	J/(kg.k)

II.2.4 Avantages et inconvénients du matériau choisi

Avantages:

- Très résistant à la corrosion et permet ainsi de réaliser des ouvrages dont l'entretien sera minimal.
- L'aluminium requiert peu d'entretien ce qui se traduit par une réduction des coûts de maintenance à long terme.
- L'aluminium est un métal facile à travailler. Sa température de fusion relativement basse, le rend alors avantageux pour les opérations de fonderie.

- Matériau léger.

Inconvénients:

- Plus difficile à former que l'acier ou l'acier inoxydable.

II.3 La tôle a étiré

II.3.1 La tôle du 100L6

Le matériau de la tôle est l'acier galvanisé

L'acier galvanisé est un matériau composé d'acier revêtu d'une couche de zinc le protégeant de la corrosion et renforçant sa structure mécanique. Du fait de ses excellentes propriétés physiques et mécaniques, l'acier galvanisé trouve de nombreuses applications dans l'industrie, l'électroménager et le bâtiment.



Figure II-4 La tôle de bus

II.3.2 Les caractéristiques de la tôle de 100 L 6

Tableau II-2 Les caractéristiques de la tôle de 100 L 6

Type d'acier galvanisé	EN 103227 DX51D+Z140-275
Limite élastique Rp0.2 (MPa)	≥140
Résistance à la traction R (MPa)	270-500
Allongement A∞ (en%)	≥22
Module d'élasticité à (N/mm ²)	210000
Coefficient de Poisson	0.3
Coefficient de dilatation thermique de 20° à 100° C (µm/m°C)	12.0

II.4 Calcul de la force nécessaire pour étirer la tôle

On a la loi de Hooke : $\sigma = E \times \varepsilon$

D'après le constructeur $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Et l'allongement : $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{L-L_0}{L}$

Et la contrainte : $\sigma = \frac{F}{S}$

Et la section : $S = l \times e$

AN :

L'allongement :

$\Delta L = 7.6 \text{ mm}$

$L = 11000 \text{ mm}$

$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L} = \frac{7.6}{11000} = 0.00069$

La section :

$$l = 650 \text{ mm}$$

$$e = 0.8 \text{ mm}$$

$$S = l \times e = 650 \times 0,8 = 520 \text{ mm}^2$$

Donc :

$$\sigma = \frac{F}{S} \longrightarrow E \times \varepsilon = \frac{F}{S}$$

$$F = E \times \varepsilon \times S$$

$$F = 75384 \text{ N}$$

II.4.1 Vérification de la contrainte

D'après le constructeur la zone élastique de cette tôle DC03 est variée entre $140 \leq \sigma \leq 240$ MPa

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{75348}{520} = 144.96 \text{ MPa}$$

La contrainte est contenue dans la zone élastique donc la tôle peut être étirée.

II.5 Actionneur rotatif

Le vérin utilisé dans ce système est de type : FESTO DSM-T-63-270-A-B

Ce vérin est un actionneur pneumatique (3).

II.5.1 Définition d'actionneur rotatif

Est un appareil composé d'un arbre portant une ou plusieurs palettes et tournant dans un cylindre de révolution aplati définissant une ou plusieurs chambres que l'on met sous pression afin d'assurer la rotation des palettes.

II.5.2 Principe de fonctionnement

Chez ce type de vérin oscillant la pression d'air agit sur une palette qui engendre un mouvement rotatif. L'angle de rotation est limité à environ. 270° .

II.5.3 Caractéristique de vérin rotatif

Tableau II-3 Caractéristique de vérin rotatif

Caractéristique	Valeur
Taille	63
Angle d'oscillation	0 deg ... 270 deg
Abréviation de type	DSM
Position de montage	Indifférente
Mode de fonctionnement	à double effet
Structure de construction	Palette oscillante
Détection de position	Pour capteur de proximité
Symbole	00991265
Pression de service	2 bar ... 10 bar
Fréquence d'oscillation max. sous 6 bar	1.6 Hz
Fluide de service	Air comprimé selon ISO 8573-1:2010 [7:-:-]
Classe de protection anticorrosion CRC	0 - Aucun effet de corrosion
Température ambiante	-10 °C ... 60 °C
Force axiale max.	500 N
Force radiale max.	500 N
Couple de rotation théorique à 6 bar	80 Nm
Poids du produit	6050 g
Mode de fixation	Avec taraudage
Raccord pneumatique	G1/4
Note sur le matériau	Exempt de cuivre et de PTFE Conforme à RoHS
Matériau d'arbre d'entraînement	Acier Nicke 1
Matériau joints d'étanchéité	TPE-U (PU)
Matériau du boîtier	Alliage d'aluminium corroyé

II.6 Système vis écrou

Le système vis-noix, parfois appelé système vis-écrou, est un mécanisme d'entraînement en translation. Il se compose d'une tige filetée, la vis, et d'une pièce comportant un filetage intérieur, la noix (ou écrou). Trois conceptions sont possibles : (4)

- Premier cas : on fait tourner la vis pour entraîner la noix en translation :
 - La tige filetée est entraînée en rotation autour d'un axe fixe par rapport au bâti de la machine.

- La noix est guidée en translation par rapport au bâti ;
- Deuxième cas : on fait tourner l'écrou pour entraîner la vis en translation.
- Troisième cas : l'écrou est fixe par rapport au bâti ; la vis avance ou recule lorsqu'on la fait tourner.

II.6.1 Dimensionnement de vis

On cherche le pas idéal qui va supporter notre force à la base d'un actionneur de 80 N.m

$$\text{On a } F = \frac{2\pi \cdot C}{p}$$

F : la force axiale

C : le couple

P : le pas de vis

$$\text{Donc la relation devient : } p = \frac{2\pi \cdot C}{f}$$

$$C = 80 \text{ N.m}$$

$$F = 75384 \text{ N}$$

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot 80}{75384} \longrightarrow P = 6.66 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$$

II.6.2 Filetage métrique

Le filetage métrique, ou filetage millimétrique, ou filetage métrique ISO, ou filetage isométrique, ou encore parfois filetage triangulaire, est un filetage normalisé, correspondant à la norme ISO, souvent associé à la lettre M pour les vis et écrous, dont la coupe du filetage, symétrique, s'apparente à un triangle équilatéral — flanc de filet à 60 degrés. Ce type de filetage est le plus fréquent et le plus facile à fabriquer. Il représente un bon compromis entre caractéristiques mécaniques (usure, arrachement...) et facilité de réalisation. Les mesures de ces filetages ISO sont données en millimètres, par opposition aux mesures associées aux principales autres normes, utilisées dans le monde anglophone surtout, fournies en pouce (inch en anglais), comme dans la norme UTS américaine. Des variantes de ces pas ISO peuvent exister, définies éventuellement par la norme ISO, concernant le pas du filetage, la pointe du filetage (le sommet du triangle), l'aspect conique (diamètre variable) ou non de l'ensemble fileté, etc. (5)

II.6.3 Norme filetage métrique

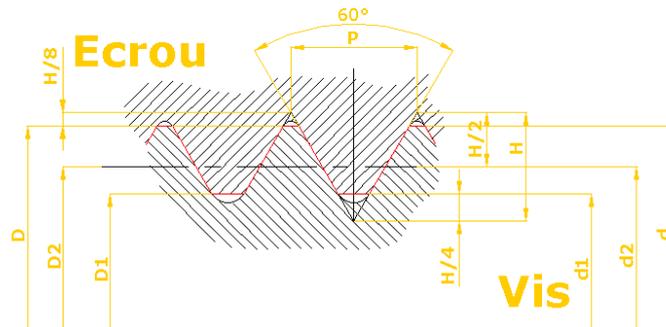


Figure II-5 Profil métrique



Figure II-6 Filetage M20

$d = D = \text{diamètre nominal}$	$P = \text{pas}$	$H = 0,866 \times P$
$d_1 = D_1 = d - 1,0825 \times P$	$d_2 = D_2 = d - 0,6495 \times P$	$d_3 = d - 1,2268 \times P$ d_3 : entre l'axe et le fond de l'arrondi de la vis

Les arrondis de fond de filet sont tels qu'ils ne génèrent aucune arête apparente (cercle de fond de filet tangent aux deux faces du filet)

Il en ressort que le rayon vaut :

- Pour la vis : $r = 0,1443 \times P$
- Pour l'écrou : $r = 0,0722 \times P$

Tableau II-4 Filetage métrique à pas standard

Diamètre nominal	Pas de vis en mm	Diamètre intérieur de l'écrou en mm	Diamètre de perçage avant taraudage
			Ø
M18	2,5	15,294	15,5
M20	2,5	17,294	17,5
M22	2,5	19,294	19,5
M24	3	20,752	21
M27	3	23,752	24
M30	3,5	26,211	26,5
M33	3,5	29,211	29,5
M36	4	31,67	32
M39	4	34,67	35
M42	4,5	37,129	37,5
M45	4,5	40,129	41,5
M48	5	42,588	43
M52	5	46,588	47
M56	5,5	50,047	50,5
M60	5,5	54,047	54,5
M64	6	57,505	58

Selon les Principaux filetages métriques le diamètre qui convient avec ce système est 64 mm avec un pas de 6 mm.

II.6.4 Matériau de la vis

Acier inoxydable AISI 304.

L'acier inoxydable, couramment appelé acier inox ou inox, est un acier (alliage à base de fer et de carbone, mais comportant dans ce cas moins de 1,2 % de carbone) avec plus de 10,5 % de chrome, dont la propriété est d'être peu sensible à la corrosion et de ne pas se dégrader en rouille.

II.6.4.1 Caractéristiques mécanique de l'acier AISI 304

Tableau II-5 Caractéristiques mécanique de l'acier AISI 304

Propriété	Valeur	Unité
Module élastique	190000	N/mm ²
Coefficient de poisson	0,29	
Module de cisaillement	75000	N/mm ²
densité	8000	KG/m ³
Résistance a la traction	517,017	N/mm ²
Limite d'élasticité	206,807	N/mm ²
Dilatation thermique	1,8e-05	/k
Conductivité thermique	16	w/(m.k)
Capacité thermique massique	500	J/(kg.k)

II.7 Résistance et déformation

II.7.1 Résistance du noyau : (Traction ou compression + Torsion)

La vis est sollicitée principalement en traction ou compression et torsion, avec éventuellement de la flexion. Dans le cas le plus simple, les efforts internes dans une section droite de la vis se composent de :

- Un effort normal N
- Un moment de torsion Mt
- La vis étant modélisée par une tige pleine, de diamètre équivalent : $d_{eq} = d_{noyau}$
- La contrainte normale équivalente maximale dans la vis est calculée à partir du critère de

Von Mises :

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq R_{pe}$$

$$\sigma = \frac{4N}{\pi d_{eq}^2} = \frac{4 \times 75384}{\pi \times 56,639^2}$$

$$\sigma = 29,93$$

$$\tau = \frac{16Mt}{\pi d_{eq}^3} = \frac{16 \times 80}{\pi \times 56,639^3}$$

$$\tau = 0,0022$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{29,93^2 + 3(0,0022)^2}$$

$$\sigma_{eq} = 29,33$$

$$R_{pe} = \frac{Re}{S} = \frac{206,807}{2,5}$$

$$R_{pe} = 88,7$$

$$\sigma_{eq} \leq R_{pe}$$

Avec :

σ_{eq} : contrainte normale équivalente

τ : contrainte de cisaillement

σ : contrainte normale

R_{pe} : résistance pratique en traction

II.7.2 Cisaillement des filets

$$\tau = \frac{F_a}{S_2} \leq \tau_{adm}$$

avec $S_2 = \pi \times d_3 \times \text{pas} \times n$

$$S_2 = \pi \times 56,639 \times 6 \times 1$$

$$S_2 = 1067,62$$

$$\text{Donc } \tau = \frac{75384}{1067,62} = 70,60$$

$$\tau \leq \tau_{adm}$$

Avec :

F_a : effort axiale

S_2 : section cisailée

d_3 : diamètre de noyau de vis

n : nombre de filets en prise

II.8 Accouplement

En génie mécanique, un accouplement est une transmission entre les extrémités de deux arbres en rotation pour transmettre un couple de l'un à l'autre. La fonction première des accouplements est de lier deux pièces mobiles d'une machine tournante tout en rattrapant, jusqu'à un certain point, un certain désalignement ou des jeux. Dans une acception plus générale, l'accouplement peut désigner un composant mécanique servant à connecter les extrémités de pièces adjacentes. En principe, les accouplements ne permettent pas le débrayage des arbres durant le mouvement ; toutefois, certains dispositifs sont dotés d'un limiteur de couple qui enclenche un patinage ou un débrayage complet lorsqu'un couple limite est atteint. Le choix d'un accouplement adapté peut permettre de réduire la durée de maintenance et donc le coût de fonctionnement.

II.8.1 Accouplement choisi



Figure II-7 Accouplement rigide

Accouplement rigide

NORELEM 23052-1250 (6)

Matière : Acier 1.0718.

Plage de température : -40 °C jusqu'à +175 °C.

Vitesse de rotation max : 4000 tr/min.

Couple nominal : 390 Nm

Vis de serrage : M6×18 (DIN 912-12.9)

Couple de serrage des vis : 16 nm

II.9 Les liaisons mécaniques

Un mécanisme, ou transmetteur, est l'association de plusieurs pièces liées entre elles par des contacts physiques qui les rendent totalement ou partiellement solidaires, selon qu'ils autorisent ou non des mouvements relatifs. La liaison mécanique est le modèle cinématique utilisé pour décrire cette relation dont la considération est primordiale dans l'étude des mécanismes. Elle emploie des représentations mathématiques qui diffèrent suivant qu'on l'aborde sous l'aspect cinématique (étude des mouvements indépendamment de leur causes) ou sous l'aspect des actions mécaniques.

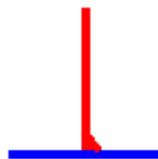
II.9.1 Analyse des liaisons

Ci-dessus tous les liaisons présentes dans ce mécanisme

1. Liaison encastrement :

La liaisons encastrement ou liaison fixe, ne permet aucune mobilité. On peut l'obtenir en utilisant plusieurs liaisons élémentaires. Par exemple, un appui-plan, un linéaire rectiligne et une ponctuelle.

Schémas normalisés 3D :



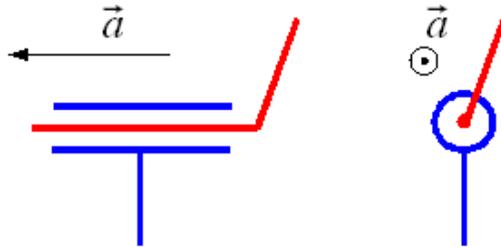
Torseur cinématique :

$$\{V_{s2/s1}\}_0 = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{0,R}$$

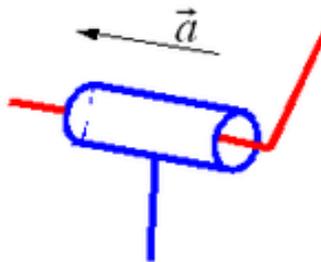
2. Liaison pivot glissant :

C'est la liaison obtenue par contact de deux cylindres coaxiaux. Son repérage dans l'espace est défini par l'axe commun aux deux cylindres et par le point O de cet axe.

Schémas normalisés 2D :



Schémas normalisés 3D :



Torseur cinématique:

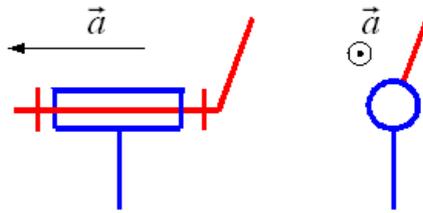
$$\{V_{s2/s1}\}_0 = \begin{pmatrix} \omega_x & V_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{0,R}$$

3. Liaison pivot :

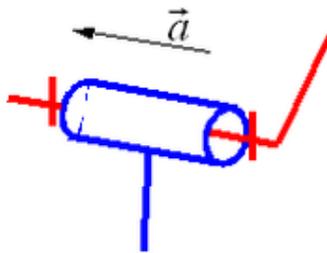
La liaison pivot modélise un contact de révolution.

La liaison pivot est la plus rencontrée dans les systèmes mécaniques. Elle guide en rotation une pièce en ne permettant qu'une rotation autour de l'axe de la liaison.

Schémas normalisés 2D :



Schémas normalisés 3D :



Torseur cinématique :

$$\{V_{s2/s1}\}_0 = \begin{Bmatrix} \omega_x & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{0,R}$$

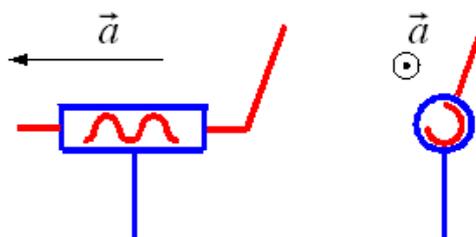
4. Liaison hélicoïdale :

La liaison hélicoïdale modélise un contact d'hélice.

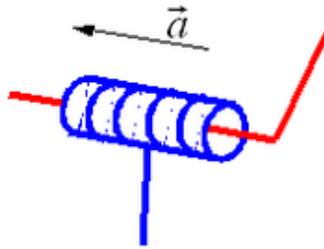
Le coulisement d'un arbre cannelé se modélise par une liaison glissière. Si on enroule les cannelures autour de l'arbre, on se trouve en présence d'une vis dans son écrou. On parle alors de liaison hélicoïdale.

Ce qui caractérise cette liaison, c'est l'existence d'un mouvement combiné : la rotation est simultanée à la translation dans un rapport qu'on appelle le pas de vis, d'hélice ou de filet. De ce fait, il s'agit d'un seul et même degré de liberté.

Schémas normalisés 2D :



Schémas normalisés 3D :



Torseur cinématique :

$$\{V_{s2/s1}\}_0 = \begin{pmatrix} \omega_x & V_x = \frac{p}{2 \cdot \pi} \omega_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{0,R}$$

II.9.1.1 Représentation cinématique de mécanisme :

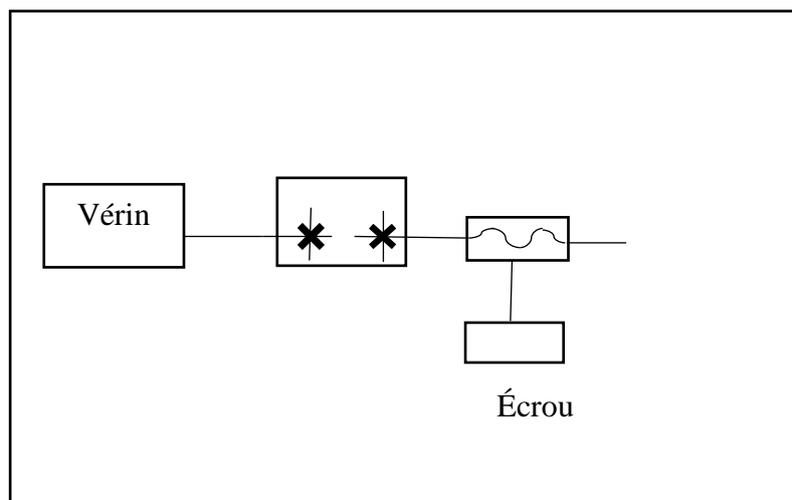


Figure II-8 Schéma cinématique de mécanisme

II.10 Le poids du mécanisme :

D'après le logiciel de conception SOLIDWORKS et la fiche technique de vérin rotatif tenant compte la densité des matériaux utilisés et les dimensions de système le poids total est d'environ 20 KG.

II.11 La conception :

La conception assistée par ordinateur ou CAO (en anglais, computer aided design ou CAD) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement – à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique – et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer.

On confond souvent CAO et DAO (dessin assisté par ordinateur) : la CAO n'a pas pour fonction première l'édition du dessin. Il s'agit d'un outil informatique souvent lié à un métier, fonctionnant en langage dit objet, et permettant l'organisation virtuelle de fonctions techniques. Cela permet ensuite la simulation de comportement de l'objet conçu, l'édition éventuelle d'un plan ou d'un schéma étant automatique et accessoire. En DAO, un trait est un trait et le logiciel ne permet pas l'interprétation technique de l'ensemble.

II.11.1 Présentation de logiciel de conception SOLIDWORKS :

Créé en 1993 par l'éditeur américain éponyme, SOLIDWORKS est racheté le 24 juin 1997 par la société Dassault Systèmes.

SOLIDWORKS est un logiciel propriétaire de conception assistée par ordinateur 3D fonctionnant sous Windows.

SOLIDWORKS est un modéleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés.

Un dossier complet contenant l'ensemble des relatifs à un même système constitue une maquette numérique. De nombreux logiciels viennent compléter l'éditeur SOLIDWORKS. Des utilitaires orientés métiers (tôlerie, bois, BTP...), mais aussi des applications de simulation mécanique ou d'image de synthèse travaillent à partir des éléments de la maquette virtuelle.

II.11.2 Les pièces de mécanisme :

1. La pièce de fixation de mécanisme :

C'est une pièce de forme U montée sur le montant de bus pour fixer le mécanisme.

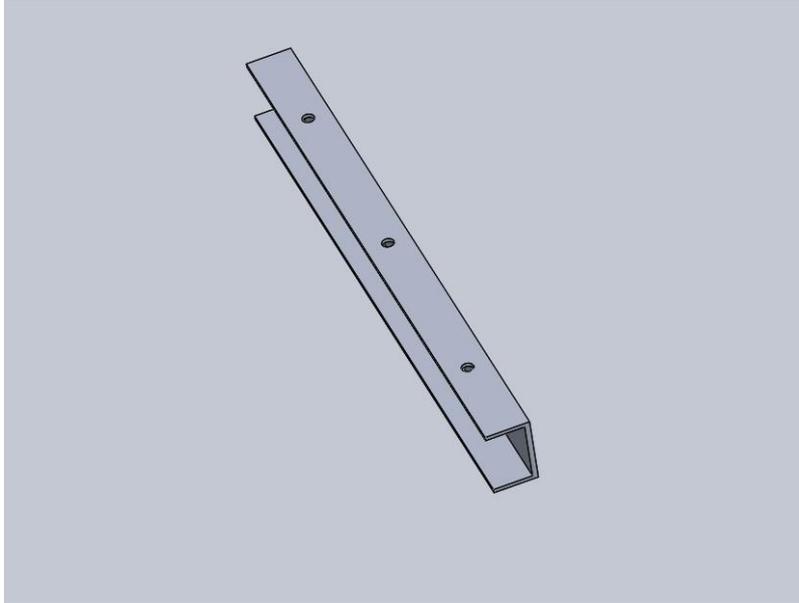


Figure II-9 Pièce de fixation de mécanisme

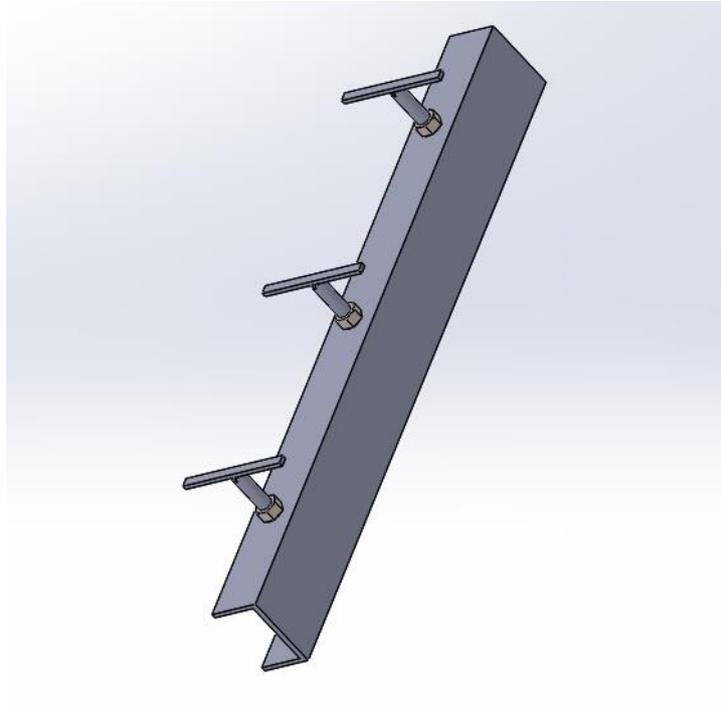


Figure II-10 Pièce de fixation de mécanisme

2. L'écrou de la vis de pression :

Cet écrou est soudé sur la pièce de fixation pour assurer la liaison avec la vis de pression.

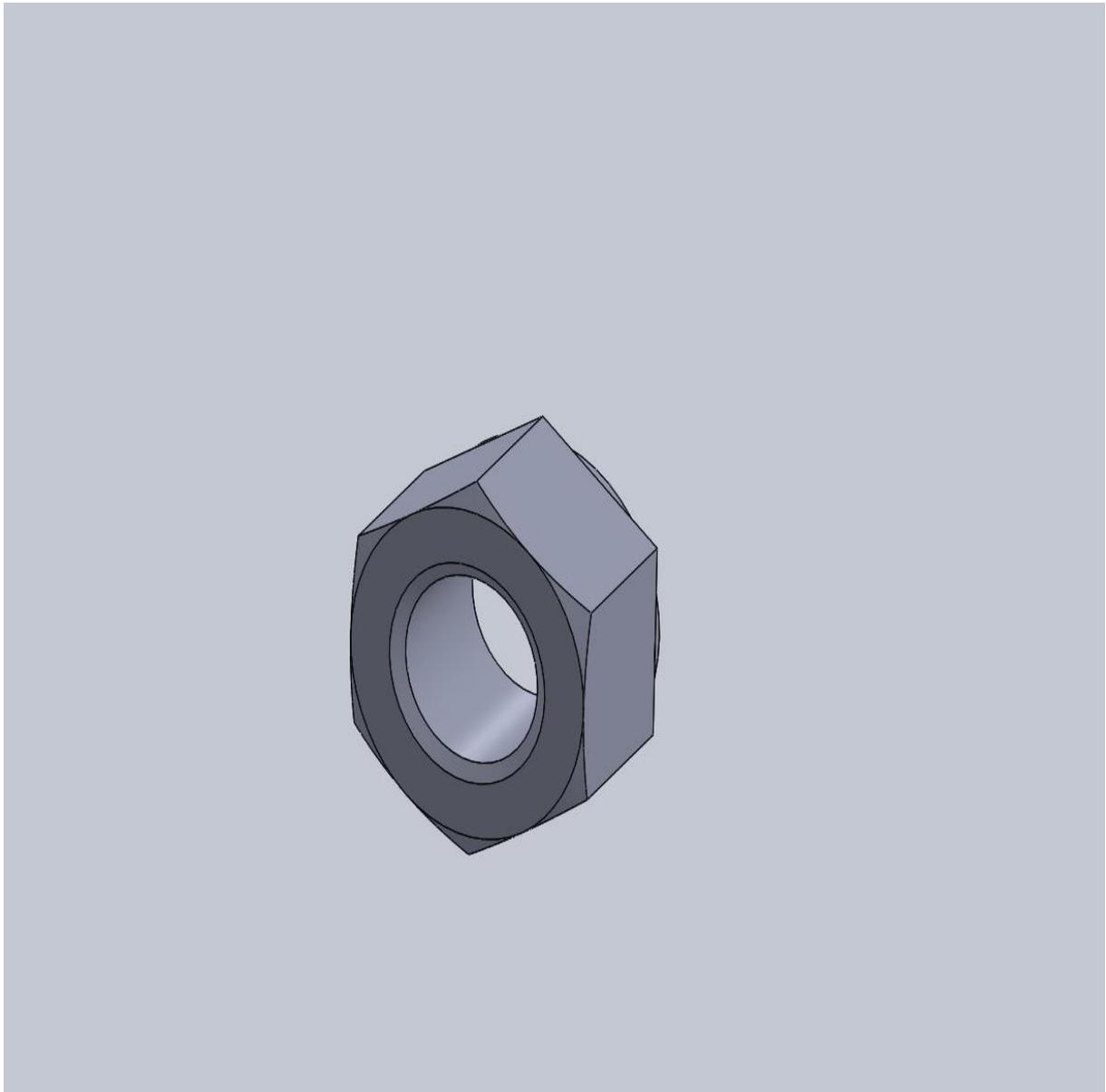


Figure II-11 L'écrou de la vis de pression

3. Vis de pression :

La vis de pression est pour objectif de fixer le mécanisme sur le montant.

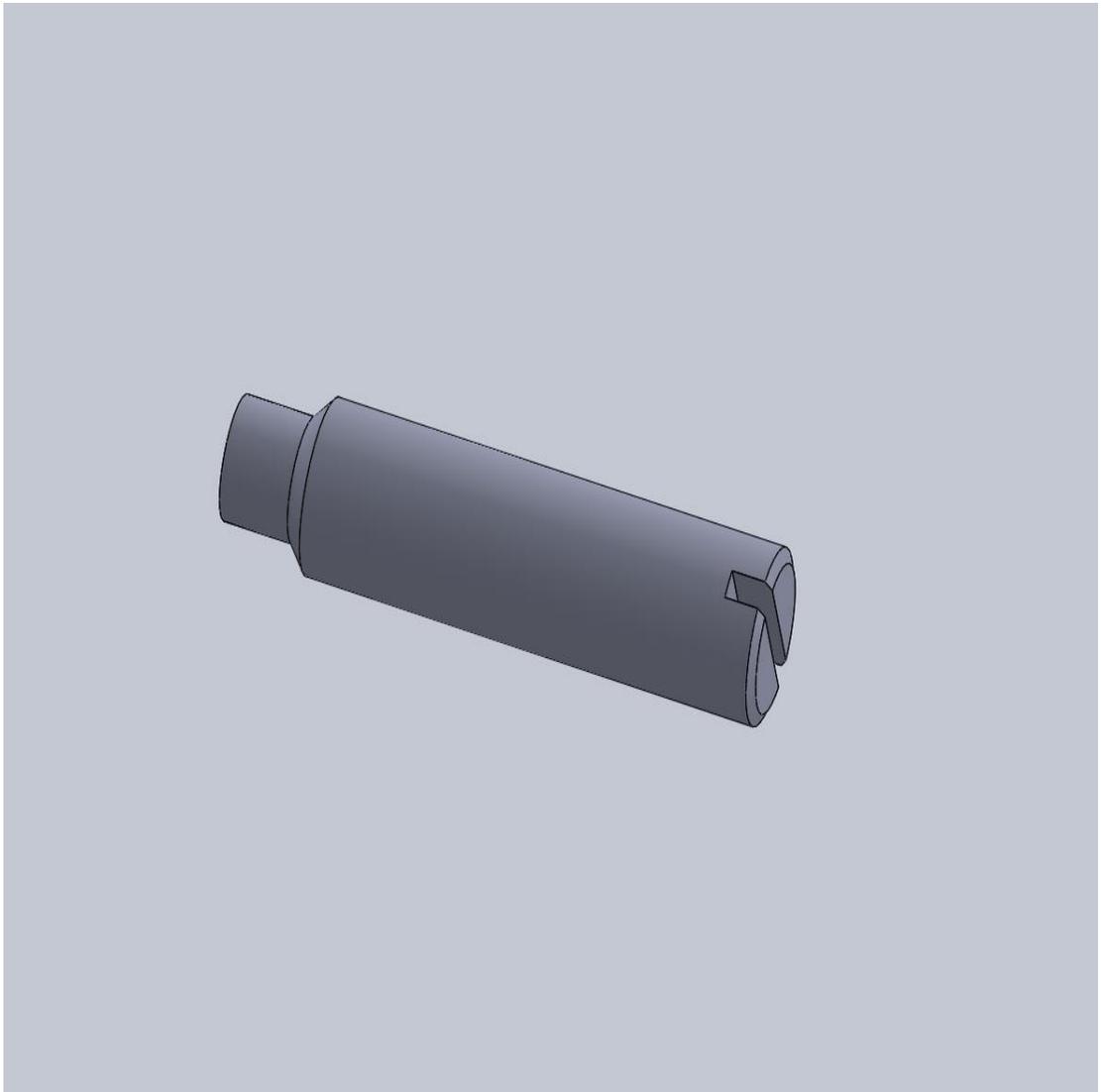


Figure II-12 Vis de pression

4. Le montant :

C'est un tube carré là où le système sera fixé.

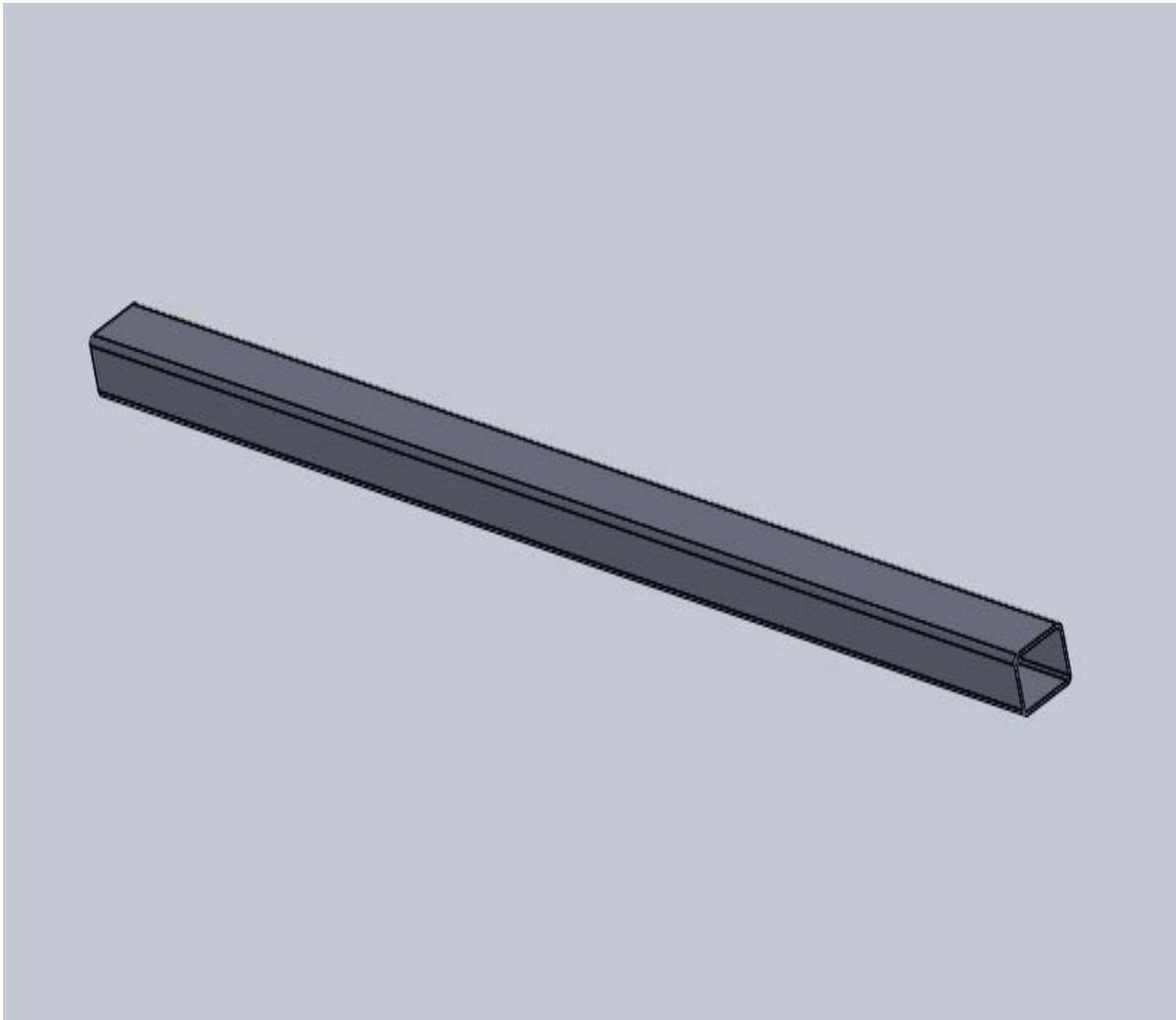


Figure II-13 Le montant

5. Levier :

Petite plaque soudée sur la tête de la vis pour faciliter le serrage.

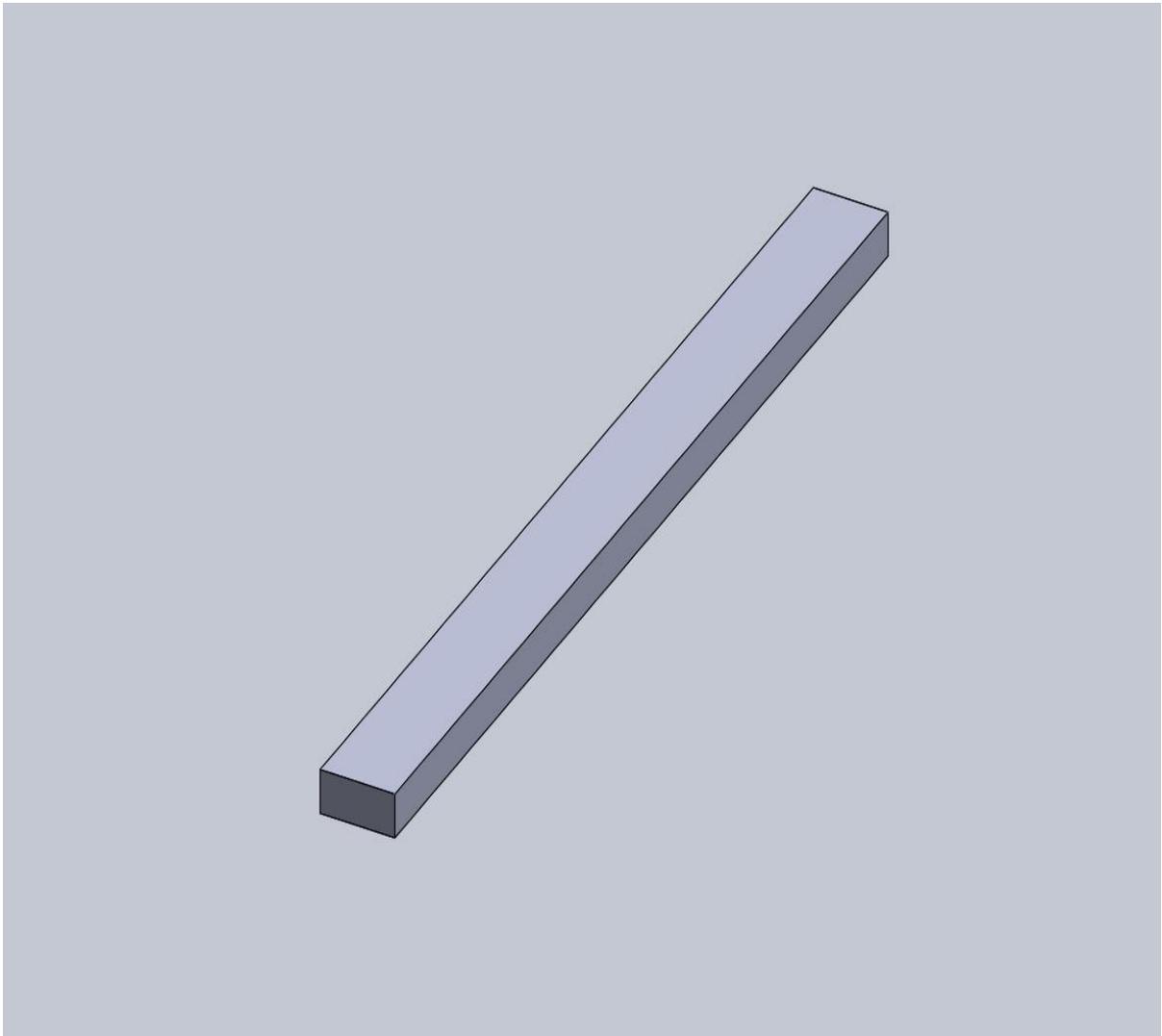


Figure II-14 Levier

6. Colonne de guidage :

C'est des tubes ronds pour guider la plaque en translation.

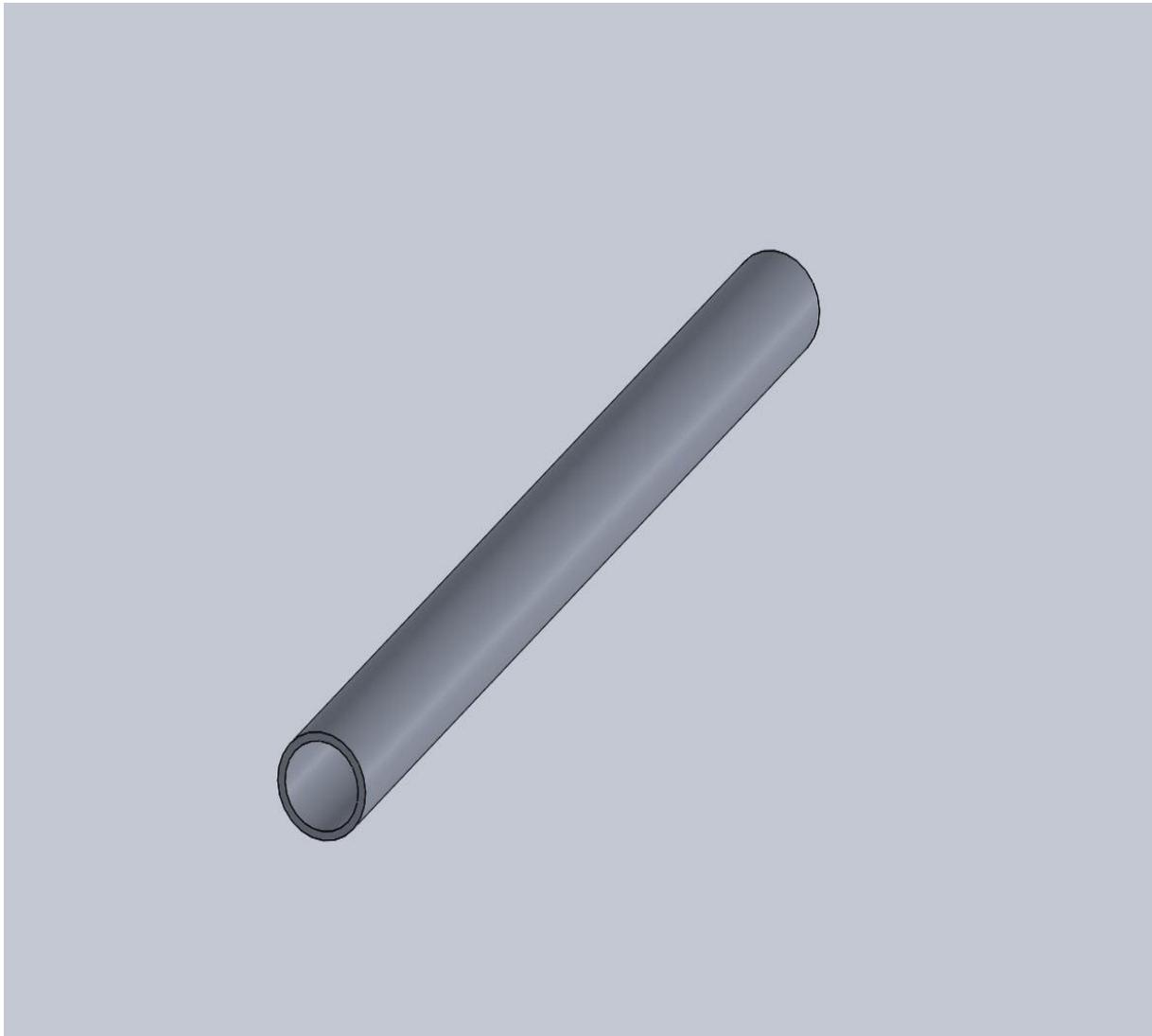


Figure II-15 Colonne de guidage

7. Tube rond :

Ce sont des tubes ronds coaxiaux aux colonnes de guidage.

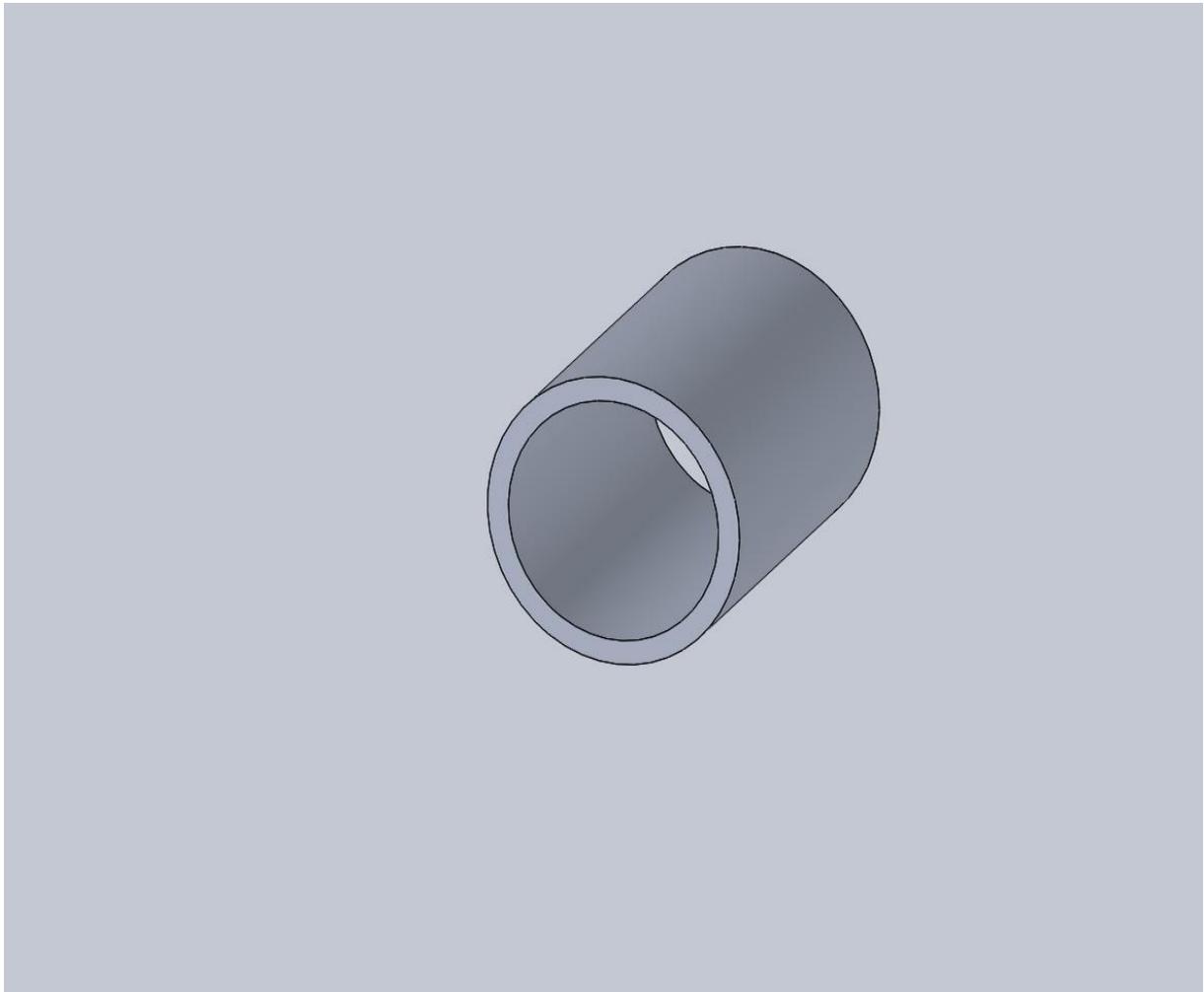


Figure II-16 Tube rond

8. Butée :

Ce sont des plaques carrées a l'autre extrémité de mécanisme.

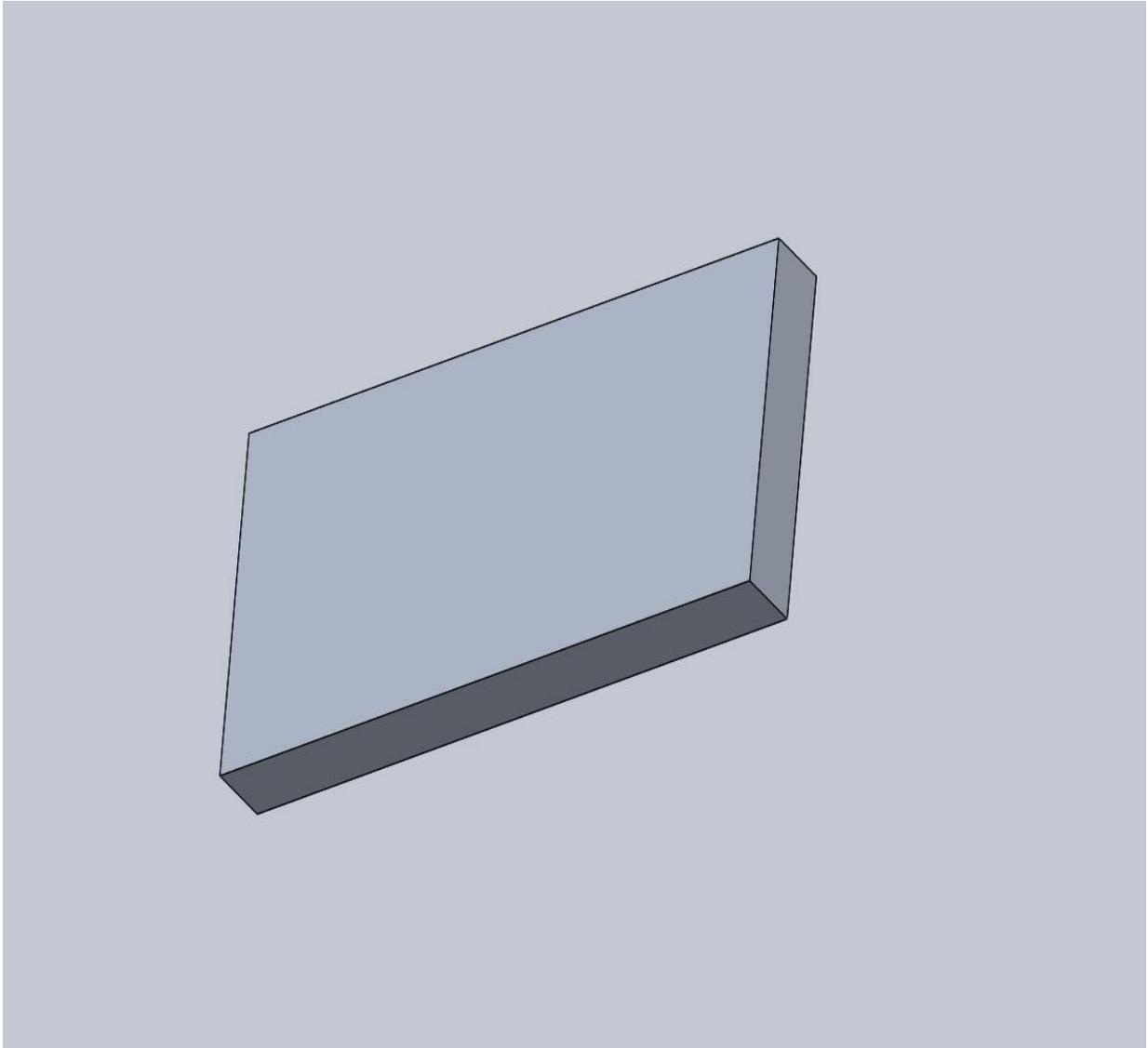


Figure II-17 Butée

9. Plaque d'étirage :

C'est une plaque avec des trous pour fixer la tôle au mécanisme.

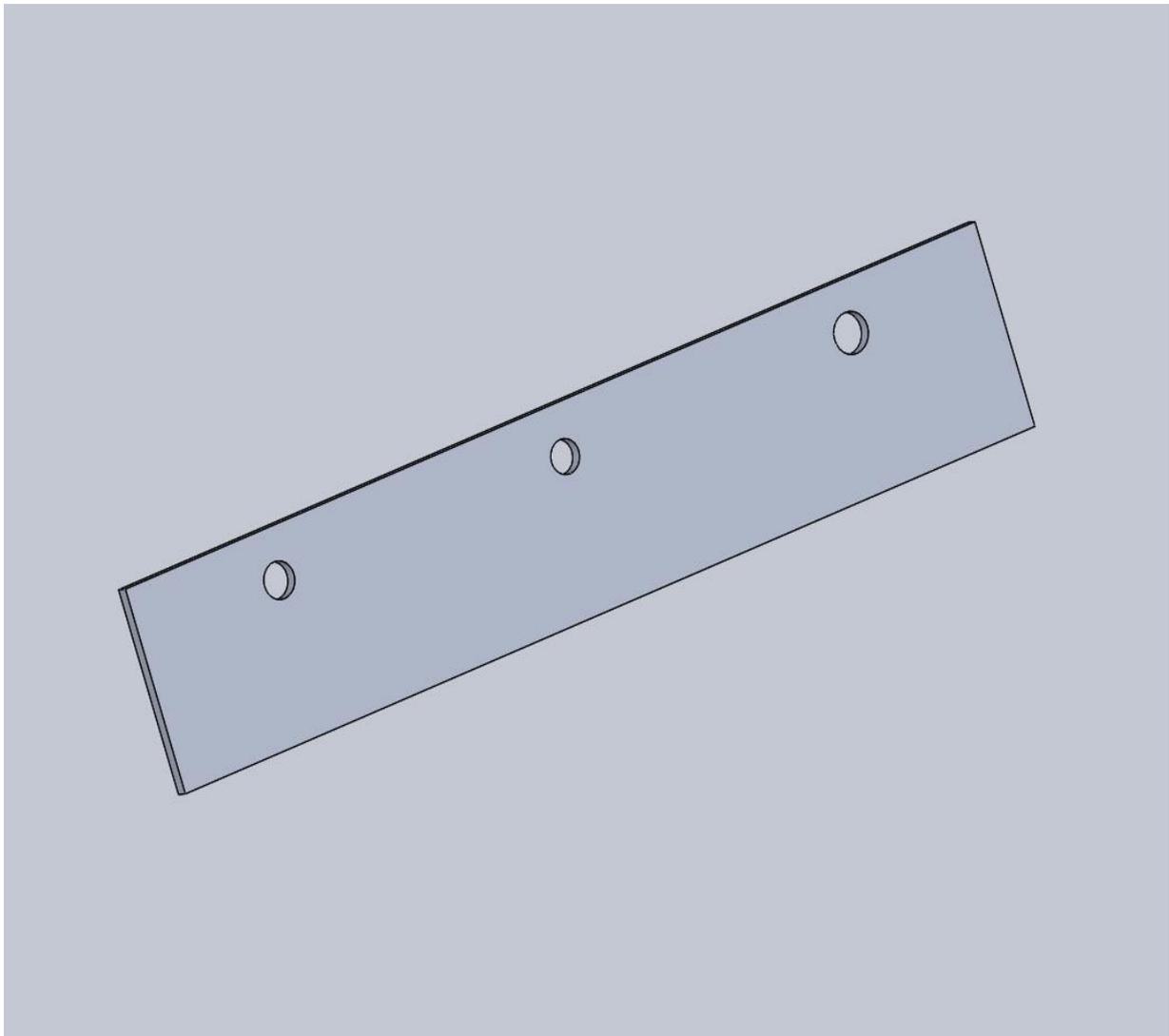


Figure II-18 Plaque d'étirage

10. Vérin rotatif :

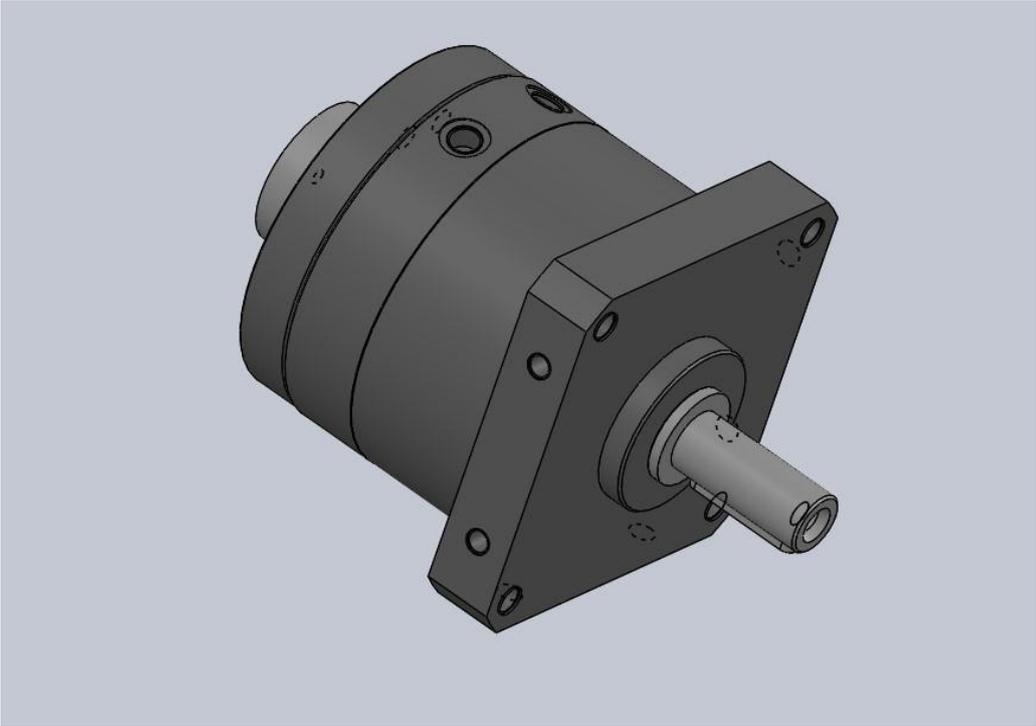


Figure II-19 Vérin rotatif

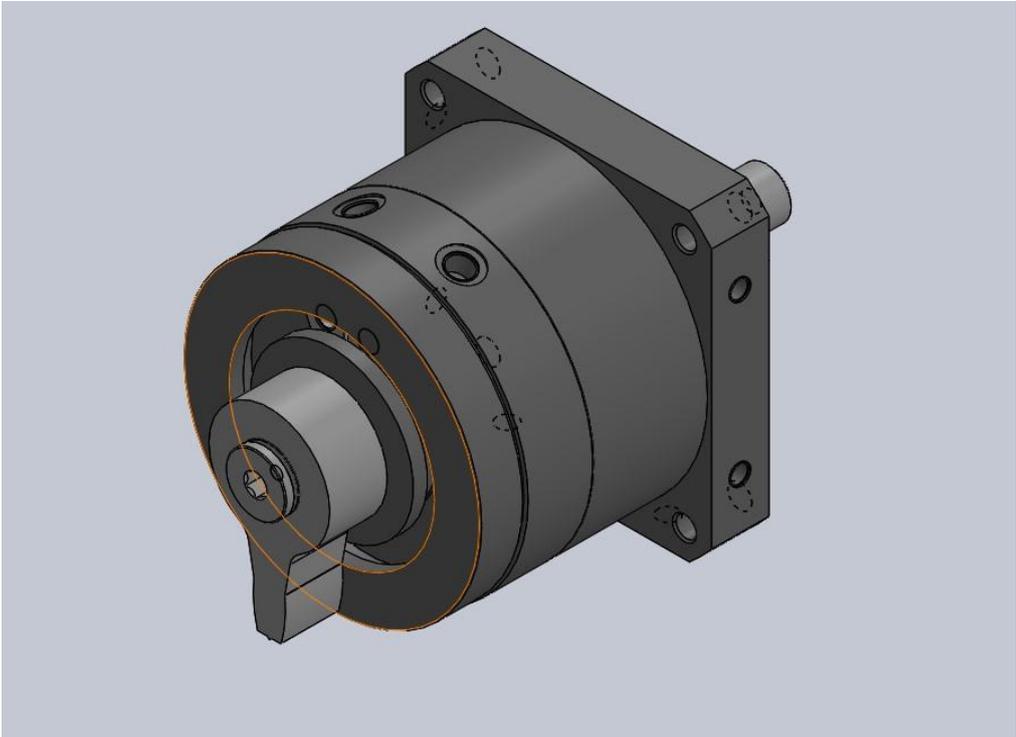


Figure II-20 Vérin rotatif

Il se compose de deux parties :

1. Rotor : c'est la partie tournante de vérin

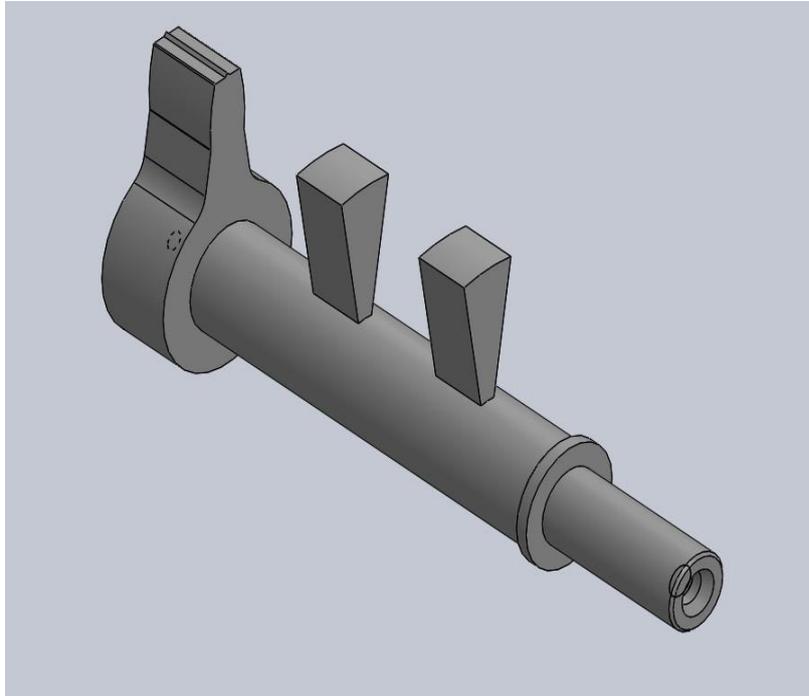


Figure II-21 Rotor vérin rotatif

2. Stator : c'est la partie fixe de vérin

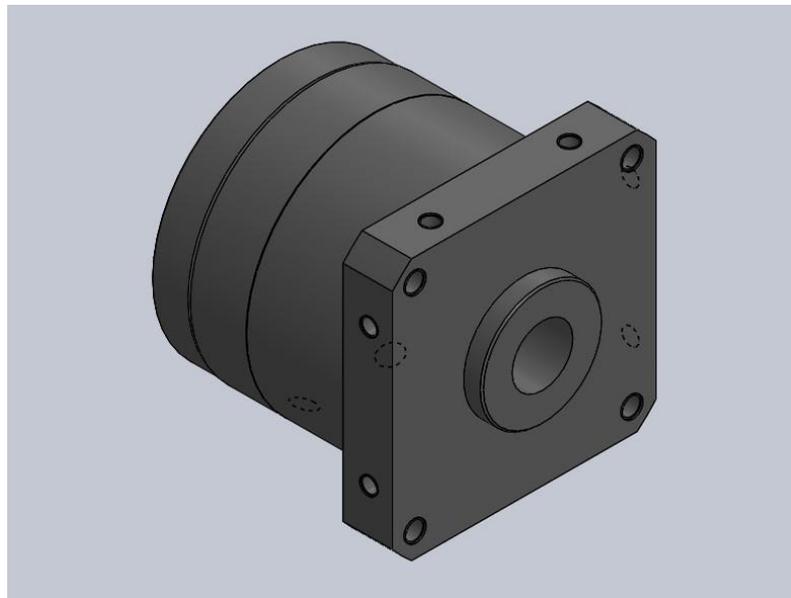


Figure II-22 stator vérin rotatif

11. L'accouplement :

C'est la liaison entre les deux arbres du vérin et de la vis.

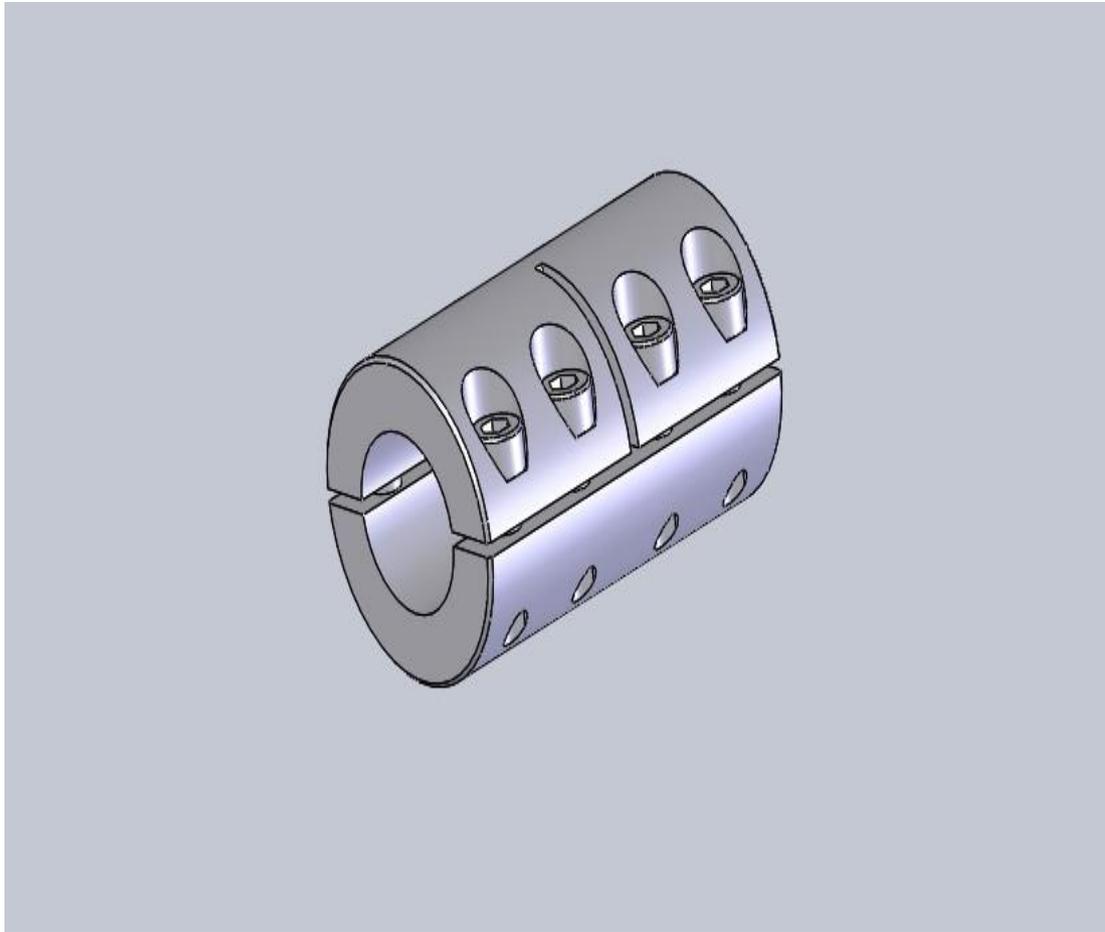


Figure II-23 Accouplement

12. La vis :

La vis tourne sur son axe.

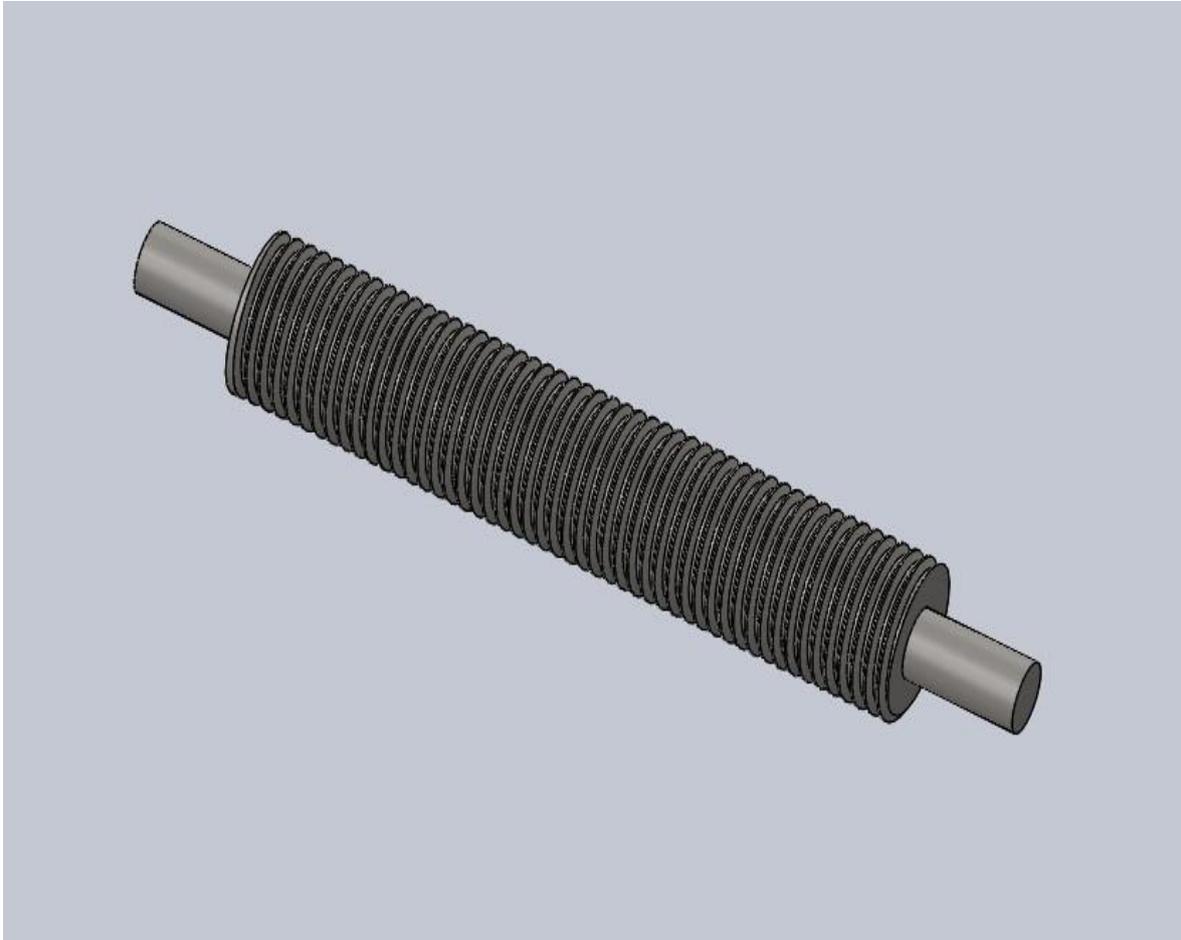


Figure II-24 La vis

13. L'écrou :

Quand la vis tourne l'écrou se translate et déplace la plaque qui va étirée la tôle.

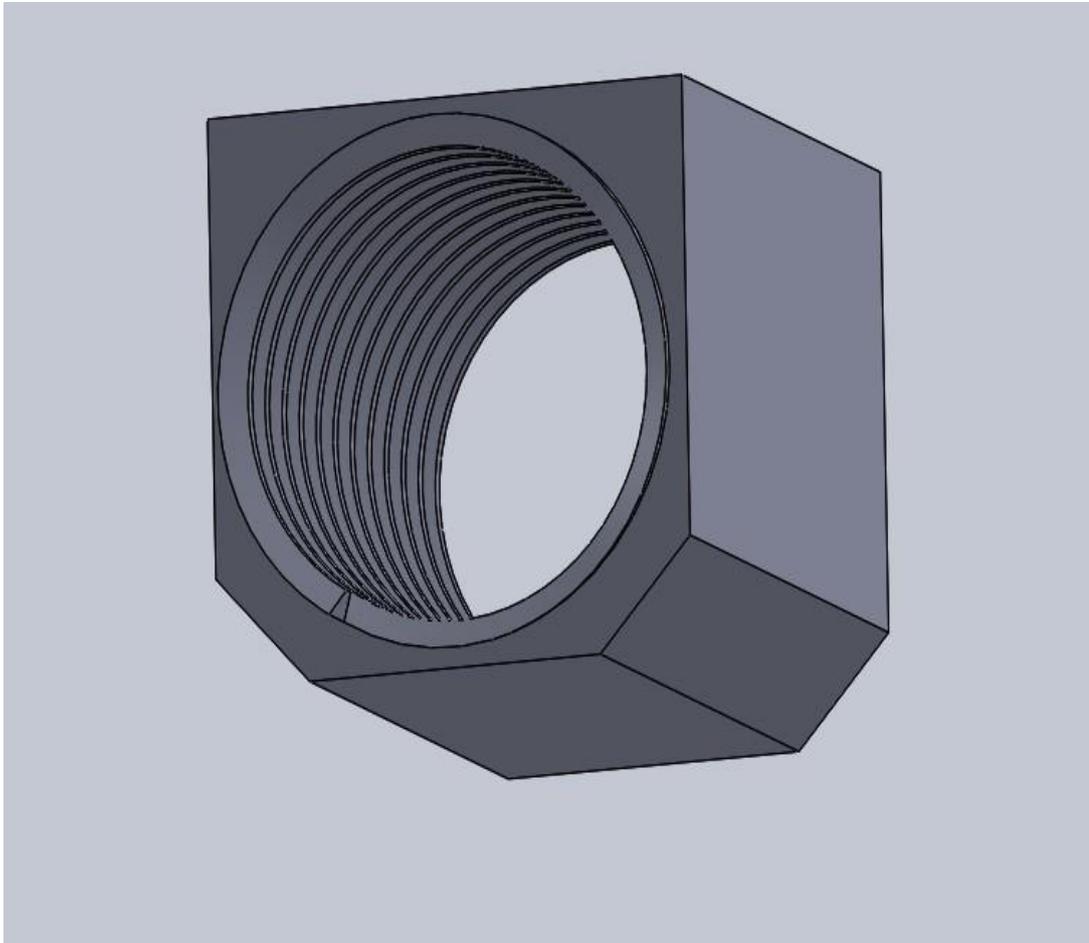


Figure II-25 L'écrou

14. Les plaques de fixation de vérin :

C'est des plaques pour fixer le vérin sur le mécanisme.

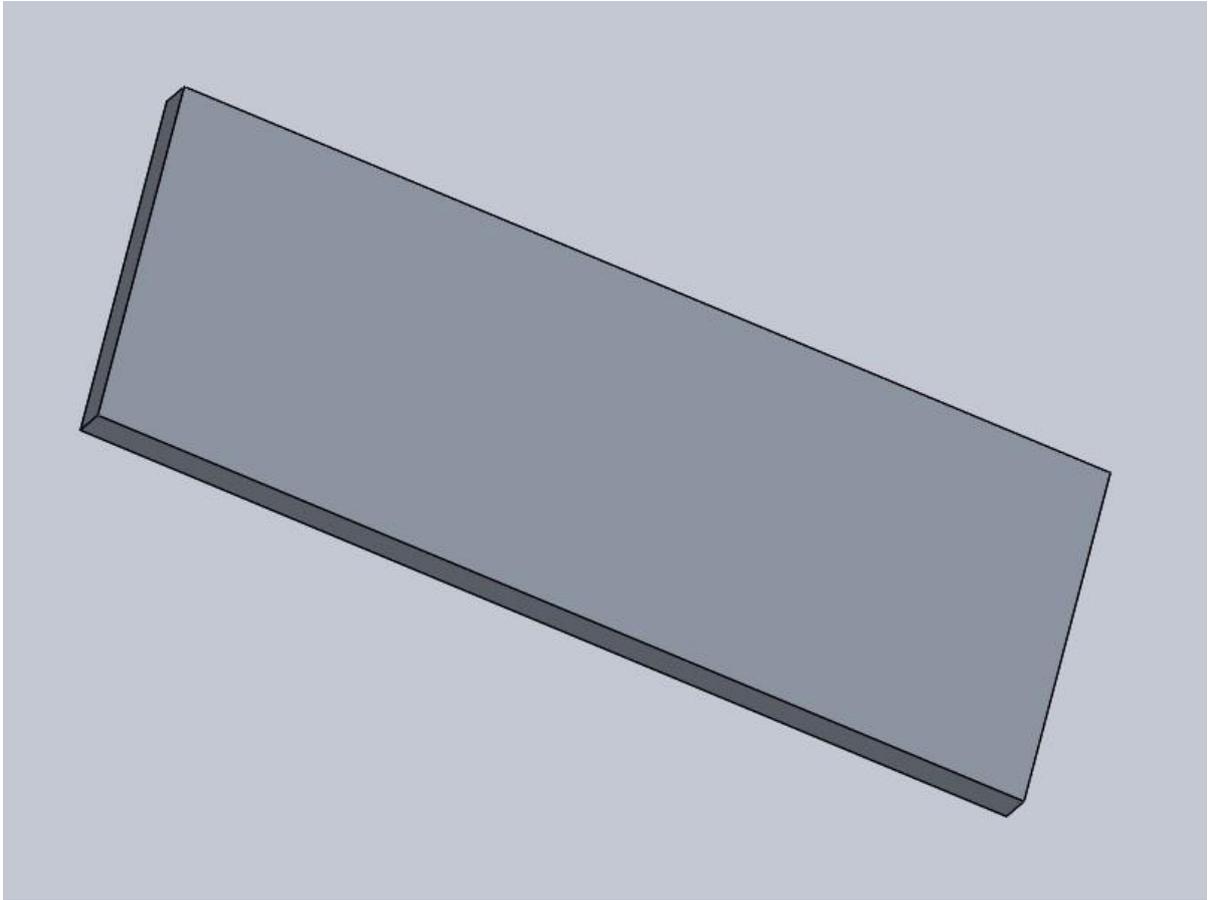


Figure II-26 Les plaques de fixation de vérin

15. Plaque 2 :

C'est une plaque avec un trou qui permet la vis à tourner.

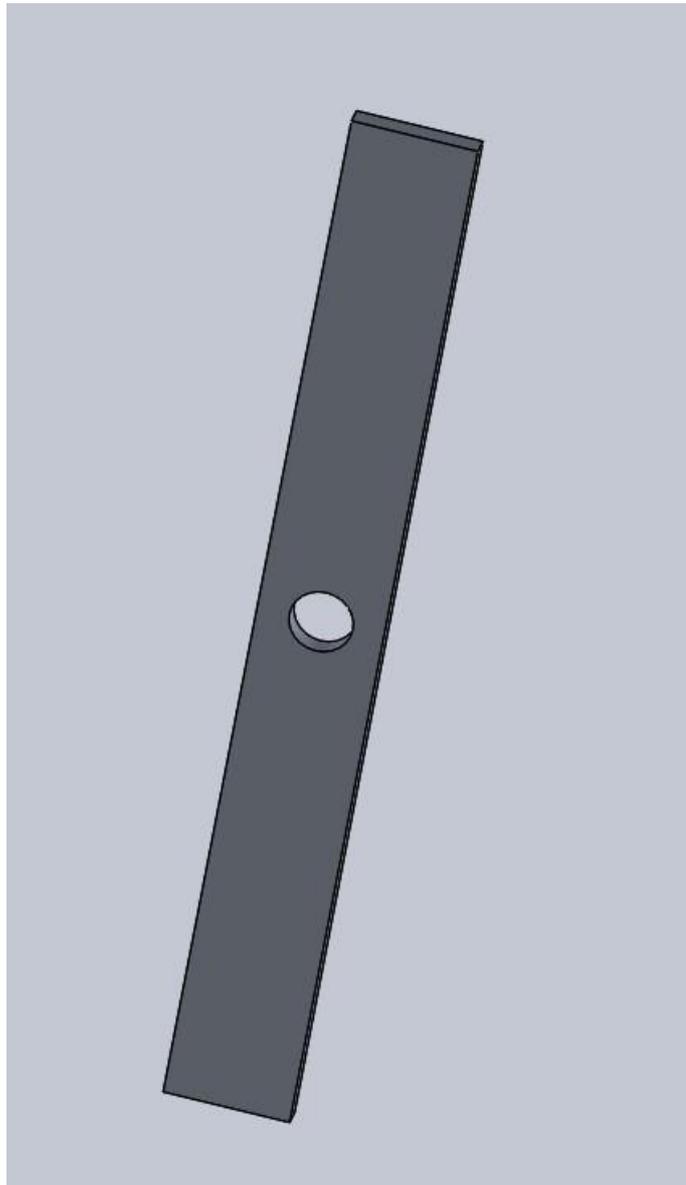


Figure II-27 Plaque 2

16. Le mécanisme d'étirage :

Le dessin d'ensemble du mécanisme d'étirage.

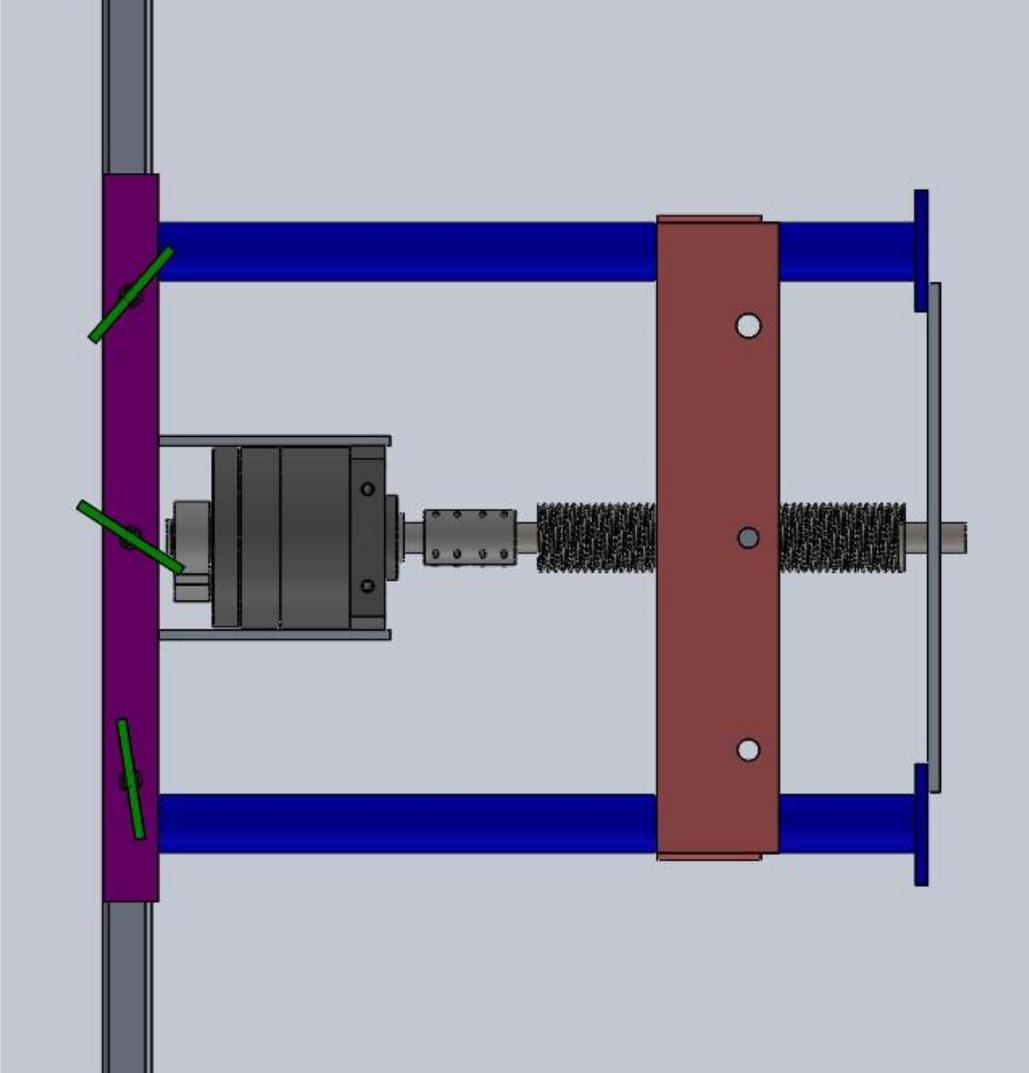


Figure II-28 Le mécanisme d'étirage

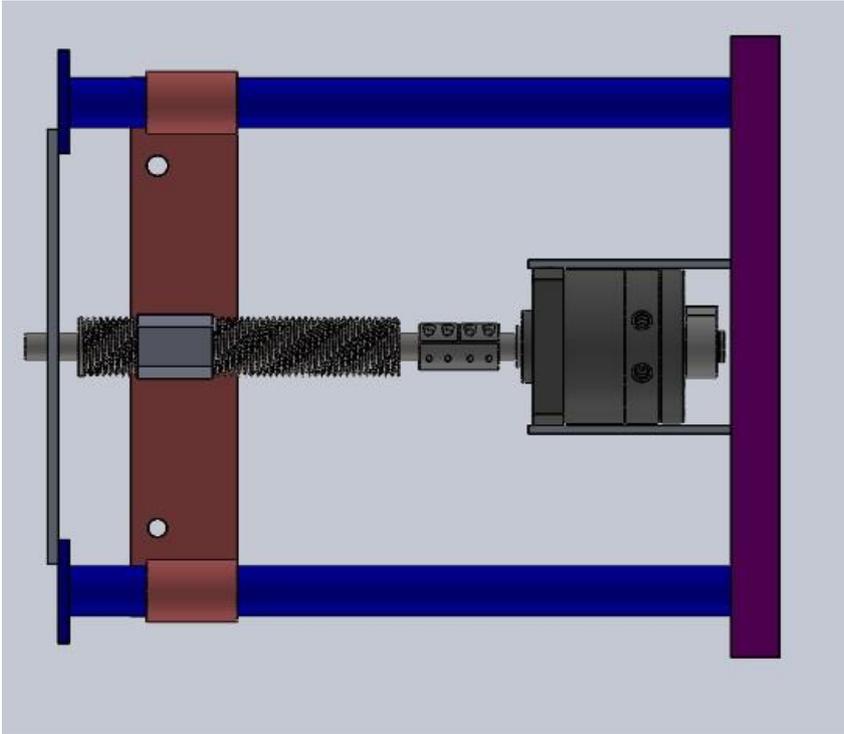


Figure II-29 Le mécanisme d'étirage

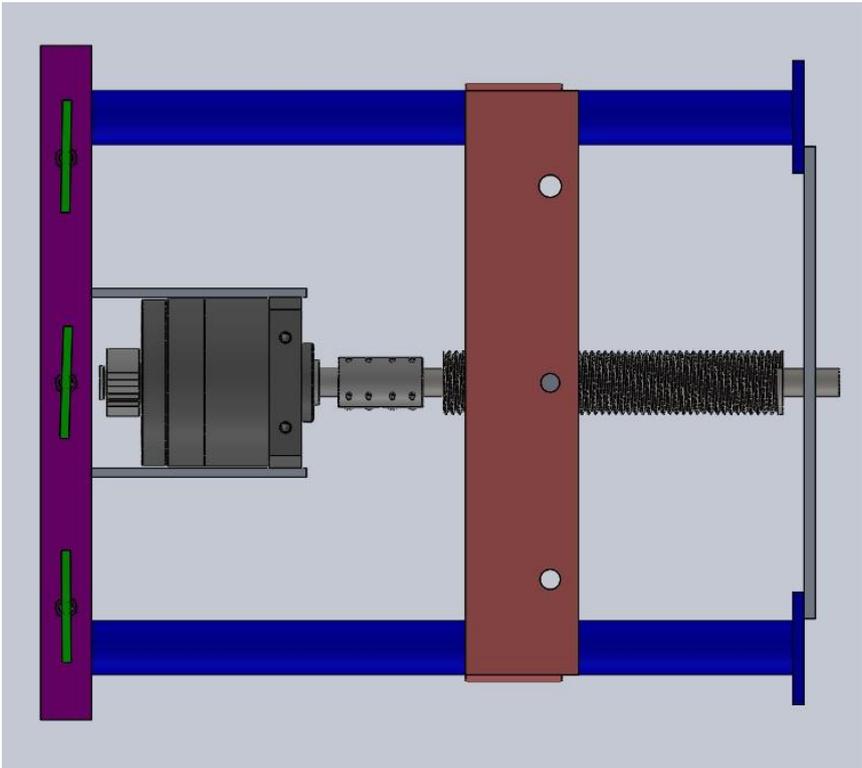


Figure II-30 Le mécanisme d'étirage

Conclusion :

Passons par plusieurs étapes telle que les calculs et la conception nous avons démontré que le nouveau système proposé est capable d'étirer la tôle bien comme il faut et de régler beaucoup de problèmes comme le poids, le mode de fixation est beaucoup plus simple et utile, le système est semi-automatique dont l'employeur n'est pas obligé de faire un grand effort physique, le système est beaucoup plus fiable et utile.

III Chapitre III :

simulation

numérique

Introduction

L'étude, la conception et la simulation d'un système d'étirage des tôles constitue la plus importante étape dans le processus de fabrication de ce dernier, cette étude fait appel à des connaissances qui s'étalent sur une diversité de problème : mécanique, physique, thermique, etc., afin d'assurer la stabilité et la sécurité du système lors de son utilisation

Dans ce chapitre nous allons présenter premièrement un aperçu sur la simulation numérique. A cet effet, nous exposerons la définition de la simulation, Ensuite, nous mettrons en évidence le processus d'analyse statique d'un modèle réel où nous expliciterons les étapes de la simulation. L'analyse et la dissertation de résultats obtenus feront l'objet de dernière section de ce chapitre où nous détaillerons les résultats abordés de la simulation de vis du mécanisme et la tôle de bus.

III.1 La simulation numérique

La simulation numérique, est une série de calculs effectués sur un ordinateur et reproduisant un phénomène physique. Elle aboutit à la description du résultat de ce phénomène, comme s'il s'était réellement déroulé. Cette représentation peut être une série de données, une image ou même un film vidéo.

Une simulation numérique peut représenter des phénomènes physiques complexes dont la description repose sur un modèle mathématique comportant des équations aux dérivées partielles. L'ordinateur résout alors ces équations numériquement en utilisant la méthode des éléments finis. C'est le cas, par exemple, pour la modélisation, appuyée sur la mécanique des fluides, de l'écoulement de l'air ou de l'eau autour d'un avion ou d'un navire.

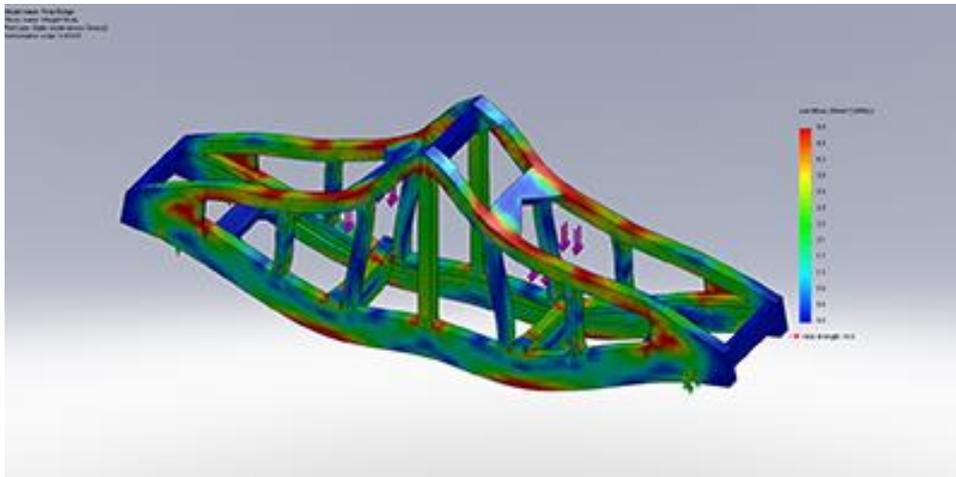


Figure III-1 Exemple d'une simulation numérique

III.1.1 SolidWorks simulation

SOLIDWORKS Simulation est un portefeuille d'outils d'analyse structurelle faciles à utiliser qui font appel à l'analyse par éléments finis (FEA) pour prédire le comportement physique réel d'un produit en testant virtuellement des modèles de CAO. Le portefeuille propose des fonctionnalités d'analyse dynamique et statique non linéaire et linéaire. (7)

III.1.2 Processus de simulation

Le processus d'analyse des modèles comprend toujours les mêmes étapes de base, quel que soit le type d'analyse ou le modèle.

Les étapes de l'analyse d'un modèle sont :

- 1. Création de l'étude :** Chaque analyse d'un modèle correspond à une étude. Nous pouvons avoir plusieurs études pour un même modèle.
- 2. Application du matériau :** Application au modèle un matériau contenant les informations physique, mécanique, chimique et thermique, etc.
- 3. Application des conditions aux limites (déplacements, forces et charges imposés) :** Les conditions aux limites sont ajoutées afin de représenter le mode de conservation du modèle physique.
- 4. Maillage de modèle :** Le modèle est fractionné en élément fini. Le maillage de modèle dépend du type de géométrie maillée, du type d'analyse à effectuer. SolidWorks Simulation propose des éléments volumiques tétraédriques pour mailler la géométrie des solides et les éléments coques, triangulaires pour mailler celle des surfaces.
- 5. Exécution de l'étude :** Le solveur calcule, les contraintes, les déplacements, les déformations et le coefficient de sécurité dans le modèle.

III.2 Simulation des pièces

III.2.1 La vis

Le modèle étudié dans cette sous-section est l'arbre de la vis de système d'étrépage que nous avons proposé. Le but de cette étude est de vérifier la déformation de ce dernier dans les conditions d'étrépages.

III.2.1.1 Choix des matériaux

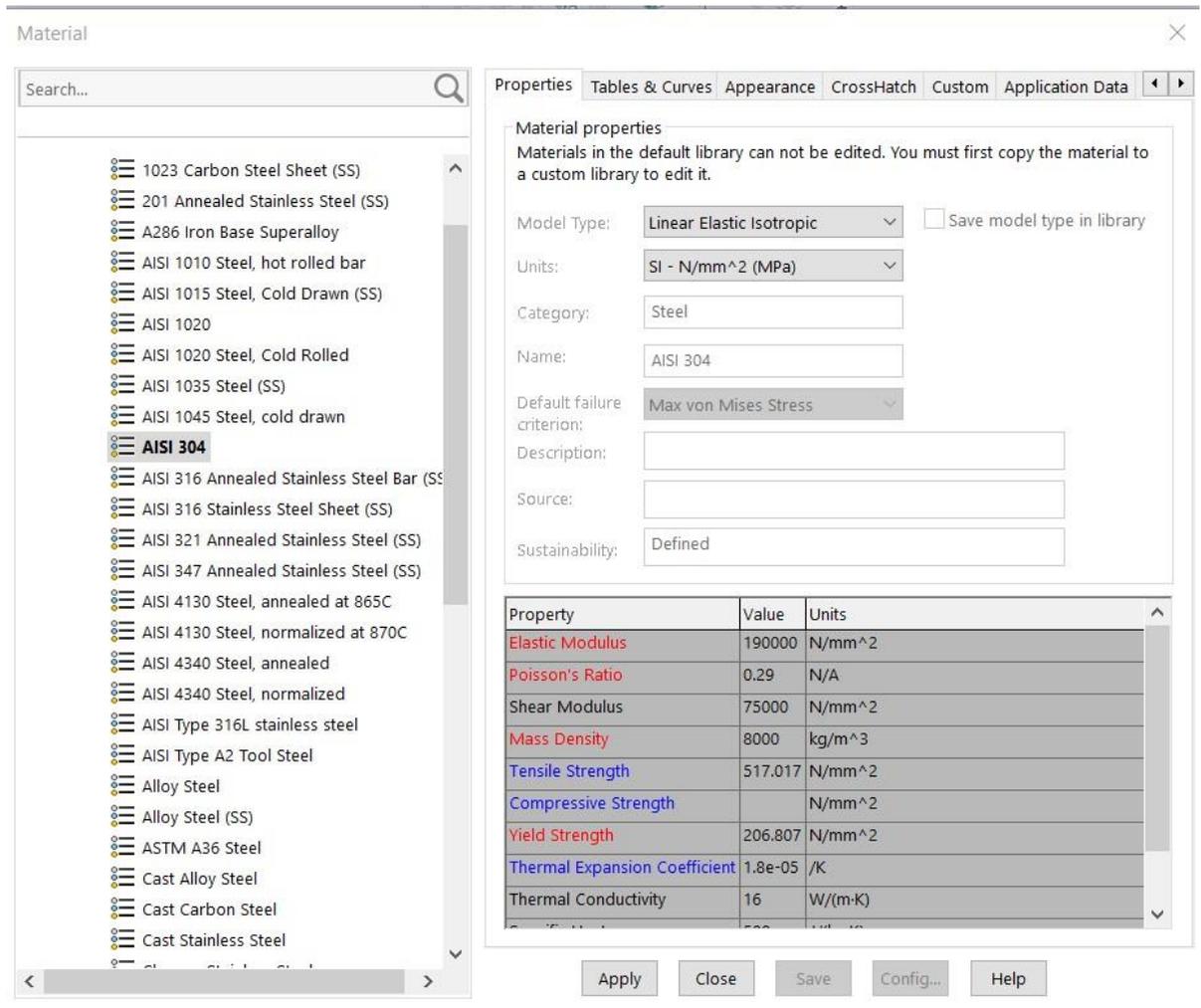


Figure III-2 Choix des matériaux de la vis

III.2.1.2 Application des conditions aux limites (déplacements, forces et charges imposés)

Les charges et les conditions aux limites appliquées sur l'arbre de la vis sont données comme suit :

1. Deux conditions aux limites de type pivot fixe sur les deux extrémités de l'arbre du vis
2. Force de 75384 N situé au face de l'arbre du vis

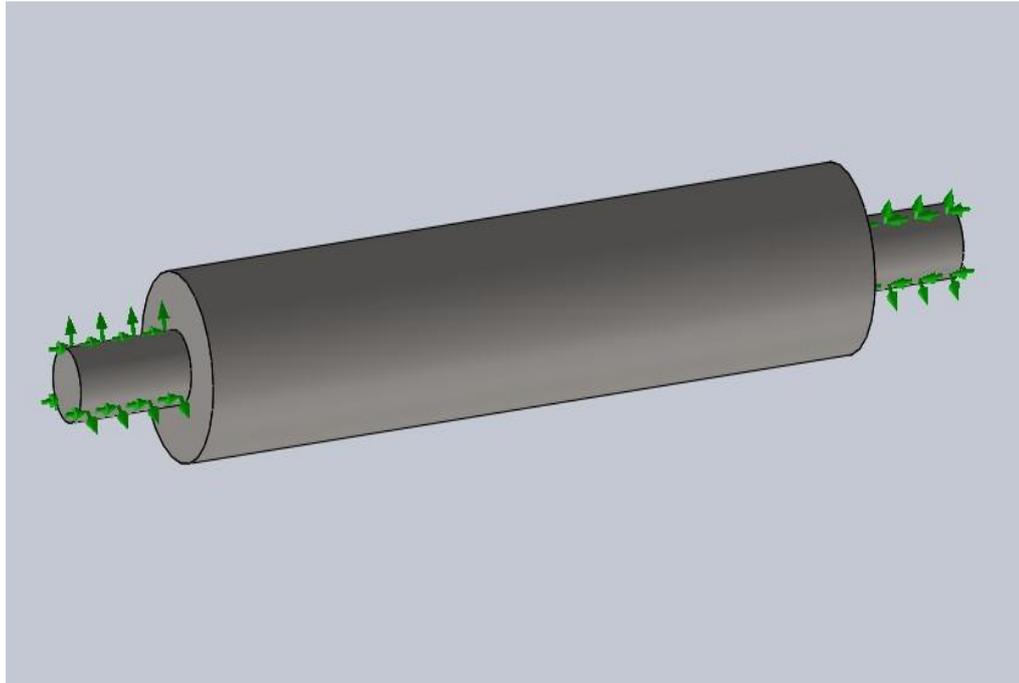


Figure III-3 Liaisons mécanique de l'arbre du vis

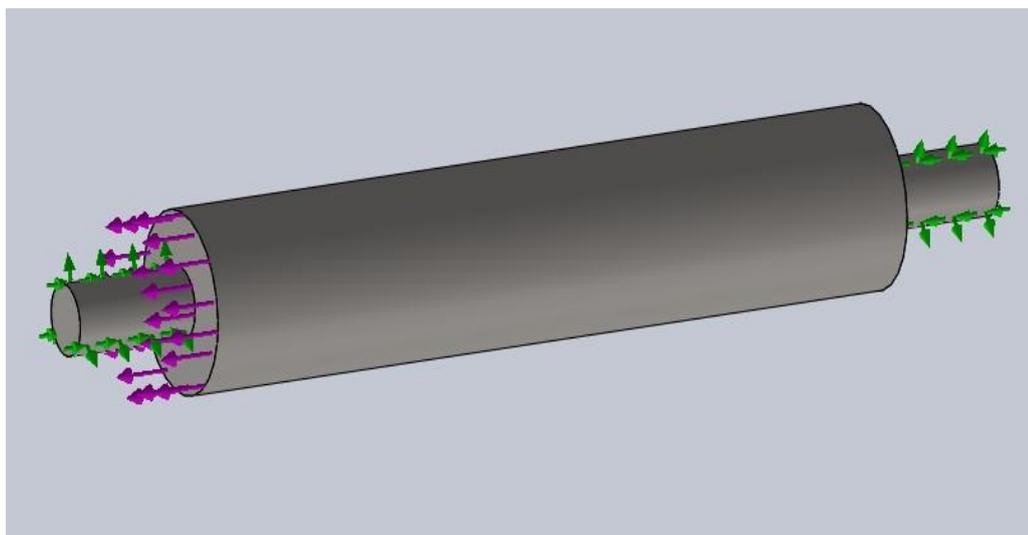


Figure III-4 Forces exercées sur l'arbre du vis

III.2.1.3 Maillage de modèle

Après l'introduction des conditions aux limites et les forces et les réactions appliquées sur l'arbre de la vis, l'étape suivante dans la simulation est de mailler le modèle. La **Figure III-5** présente cet arbre sous une densité moyenne pour le maillage par l'élément tétraédrique.

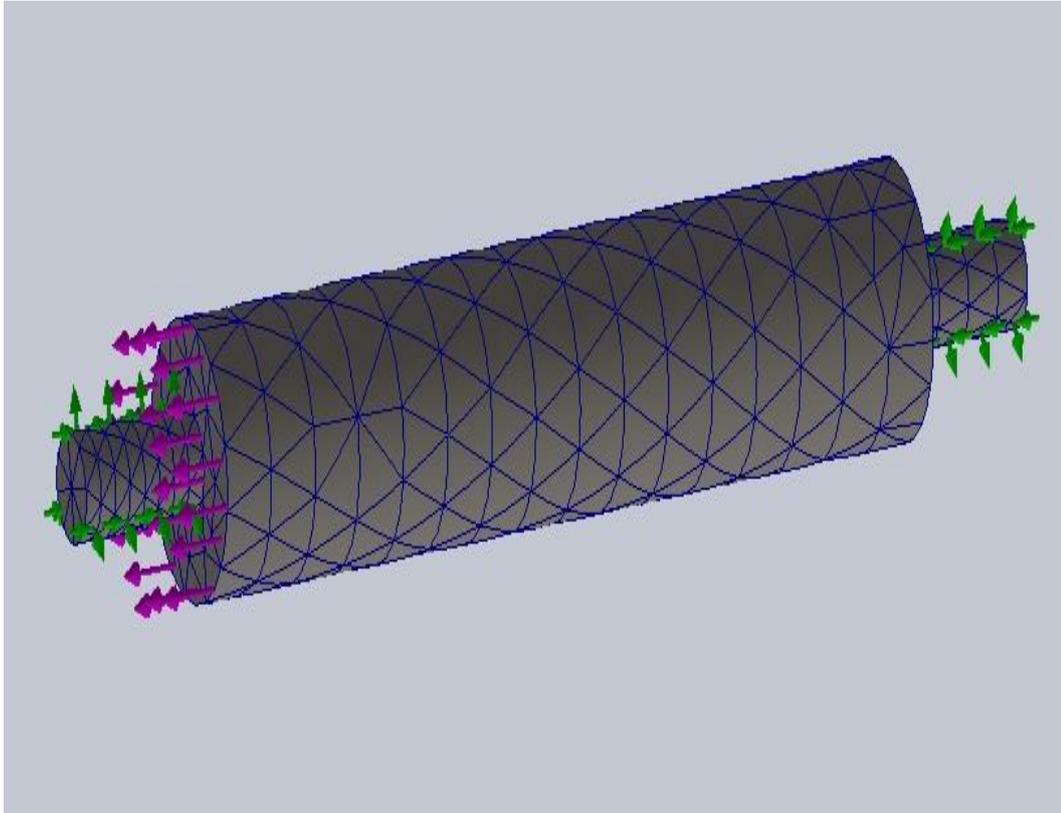


Figure III-5 L'arbre du vis après le maillage

III.2.1.4 Résultats et interprétations de la simulation

Les principaux résultats de cette étude sont résumés ci-dessous :

a) Contraintes

Le champ de contraintes équivalentes appliqué sur l'arbre de la vis est représenté sur la **figure III-6**.

Cette figure montre aussi que la valeur maximale de contrainte est égale à presque 93,54 MPa et que cette valeur est inférieure à limite élastique de matériau.

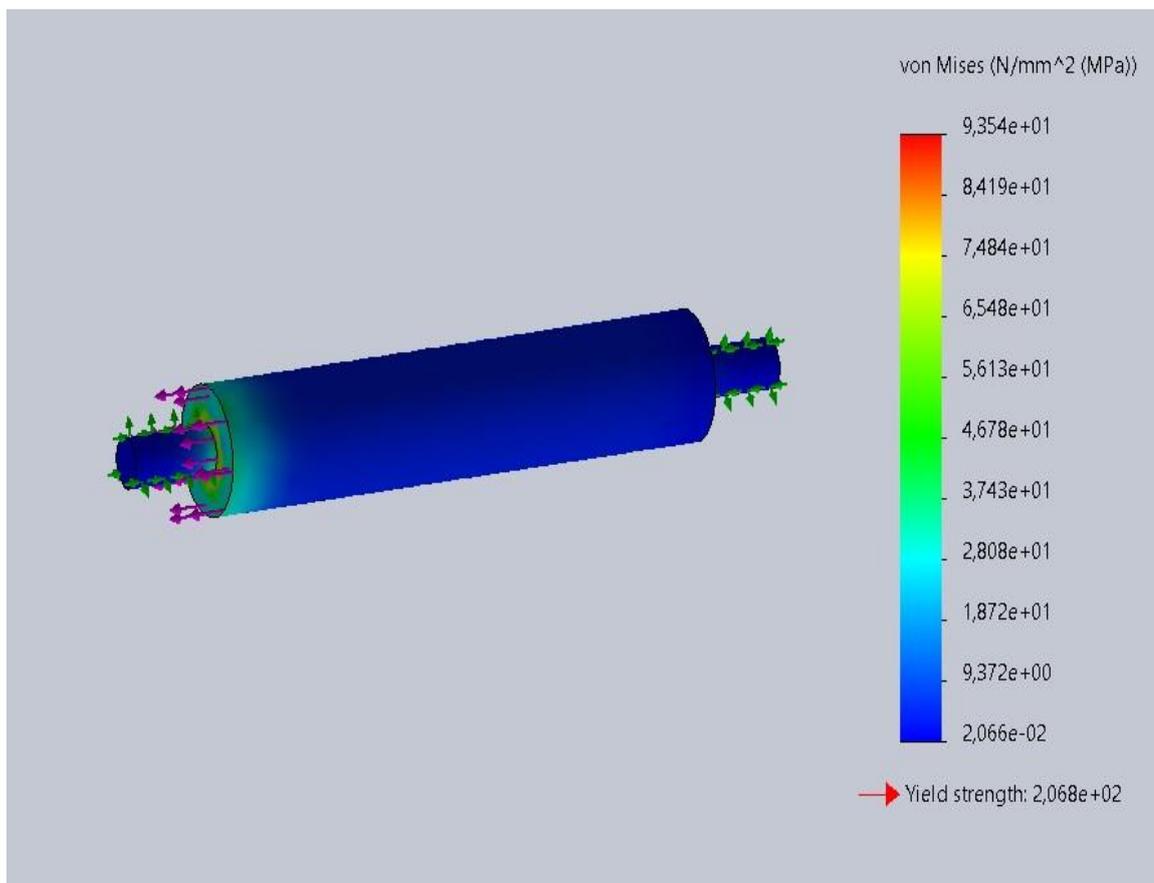


Figure III-6 Le champ de contraintes appliqué sur l'arbre du vis

b) Déplacement :

Les résultats présentés dans la **Figure III-7**, montrent le champ de déplacement de l'arbre de la vis sous l'effet des contraintes appliquées. Sur cette figure, on note que les déplacements maximaux sont situés dans la zone du milieu, on remarque aussi que la valeur maximale de déplacement est d'environ 0,112 mm (elle est presque négligeable).

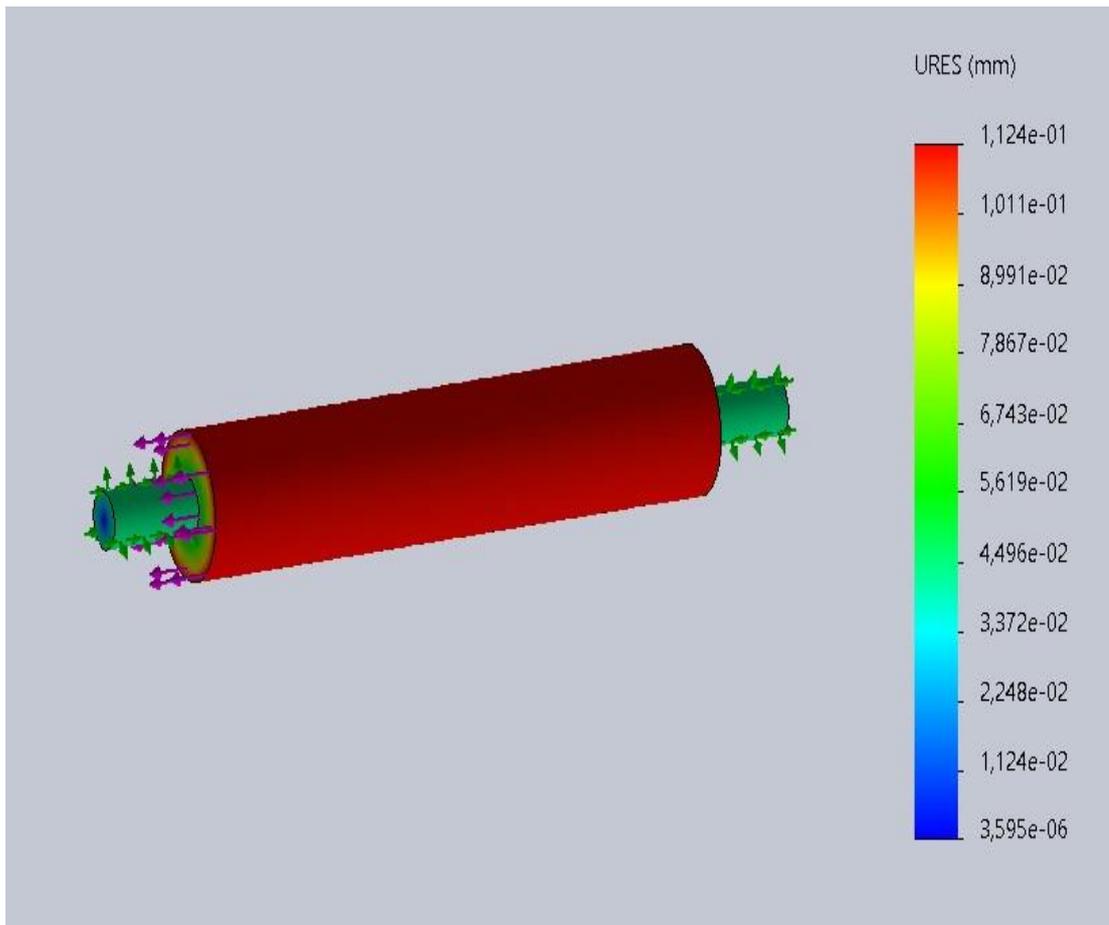


Figure III-7 Le champ de déplacement de l'arbre du vis

c) Champ de déformation

La **figure III-8** montre la déformation de vis sous l'effet des forces et des conditions aux limites appliquées. Cependant, cette déformation est de l'ordre de 10^{-4} (presque négligeable). On peut conclure que la vis ne se déforme pas sous les conditions d'étirage.

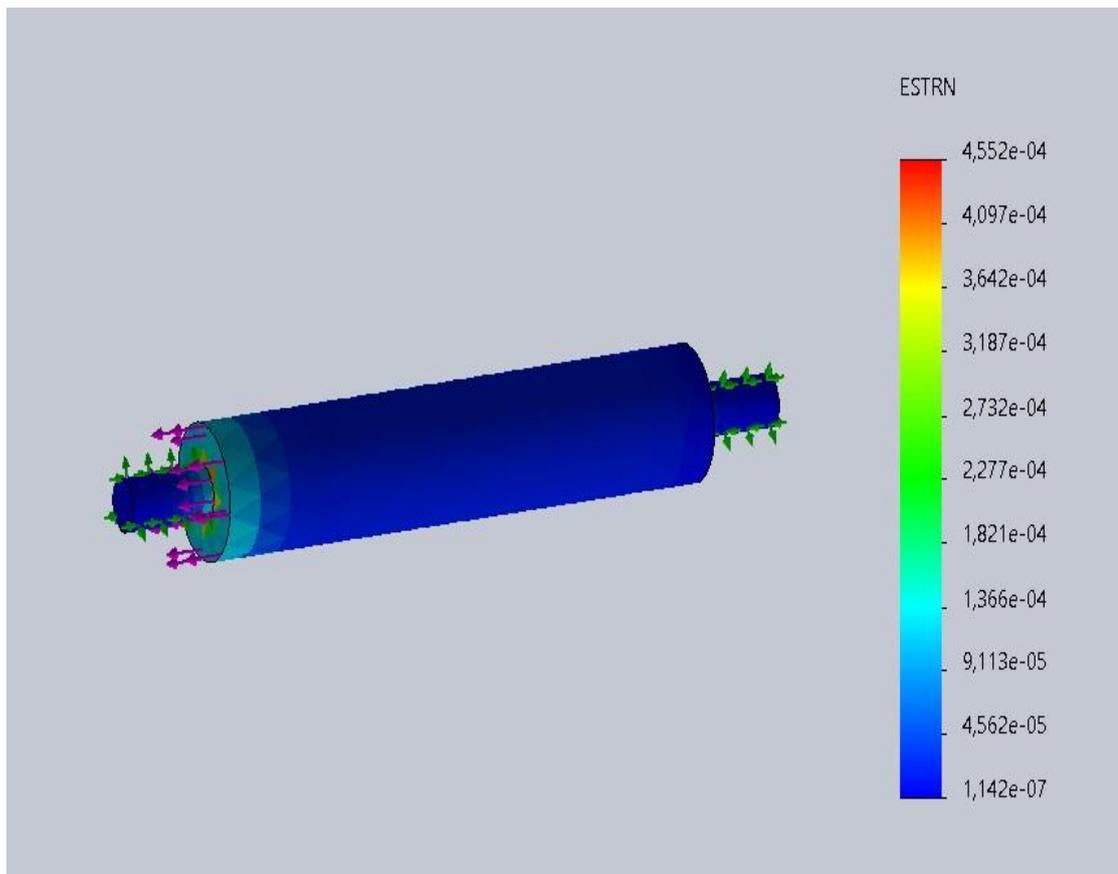


Figure III-8 Le champ de déformation de l'arbre du vis

d) Coefficient de sécurité

Afin de valider la conclusion que l'arbre de la vis n'est pas détruit. Nous présenterons la distribution du coefficient de sécurité sur ce dernier. La **figure III-9** montre cette distribution du coefficient de sécurité. L'analyse des résultats présentés sur cette figure montre que la valeur minimale de coefficient de sécurité est égale 2,21. Par conséquent, on peut conclure que la limite élastique du matériau est égale à 2,21 fois la valeur de contrainte maximale. Et donc le support ne se déforme pas pendant le déplacement dans le système.

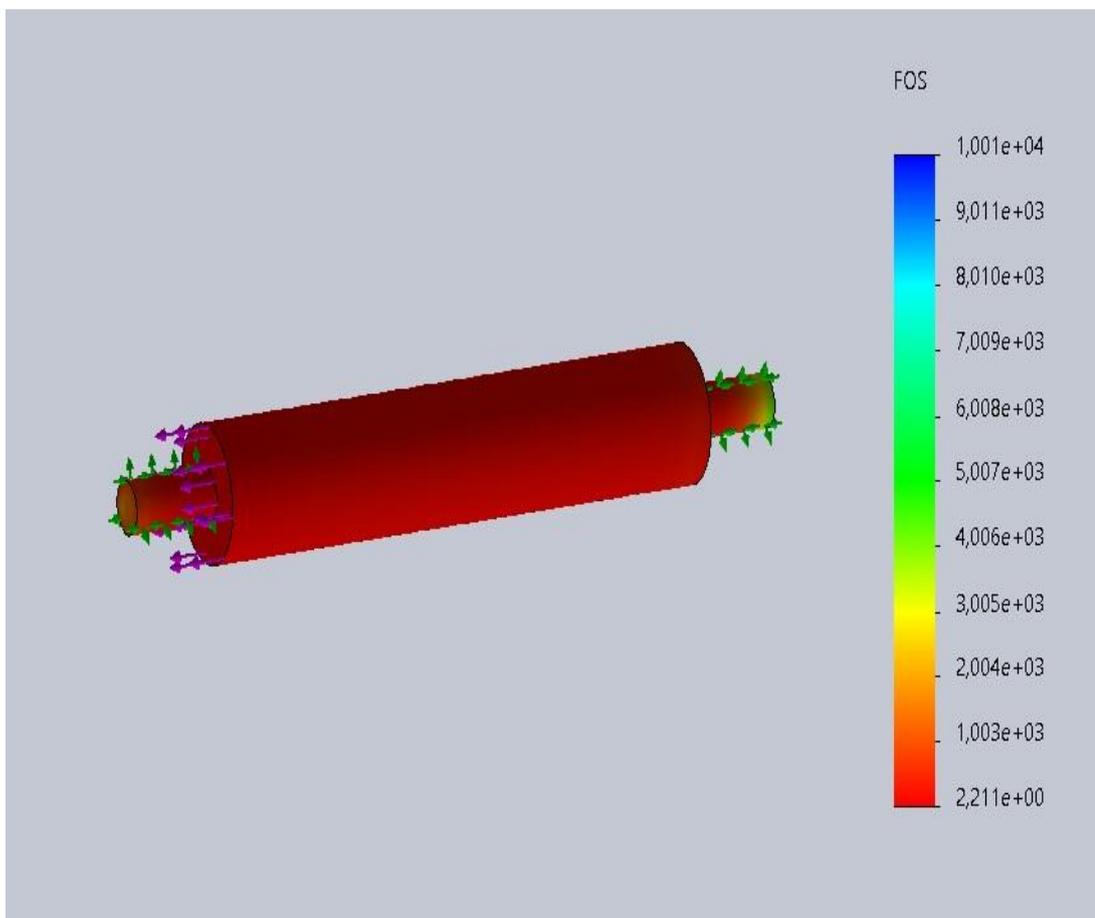


Figure III-9 Distribution des coefficients de sécurité sur l'arbre du vis

III.2.2 La tôle de bus

Le modèle étudié dans cette sous-section est la tôle de bus. Le but de cette étude est de vérifier la déformation et le déplacement de ce dernier dans les conditions d'étrépages.

III.2.2.1 Application du matériau

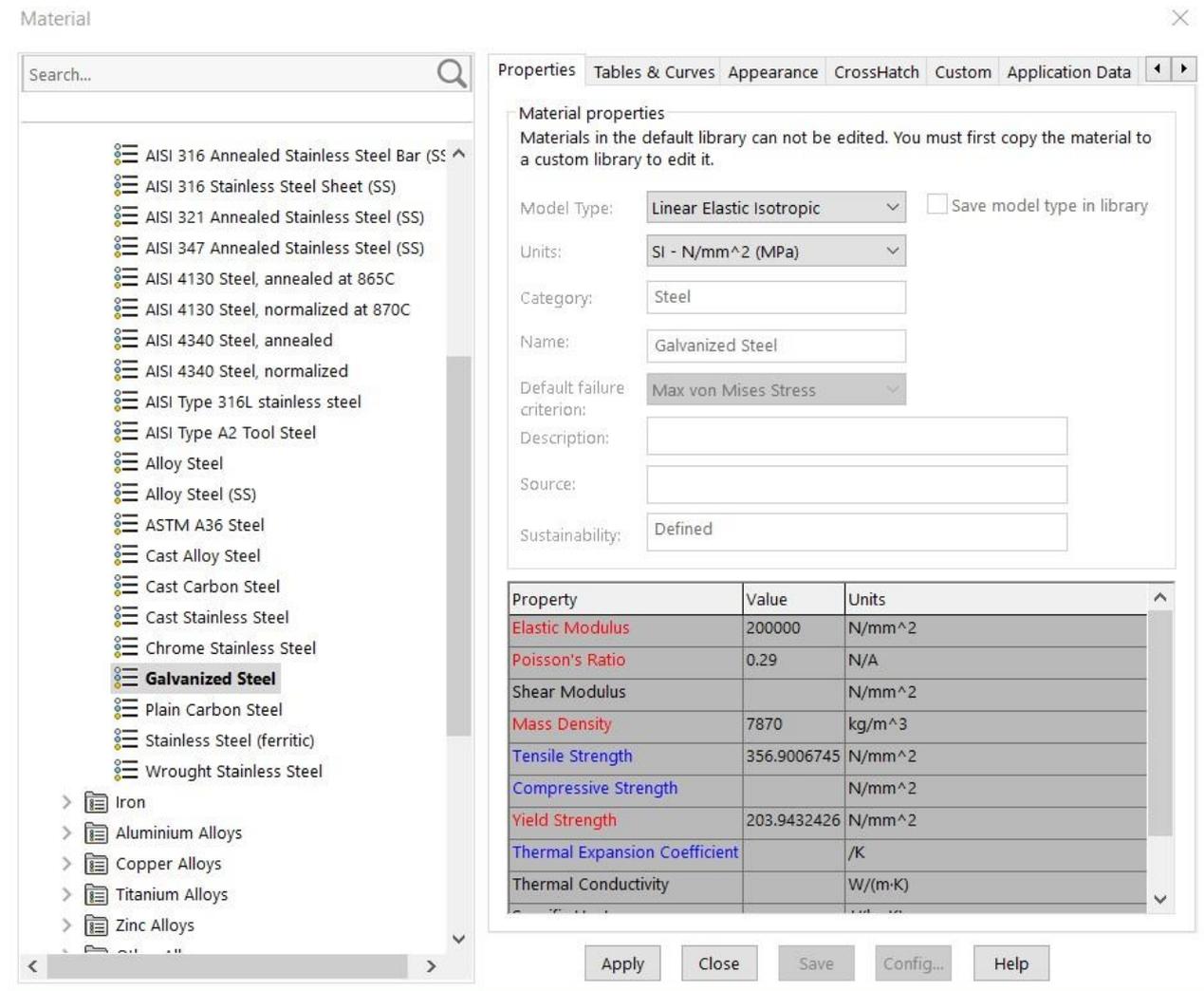


Figure III-10 Application du matériau de la tôle

III.2.2.2 Charges et condition aux limites

Les charges et les conditions aux limites appliquées sur la tôle sont résumées dans les points suivants :

1. Liaison d'encastrement
2. Force de traction égal à 75384 N

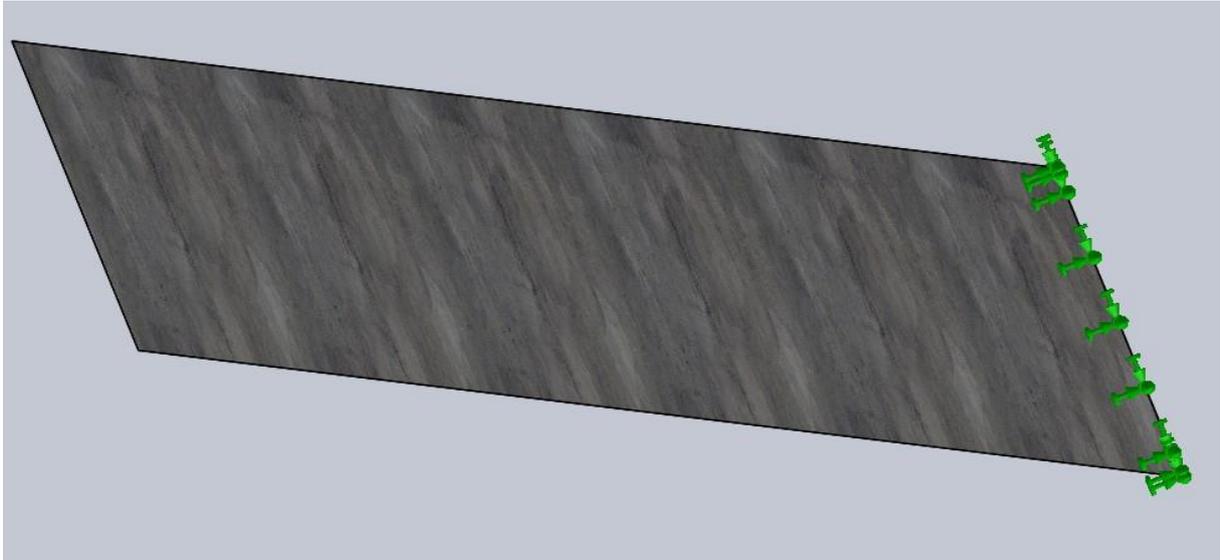


Figure III-11 Liaisons mécanique sur la tôle



Figure III-12 Forces exercées sur la tôle

III.2.2.3 Maillage de modèle

Après l'introduction des conditions aux limites et les charges appliquées sur la tôle, maintenant on passe au maillage de modèle. La **Figure III-13** présente cette tôle sous une densité moyenne pour le maillage par l'élément tétraédrique.

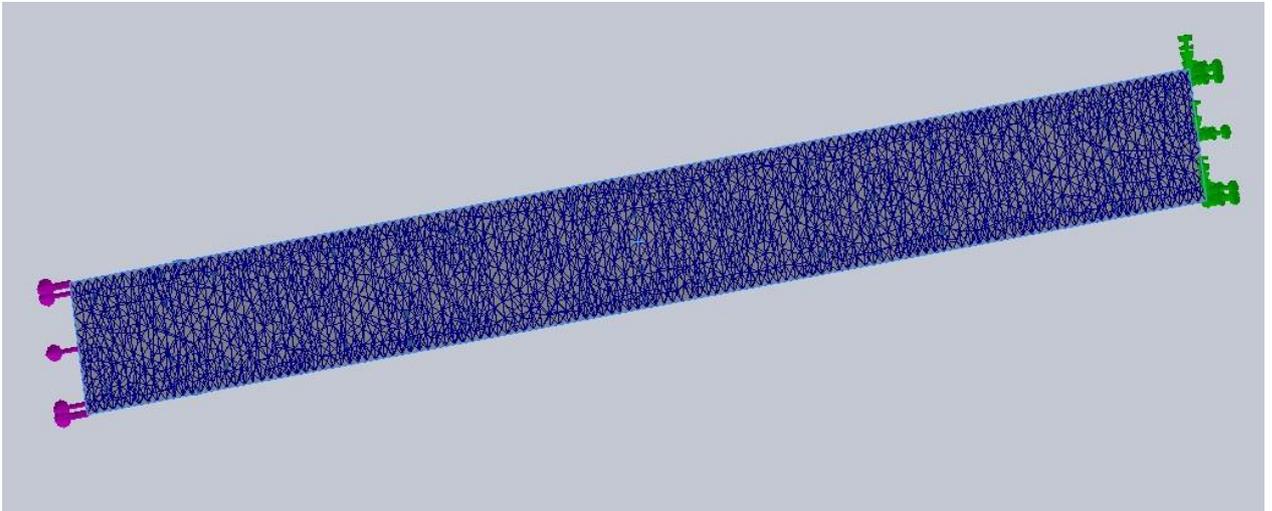


Figure III-13 La tôle après le maillage

III.2.2.4 Résultats de la simulation

Les principaux résultats de cette étude sont résumés ci-dessous :

a) **Champ de contrainte :**

Le champ des contraintes équivalentes appliqué sur la tôle est représenté sur la **Figure III-14**. Sur cette figure on remarque que les contraintes maximales se situent dans le zone d'encastrement. Cette figure montre aussi que la valeur maximale de contrainte est égale à presque 222,4 MPa et que cette valeur est supérieure à limite élastique de matériau et c'est le but de notre étude.

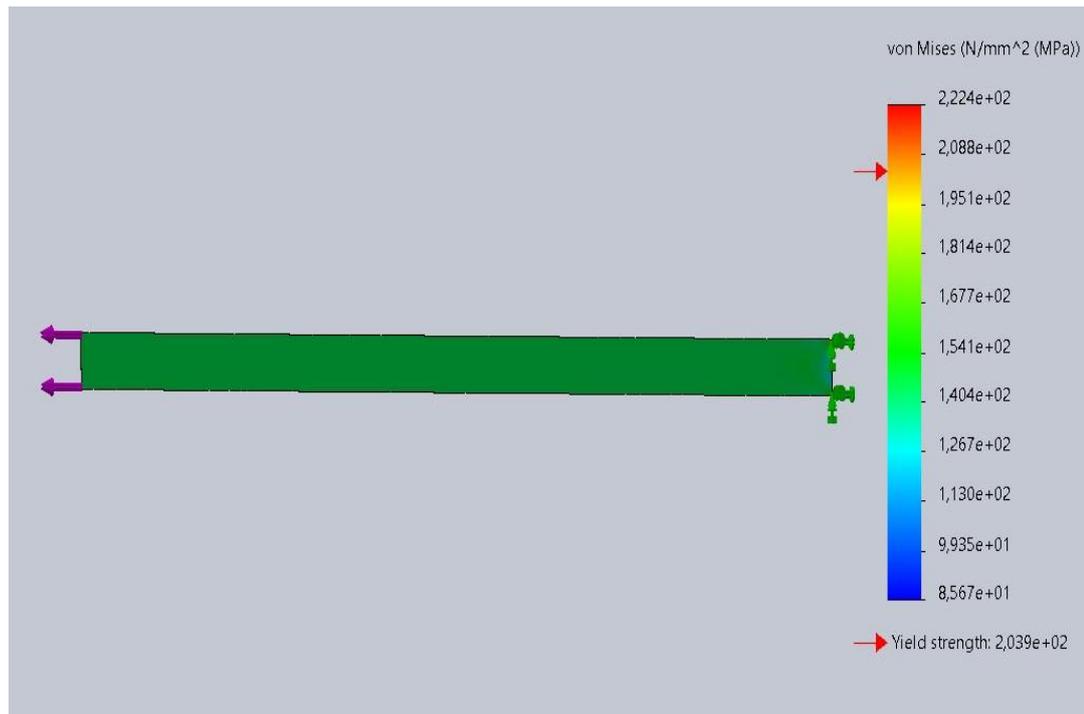


Figure III-14 Le champ des contraintes appliqués sur la tôle

b) Champ de déplacement :

Les résultats présentés dans la **Figure III-15**, montrent le champ de déplacement de la tôle sous l'effet des contraintes appliquées par la force d'étirage. Sur cette figure, on note que les déplacements maximaux sont situés dans la zone d'application de la force, on note aussi que la valeur maximale de déplacement est d'environ 7,97 mm. Cette valeur est idéale pour notre cas la tôle va être étirée comme voulu.

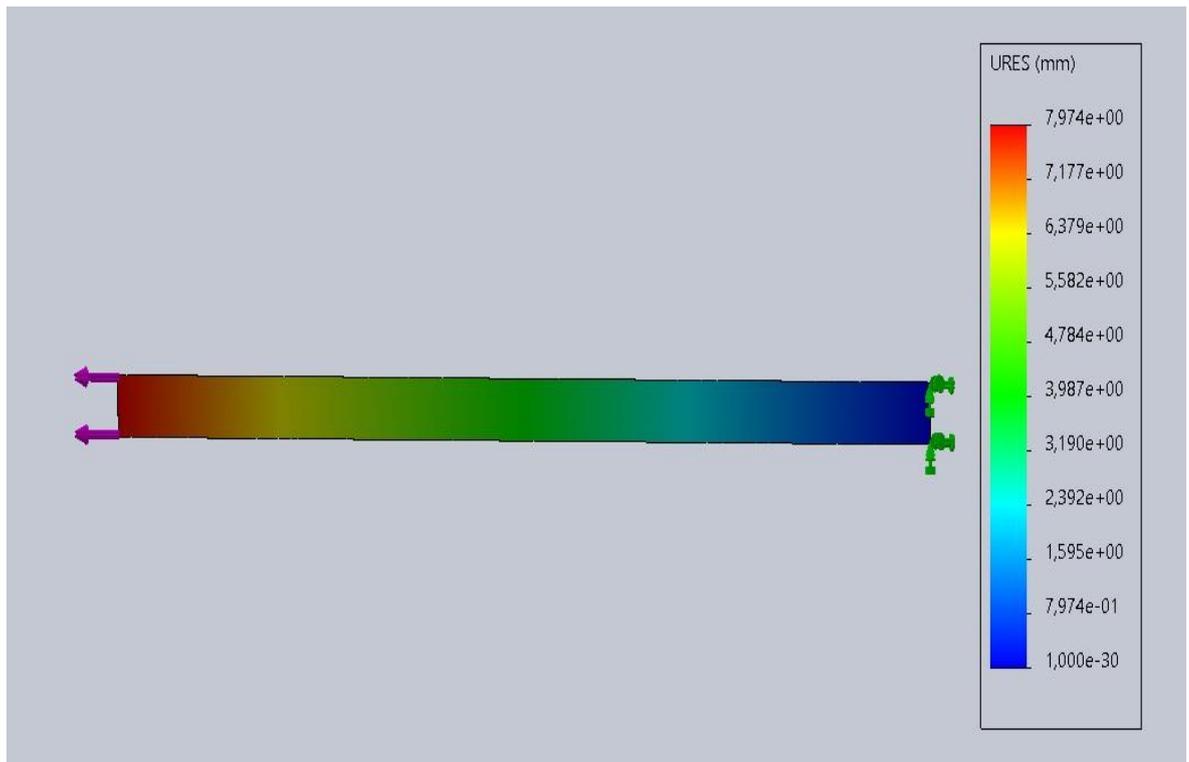


Figure III-15 Le champ de déplacement de la tôle

c) Champ de déformation :

La **Figure III-16** montre la déformation de la tôle sous l'effet des forces et des conditions aux limites appliquées. D'après cette figure, il apparaît que la déformation maximale se présente dans la zone d'encastrement, **Figure III-17** Cependant, cette déformation est de l'ordre de 10^{-4} (presque négligeable). On peut conclure que la tôle ne se déforme pas sous les conditions d'étirages.

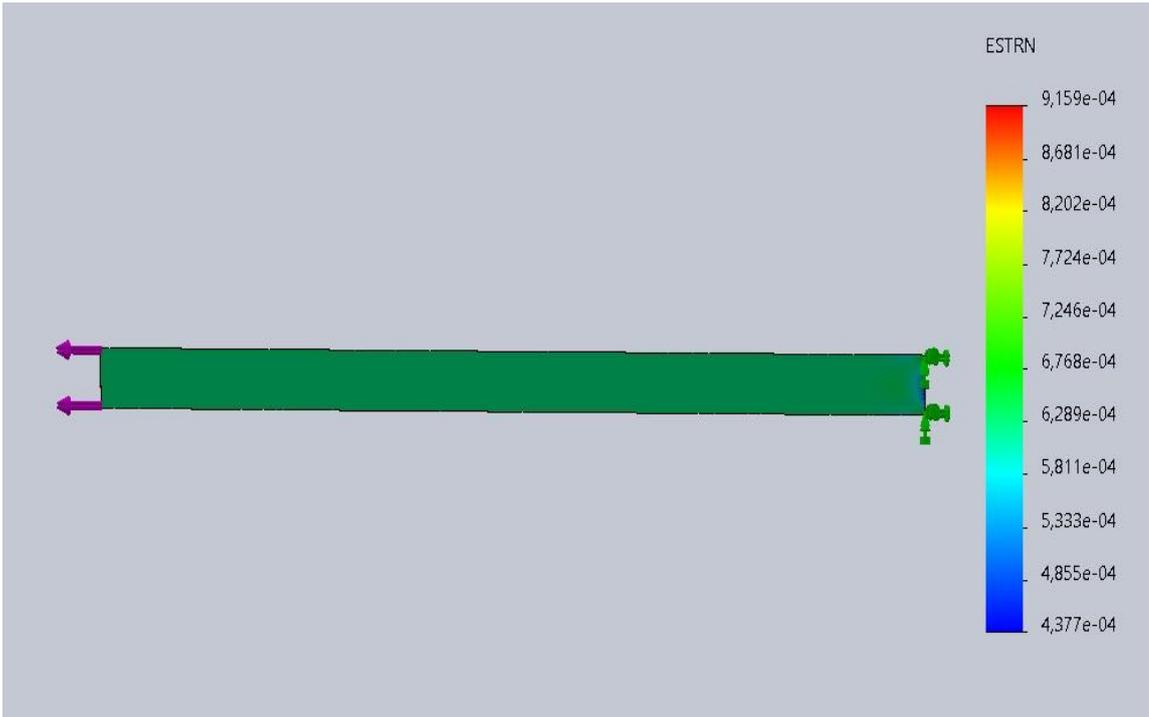


Figure III-16 Champ de déformation de la tôle

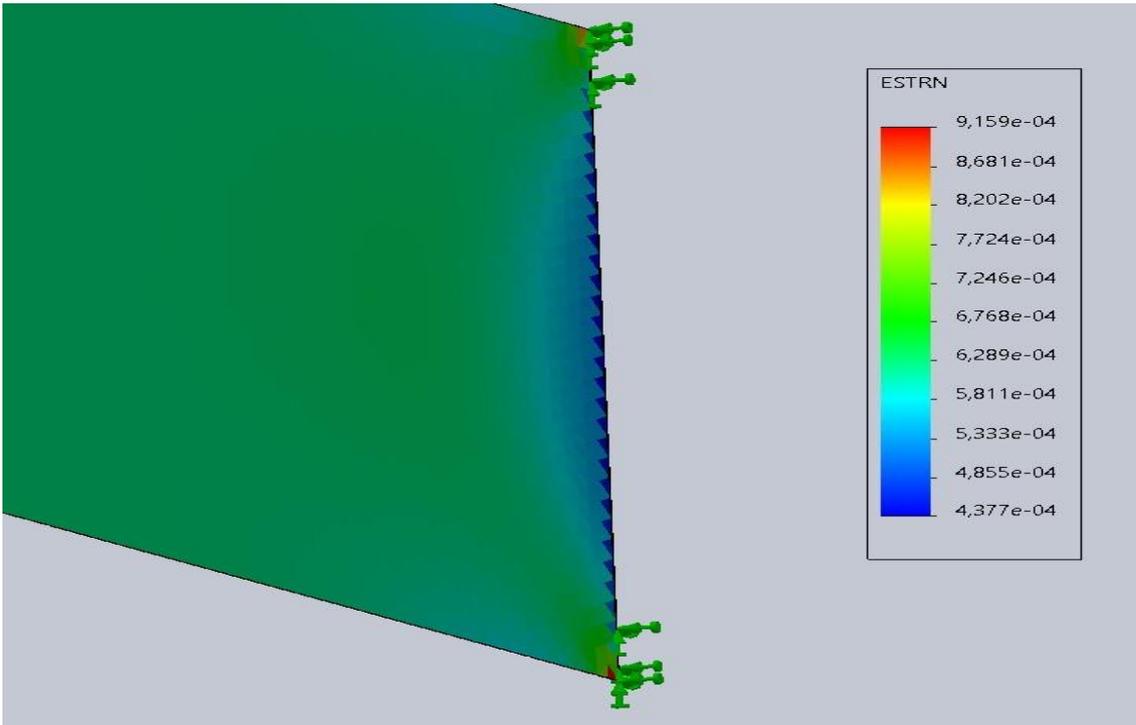


Figure III-17 La déformation maximale sur la tôle

d) Coefficient de sécurité :

Afin de valider la conclusion que la tôle n'endommage pas sous les conditions d'étirage. Nous présenterons la distribution du coefficient de sécurité sur ce dernier. La **Figure III.18** montre cette distribution. L'analyse des résultats présentés sur cette figure montre que la valeur minimale de coefficient de sécurité est égale 0,92. Par conséquent, la tôle ne se déforme pas pendant l'étirage.

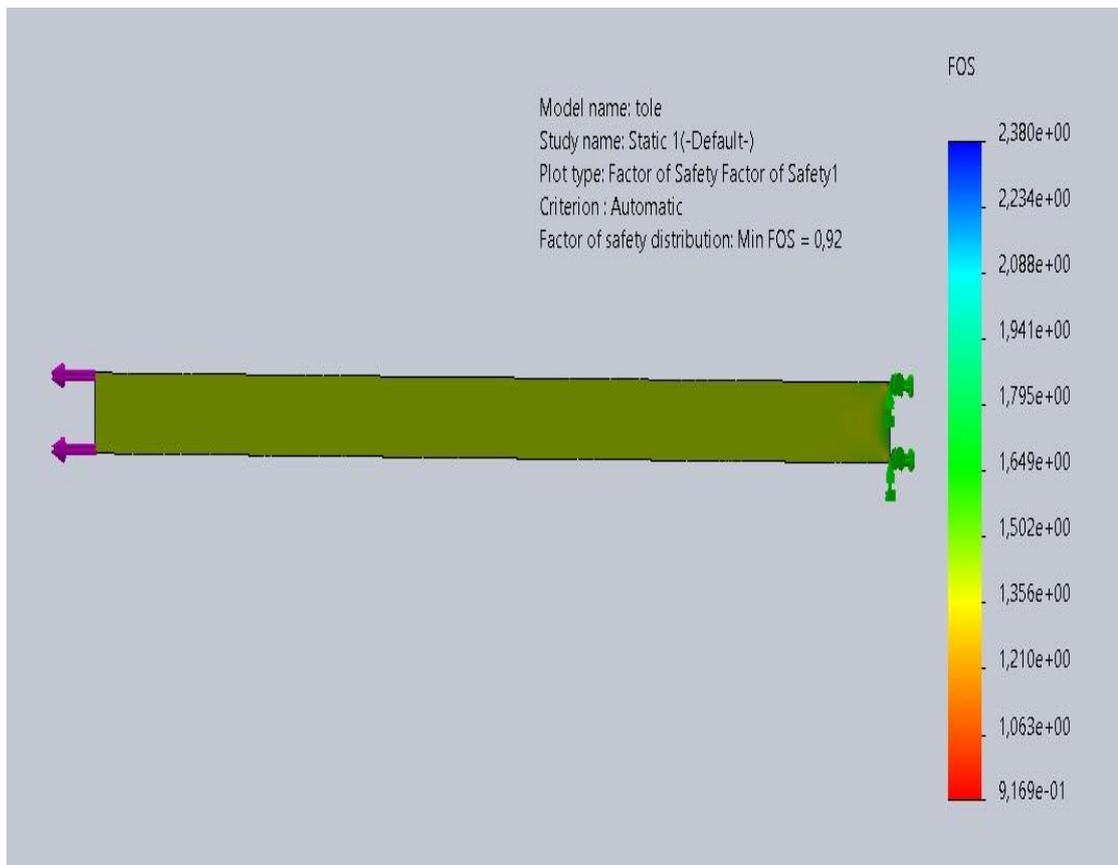


Figure III-18 Distribution des coefficients de sécurité sur la tôle

Conclusion

La simulation numérique est un outil très important dans l'industrie, car elle nous a permis de minimiser beaucoup de travaux d'optimisation (il est plus facile de faire des modifications sur une pièce créée sur un ordinateur que sur une pièce réelle), elle donne des résultats proches à la réalité sans perdre de temps ni d'argent sur les essais expérimentaux.

Conclusion général

Parmi les stratégies de la SNVI de vouloir élever le niveau technique de son véhicule industriel, en améliorant les organes et les solutions techniques, la conception mécanique est le domaine que fait concrétiser ces solutions par l'innovation et la rénovation.

La variété de ce travail m'a ouvert d'autres perspectives, telle que la conception assistée (CAO) sous SOLIDWORKS qui est un logiciel industriels, intégré de plus en plus dans les entreprises à caractères productifs vu ses caractéristiques et performances très appréciables.

Ce stage a permis d'améliorer beaucoup de connaissances dans le domaine de la conception mécanique.

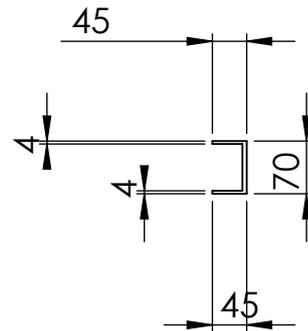
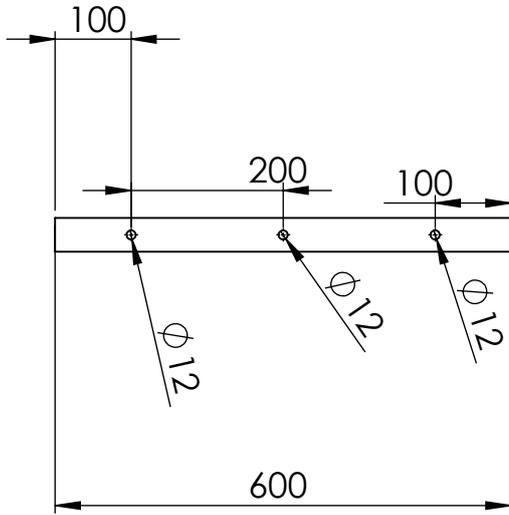
En effet les connaissances théoriques et celles acquises pendant le stage pratique ont largement contribué à la mise au point de ce mémoire de fin d'étude.

Certaines solutions sont suggérées pour éviter les déformations et perdre du temps et gagner un bon état de surfaces de notre bus et faciliter des fonctionnements.

Références bibliographiques

1. [En ligne] SNVI, 2021. <http://snvigroupe.dz/pagesweb/entreprise/pghistorique.php>.
2. [En ligne] SNVI, 2021. <http://snvigroupe.dz/pagesweb/bus/autobus/10016.php>.
3. [En ligne] FESTO. https://www.festo.com/fr/fr/p/actionneur-rotatif-id_DSM/?q=~:festoSortOrderScored~:CC_PRESEL_SCHWEAN_MYCHAR_6003_03_C_FP_GLOBAL~:CC_PRESEL_SCHWEAN_MYCHAR_6003_03.80%2520Nm.
4. Wikipédia. [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_vis-noix.
5. Wikipédia. [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Filetage_m%C3%A9trique.
6. [En ligne] NORELEM. <https://www.norelem.fr/fr/fr/Produits/THE-BIG-GREEN-BOOK/norelem-actionne-Syst%C3%A8mes-et-composants-pour-la-construction-de-machines-et-d-installations/23000-Accouplements-Accouplements-rigides-Bagues-de-serrage-coniques-Joints-de-cardan-Accouplements-r>.
7. [En ligne] SOLIDWORKS. <https://www.solidworks.com/fr/product/solidworks-simulation>.

Annexe



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

pièce de fixation de mécanisme

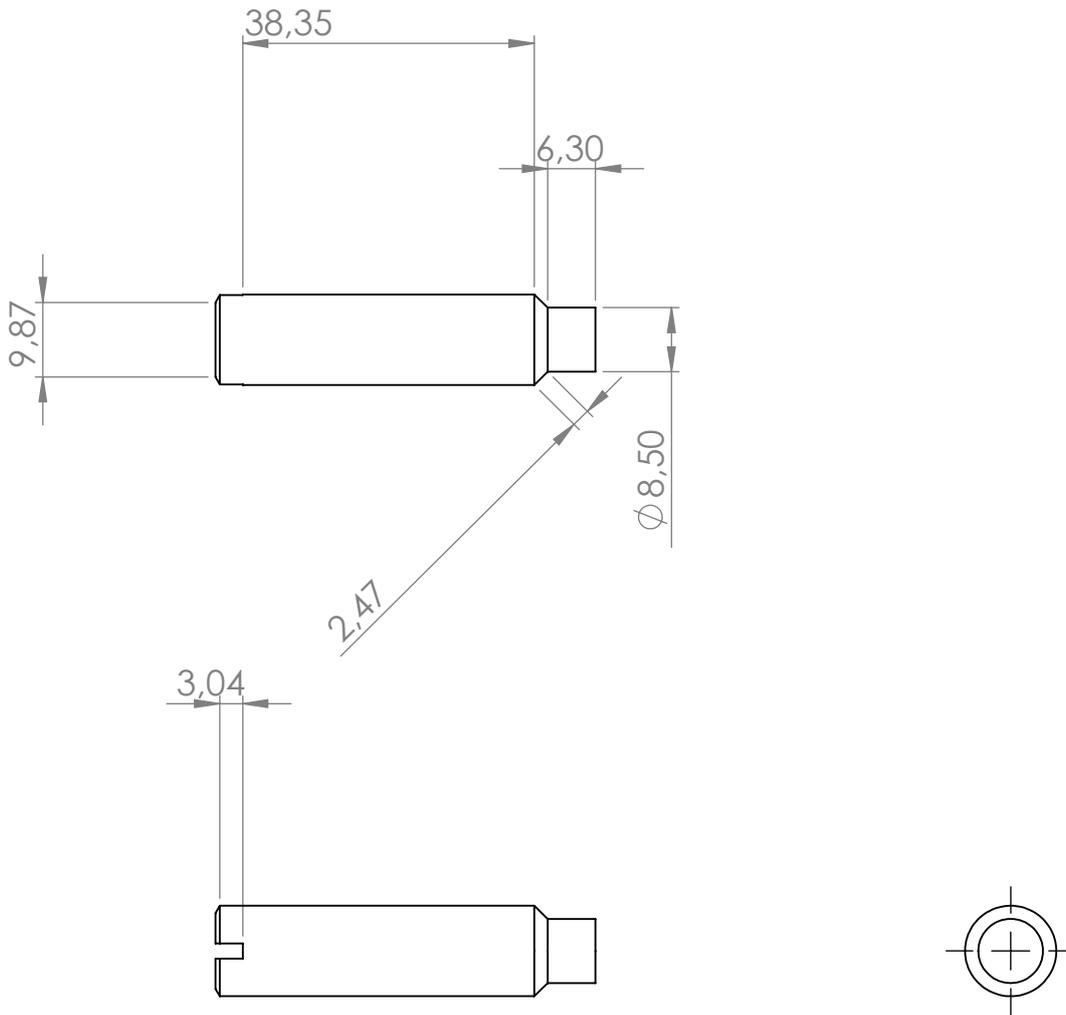
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

vis de pression

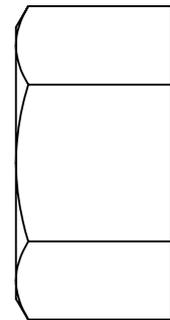
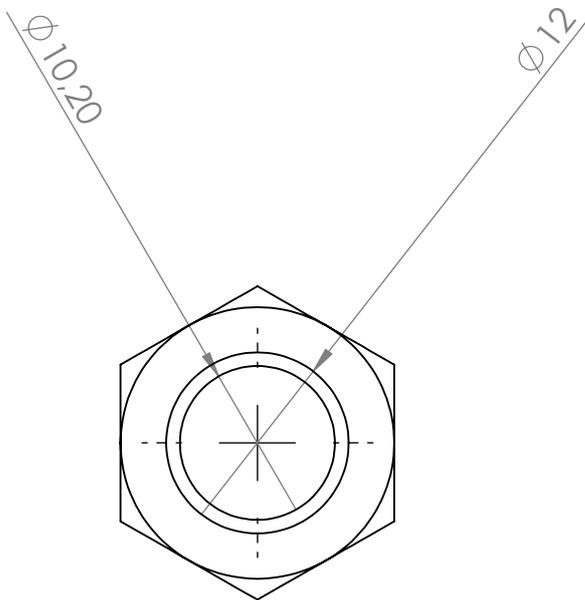
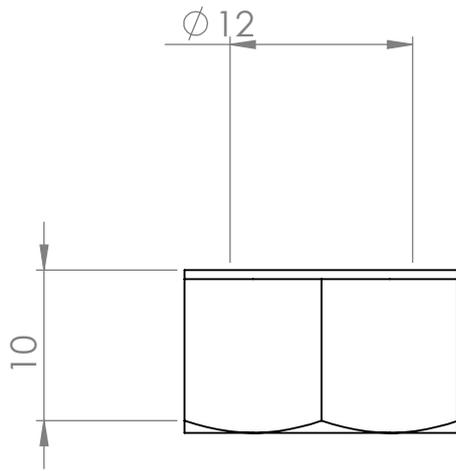
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

L'écrou de vis de pression

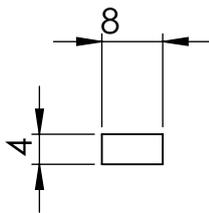
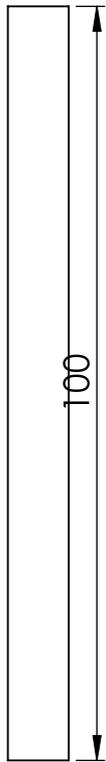
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

levier

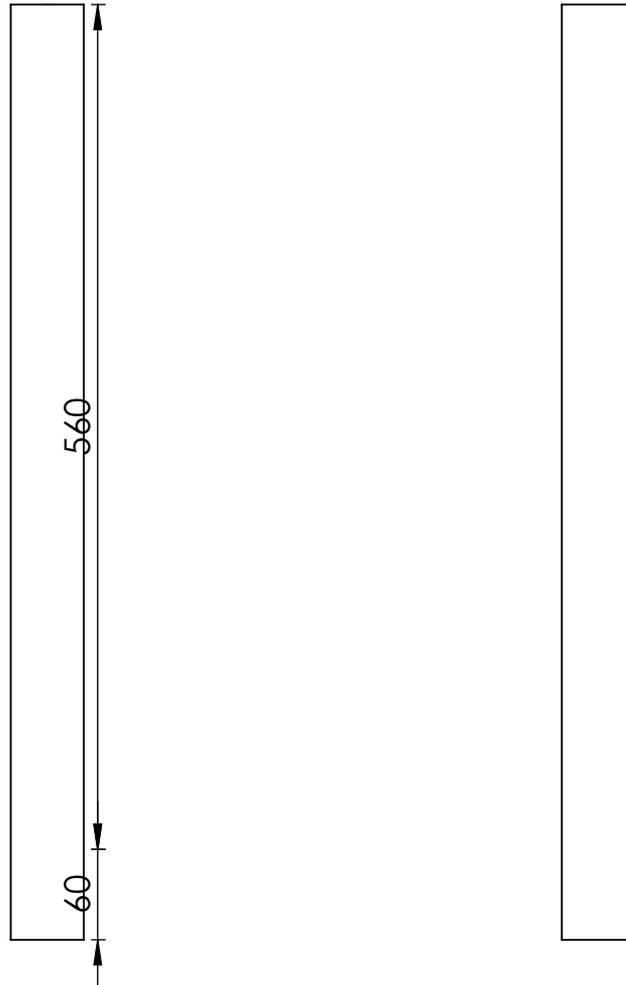
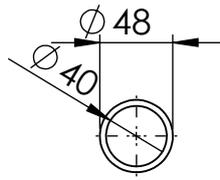
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

Colonne de guidage

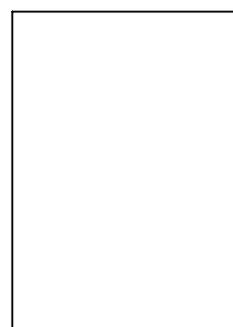
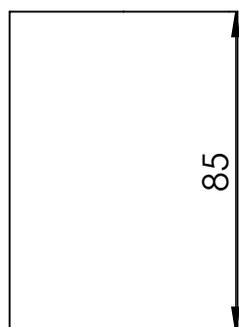
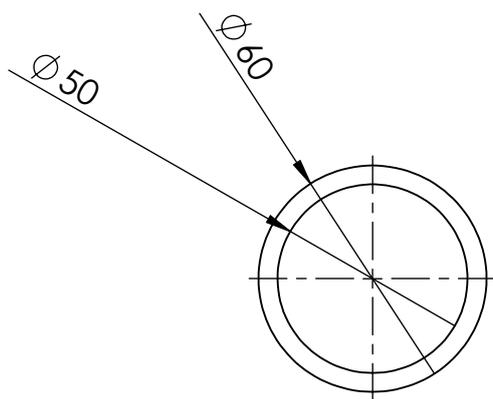
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

Tube rond

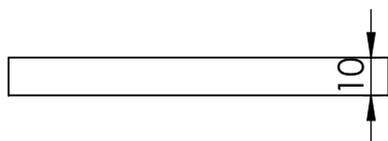
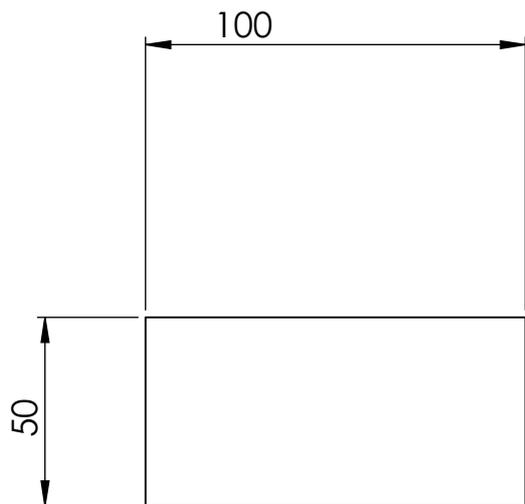
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

Butée

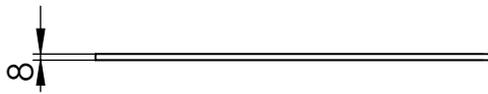
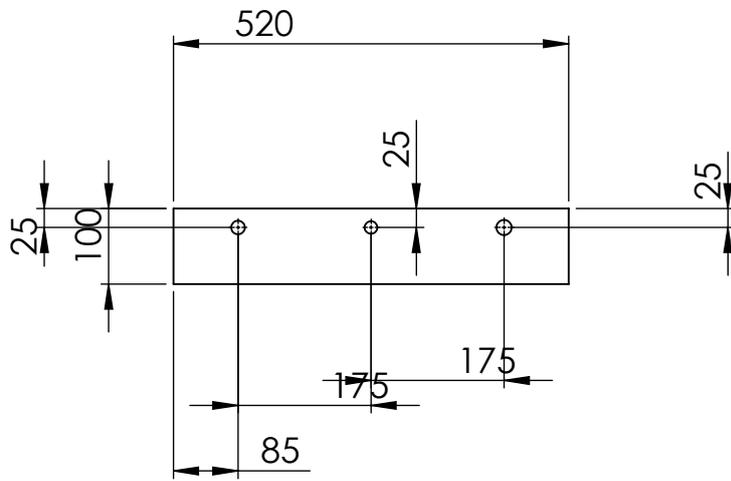
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

2021-06-01

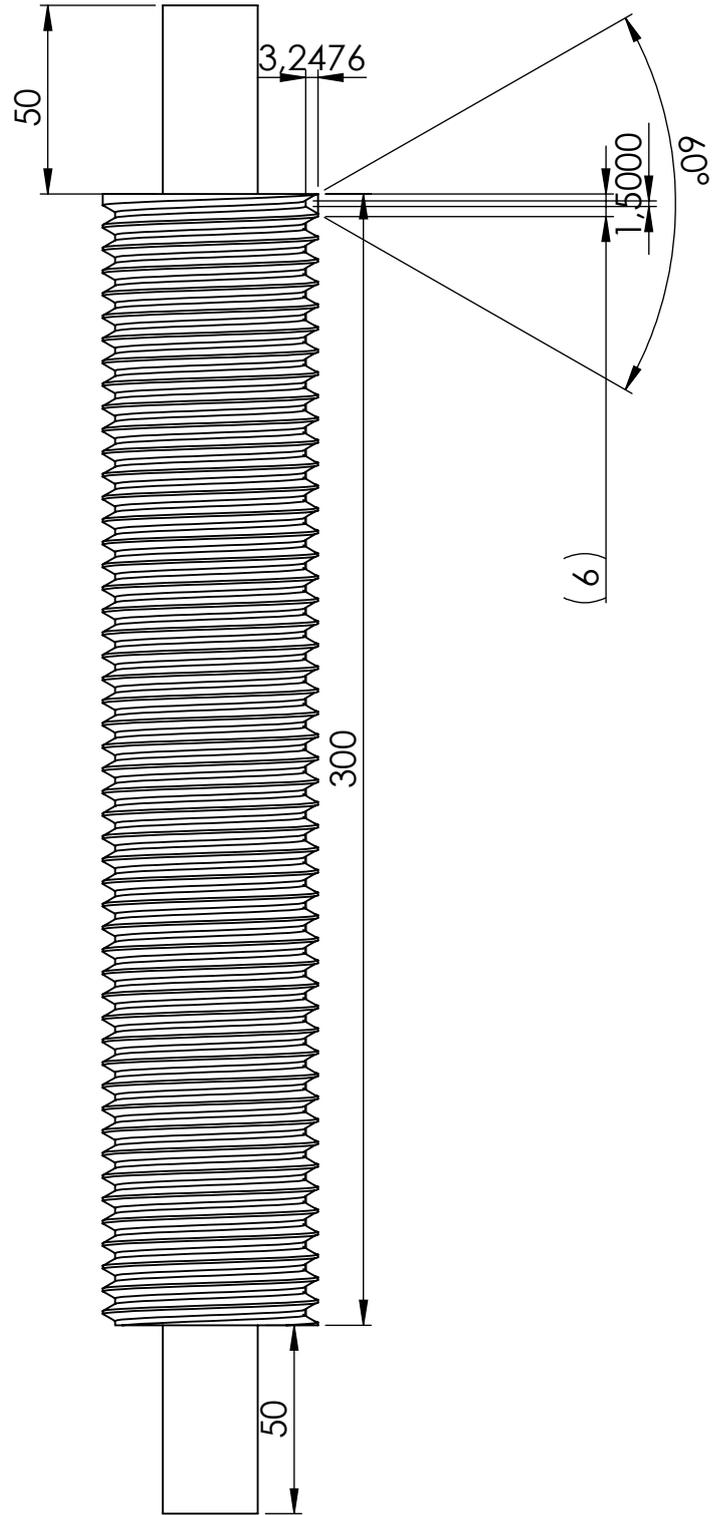


Plaque d étirage

**DJAUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**

A4

Construction Mécanique



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

La vis

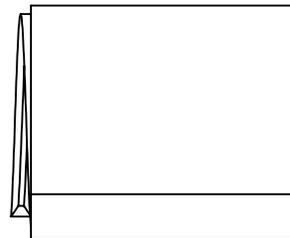
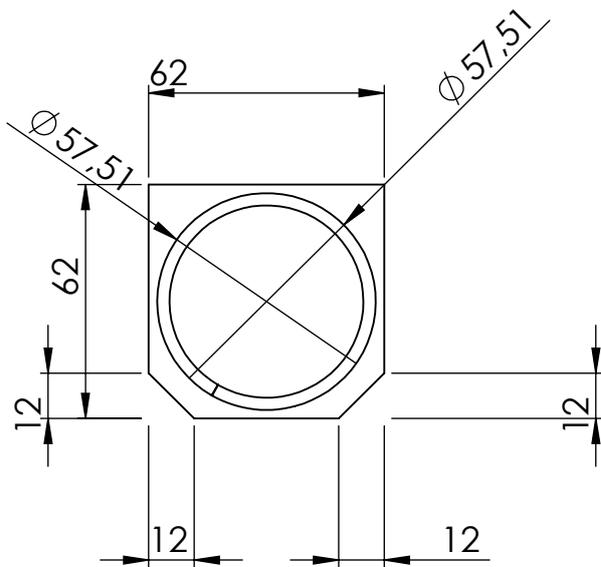
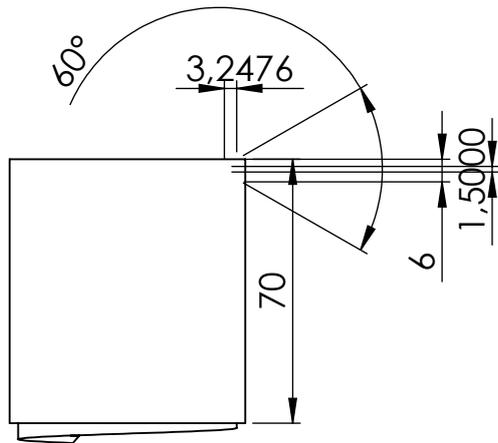
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

L'écrou

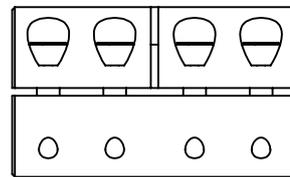
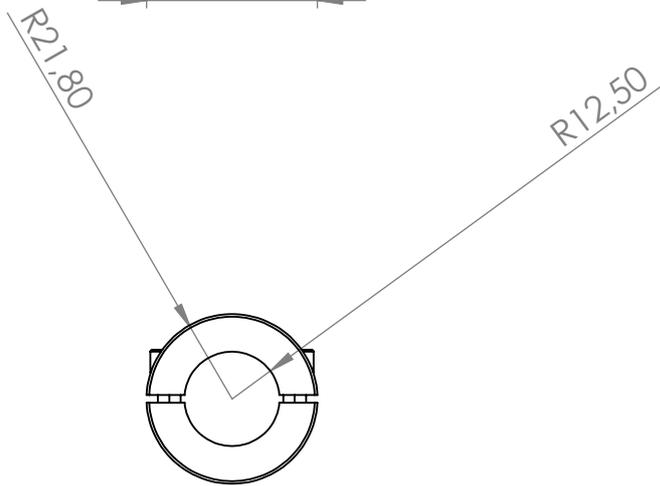
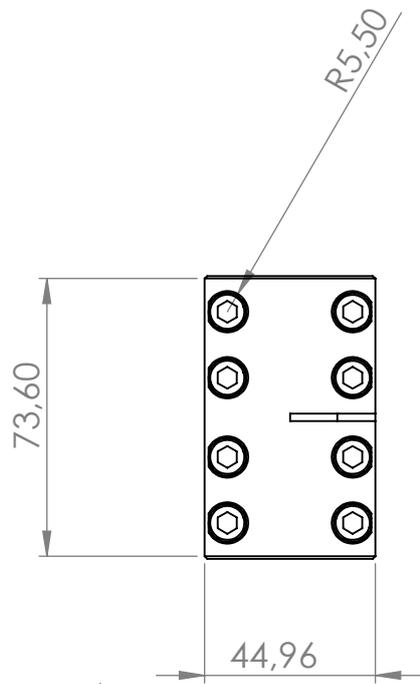
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

accouplement

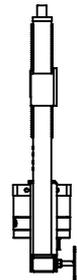
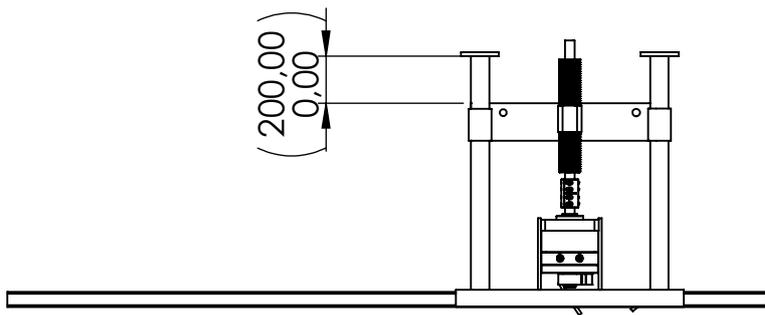
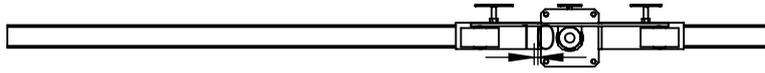
2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAOUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**



Faculté De Technologie

Echelle: 1/1

Le mécanisme d étirage

2021-06-01



A4

Construction Mécanique

**DJAUDI CHEMSEDDINE
ROUKLI ZAKARIA**