

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 : Abdelghani BOUKRAA

Sujet

Étude et conception d'un tour à bois avec gabarits de copiage

Soutenu publiquement le : 26/09/2024, devant le jury composé de :

M. GUENIFED Abdelhalim	MAA	Univ Tlemcen	Président
Mme. CHEIKH Nassima	MAA	Univ Tlemcen	Examineur
M. MANGOUCI Ahmed	MAA	Univ Tlemcen	Encadrant

Année Universitaire :2023-2024

Dédicaces

*Après la grâce de Dieu pour l'accomplissement
de ce travail, je le dédie à :*

*Mes chers parents, pour avoir tout sacrifié afin
de nous voir réussir, et pour votre soutien
inconditionnel et infini.*

*À mon cher frère Daoud, à ma chère sœur
Raïhane et à toute ma famille,*

À tous mes amis et mes camarades

*À tous mes enseignants, du primaire jusqu'à
aujourd'hui.*

Abdelghani

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude envers Dieu, qui m'a guidé et soutenu tout au long de ce parcours, me permettant d'atteindre ce stade et de mener à bien ce travail.

Je souhaite également remercier vivement mon encadreur M. MANGOUCI Ahmed, qui a proposé et dirigé ce travail.

Un grand merci au président et membre de jury M. GUENIFED Abdelhalim et Mme. CHEIKH Nassima qui nous font honneur en acceptant d'examiner et de juger mon travail.

Je remercie profondément tous mes enseignants qui ont donné leur effort tout au long de mon parcours universitaire.

Enfin, je remercie chaleureusement ma famille et mes amis pour leur soutien et leurs encouragements.

Résumé

Les opérations de fabrication dans les métiers manuels constituent un élément essentiel dans l'industrie du bois, nécessitant des outils précis et efficaces. Cette étude vise à concevoir un tour à bois équipé d'un système de copiage pour faciliter la production de pièces en bois identiques. Une analyse fonctionnelle a été utilisée pour identifier les besoins techniques, suivie d'une sélection rigoureuse des matériaux appropriés pour chaque composant. L'efficacité de la machine a été vérifiée par simulation à l'aide du logiciel SolidWorks, ainsi que par des calculs précis du système de transmission afin d'assurer sa compatibilité avec une variété de bois. Les résultats ont montré que le design proposé offre une haute efficacité de performance, avec une capacité à supporter des charges multiples, renforçant ainsi la qualité du travail et sa durabilité.

Mots-clés : Tour à bois, système de copiage, industrie du bois, copieur.

Abstract

The manufacturing operations in manual crafts are an essential element in the woodworking industry, requiring precise and effective tools. This study aims to design a wood lathe equipped with a copying system to facilitate the production of identical wooden pieces. A functional analysis was used to identify the technical needs, followed by a rigorous selection of suitable materials for each component. The efficiency of the machine was verified through simulation using SolidWorks, as well as through precise calculations of the transmission system to ensure its compatibility with a variety of woods. The results showed that the proposed design offers high performance efficiency, with the ability to withstand multiple loads, thus enhancing the quality of work and its durability.

Keywords: Wood lathe, Copying system, Woodworking, Duplicator.

ملخص

تعتبر عمليات التشغيل في الحرف اليدوية عنصرًا أساسيًا في صناعة الخشب، حيث تتطلب أدوات دقيقة وفعالة. تهدف هذه الدراسة إلى تصميم مخرطة خشب مزودة بنظام نسخ لتسهيل إنتاج القطع الخشبية المتماثلة. تم استخدام تحليل وظيفي لتحديد الاحتياجات التقنية، تلاه اختيار دقيق للمواد المناسبة لكل مكون. تم التحقق من كفاءة الآلة من خلال المحاكاة باستخدام برنامج SolidWorks، بالإضافة إلى إجراء حسابات دقيقة للنظام الحركي لضمان توافقه مع مجموعة متنوعة من الأخشاب. أظهرت النتائج أن التصميم المقترح يوفر كفاءة عالية في الأداء، مع قدرة على تحمل الأحمال المتعددة، مما يعزز جودة العمل واستدامته.

كلمات مفتاحية: مخرطة الخشب، نظام النسخ، صناعة الخشب، الناسخ

Sommaire

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Résumé.....	iii
Abstract	iii
ملخص.....	iii
Sommaire	iv
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux.....	viii
Table des abréviations et symboles	ix
INTRODUCTION GENERALE	1
I. CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES TOURS À BOIS.....	3
I.1. Introduction	4
I.2. Historique.....	4
I.3. Définition et fonctionnement de tour à bois	5
I.4. Organes d'un tour à bois.....	5
I.4.1. Banc.....	5
I.4.2. Bâti	5
I.4.3. Poupée fixe.....	6
I.4.4. Poupée mobile	6
I.4.5. Support d'outil	6
I.5. Outils de coupe	7
I.5.1. Gouges.....	7
I.5.2. Tronquois	7
I.5.3. Ciseaux à racler	8
I.6. Instruments de mesure et de contrôle	8
I.7. Paramètres de coupe en tournage du bois.....	9
I.7.1. Vitesse de rotation	10
I.7.2. Vitesse de coupe	10
I.7.3. Avance par tour	10
I.7.4. Profondeur de passe	11
I.8. Bois utilisés.....	11
I.9. Transformation du bois.....	11
I.9.1. Sciage.....	11
I.9.2. Séchage	12
I.10. Défauts des bois	13

I.11.	Sécurité.....	14
I.12.	Conclusion	14
II.	CHAPITRE II : ETUDE CONCEPTUELLE.....	15
II.1.	Introduction	16
II.2.	But	16
II.3.	Analyse fonctionnelle.....	16
II.3.1.	Analyse des besoins	16
II.3.2.	Analyse fonctionnelle externe	17
II.3.3.	Analyse fonctionnelle interne	21
II.4.	Choix de matériaux	22
II.5.	Choix de bois utilisé.....	24
II.6.	Choix de système de copiage	24
II.7.	Conclusion	26
III.	CHAPITRE III : ETUDE ET CHOIX DU MOTEUR ET DU SYSTEME DE TRANSMISSION.....	27
III.1.	Introduction	28
III.2.	Choix de moteur.....	28
III.2.1.	Aspects de l'alimentation électrique.....	28
III.2.2.	Synchrone/asynchrone	29
III.2.3.	Indice de protection	29
III.2.4.	Vitesse de rotation	29
III.2.5.	Puissance	29
III.3.	Variateur de fréquence	30
III.4.	Système de transmission poulies-courroie	30
III.4.1.	Type de courroie	30
III.4.2.	Poulie.....	31
III.4.3.	Calcul dimensionnel	31
III.4.4.	Vitesse fournie par chaque étage	36
III.5.	Vérification des vitesses de rotation et des capacités de tournage	36
III.6.	Conclusion	38
IV.	CHAPITRE IV : CONCEPTION	39
IV.1.	Introduction	40
IV.2.	Représentation 3D	40
IV.3.	Dessins d'ensemble et dessins de définition	40
IV.4.	Conclusion	76
V.	CHAPITRE V : SIMULATION NUMERIQUE.....	77
V.1.	Introduction	78

V.2.	Simulation numérique du bâti	78
V.2.1.	Géométrie fixe.....	79
V.2.2.	Forces appliquées.....	79
V.2.3.	Fondement du maillage	80
V.2.4.	Distribution des contraintes.....	80
V.2.5.	Distribution des déplacements	81
V.2.6.	Distribution des déformations	81
V.2.7.	Distribution des coefficients de sécurité.....	82
V.3.	Simulation numérique de copieur.....	83
V.3.1.	Géométrie fixe.....	83
V.3.2.	Forces appliquées.....	84
V.3.3.	Fondement du maillage	85
V.3.4.	Distribution des contraintes.....	85
V.3.5.	Distribution des déplacements	87
V.3.6.	Distribution des déformations	87
V.3.7.	Distribution des coefficients de sécurité.....	88
V.4.	Conclusion	89
CONCLUSION GENERALE		90
BIBLIOGRAPHIES.....		92

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 - Evolution de tour à bois	5
Figure I.2 - Principe de fonctionnement de tour à bois	5
Figure I.3 - Organes d'un tour à bois	6
Figure I.4 - Gouges.....	7
Figure I.5 - Tronçoir.....	7
Figure I.6 - Ciseaux à racler	8
Figure I.7 - Différents outils de coupe	8
Figure I.8 - Instruments de mesure et de contrôle	9
Figure I.9 - Paramètres de coupe	9
Figure I.10 - Types de sciage de bois	12
Figure I.11 - Séchage a l'air libre	12
Figure I.12 - Séchage artificiel	13
Figure I.13 - Quelques défauts de bois.....	13

Chapitre II

Figure II.1 - Diagramme Bête à cornes	17
Figure II.2 - Diagramme PIEUVRE	18
Figure II.3 - Diagramme FAST	21
Figure II.4 - Microstructure de la fonte grise lamellaire	24
Figure II.5 - Tour à bois numérique CNC	25
Figure II.6 - Tour à bois semi-automatique	25

Chapitre III

Figure III.1 - gamme des puissance transmissibles par type de courroie	32
Figure III.2 - K_L en fonction de la longueur primitive	35
Figure III.3 - K_θ en fonction de l'angle d'enroulement	35

Chapitre IV

Figure IV.1 - Représentation 3D de tour à bois.....	40
---	----

Chapitre V

Figure V.1 - Géométrie fixe de bâti de tour	79
Figure V.2 - Forces applique sur le bâti.....	79
Figure V.3 - Maillage du bâti	80
Figure V.4 - Distribution des contraintes de Von Mises sur le bâti.....	80
Figure V.5 - Distribution des déplacements sur le bâti	81
Figure V.6 - Distribution des déformations sur le bâti	82
Figure V.7 - Description des coefficients de sécurité sur le bâti	82
Figure V.8 - Géomètre fixe de copieur	84
Figure V.9 - Forces applique sur le copieur	84
Figure V.10 - Maillage de copieur	85
Figure V.11 - Distribution des contraintes de Von Mises sur le copieur	86
Figure V.12 - Distribution de les contraintes de Von Mises par rapport à les nœuds pour le support de copieur	86
Figure V.13 - Distribution des déplacements sur le copieur	87
Figure V.14 - Distribution des déformations sur le copieur	88
Figure V.15 - Description des coefficients de sécurité sur le copieur	88

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 - Vitesse de coupe pour différents types de bois	10
--	----

Chapitre II

Tableau II.1 - Fonctions de service	19
Tableau II.2 - CDCF	20
Tableau II.3 - Propriété mécanique de la fonte gris	23
Tableau II.4 - Propriété mécanique de l'aluminium T6 - 6061	26

Chapitre III

Tableau III.1 - Valeur du coefficient de service K_s	31
Tableau III.2 - diamètres primitifs pour les poulies trapézoïdales	32
Tableau III.3 - longueur primitive des courroie trapézoïdale	33
Tableau III.4 - Puissances de basse pour les courroies trapézoïdales	34

Chapitre V

Tableau V.1 - Propriétés mécanique de l'HSS M2	83
--	----

Table des abréviations et symboles

HSS : High Speed Steel

AFB : Analyse fonctionnelle du besoin

AB : Analyse du besoin

AFT : Analyse fonctionnelle technique

EME : Eléments de milieu extérieur

FS : Fonction de service

FC : Fonction contrainte

FP : Fonction principale

FT : Fonction technique

CDCF : Cahier des charges fonctionnelle

FAST : Function analysis system technique

ST : Solution technologique

AC : Alternating current

DC : Direct current

CAO : Conception assistée par ordinateur

MDF : Medium Density Fiberboard

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Le tournage sur bois est l'un des plus anciens métiers pratiqués par l'homme, jouant un rôle essentiel dans la fabrication de ses outils et équipements à travers les âges. Avec le développement des compétences manuelles, ce métier est devenu un art à part entière, basé sur la précision et la finesse dans le façonnage du bois sous des formes variées, servant à la fois des objectifs pratiques et esthétiques. Malgré les avancées technologiques, le tour à bois traditionnel conserve sa place dans les industries artisanales et les loisirs personnels, ce qui reflète le besoin constant de développer des outils modernes qui préservent l'essence de cet art tout en améliorant la performance et la productivité.

Ce mémoire a pour objectif l'étude et la conception d'un tour à bois de petite taille, équipé d'un copieur, capable de produire des pièces répliquées à partir de modèles prédéfinis. Ce projet répond aux besoins des petites industries artisanales qui recherchent des équipements fiables alliant simplicité d'utilisation et précision dans l'exécution.

Cette étude est organisée en cinq chapitres :

- Le premier chapitre présente une étude générale sur le tour à bois, abordant son historique, son fonctionnement, ses composants et ses outils. Il traite également des aspects de sécurité, des types de bois adaptés au tournage et des défis qui y sont associés.
- Le deuxième chapitre se consacre à l'étude conceptuelle, où nous effectuons l'analyse fonctionnelle interne et externe du tour, analysons les besoins, et choisissons les matériaux adéquats pour les composants principaux, tout en définissant le système de copie.
- Le troisième chapitre porte sur le choix du moteur approprié et des systèmes de contrôle de vitesse, ainsi que sur les calculs des vitesses produites par le système et la détermination des performances de la machine.
- Le quatrième chapitre présente les dessins d'ensemble et les dessins de définition du tour à bois, en illustrant les différentes pièces et leur assemblage.
- Le cinquième chapitre est dédié à la simulation, où nous analysons la résistance des pièces et leur capacité à supporter les contraintes.

À travers ce travail, nous aspirons à proposer une conception efficace qui combine la simplicité d'utilisation et la précision d'exécution, offrant ainsi une solution adaptée aux ateliers de petite taille et aux artisans.

CHAPITRE I :
GÉNÉRALITÉS SUR LES TOURS À BOIS

I.1. Introduction

Les tours à bois sont des machines essentielles dans le domaine de l'usinage du bois, permettant de transformer ce matériau en formes complexes et esthétiques grâce à leur mécanisme de fonctionnement efficace. Ce chapitre vise à offrir une étude générale sur les tours à bois, en abordant leur historique, leurs composants principaux, leur principe de fonctionnement, ainsi que les outils utilisés et les paramètres de coupe et les normes à suivre pour garantir une performance efficace et sécurisée. Nous examinerons également le choix du bois, les processus de transformation, et les défis qui peuvent survenir.

I.2. Historique

Le tour à bois est l'un des outils les plus anciens utilisés par l'homme pour sculpter et façonner le bois. Son histoire remonte aux civilisations anciennes, où il était connu des anciens Égyptiens il y a environ 1300 ans avant JC. Par la suite, la technologie du tour a été transmise aux Grecs et aux Romains, qui l'ont améliorée et développée.

Initialement, le tour dépendait principalement de la force humaine pour son fonctionnement, utilisant des méthodes telles que le tour à archet [Figure I.1(1)], le tour à perche et le tour à pédale. Ensuite, la technologie du tour a évolué pour dépendre du mouvement de l'eau courante, les rivières et les ruisseaux étant utilisés comme sources d'énergie pour le faire fonctionner [Figure I.1(2)].

Au 18^{ème} siècle, les tours ont connu un grand développement avec la découverte de la puissance de la vapeur, et ont commencé à utiliser la vapeur comme source d'énergie pour les faire fonctionner, améliorant ainsi leur efficacité et leur performance. Avec l'avènement de la révolution industrielle au 19^{ème} siècle, les tours ont connu une transformation majeure en adoptant l'énergie électrique comme source d'alimentation [Figure I.1(3)], ce qui les rendait plus précis et plus efficaces, et leur permettait de façonner une variété de matériaux rapidement et efficacement [1] [2].

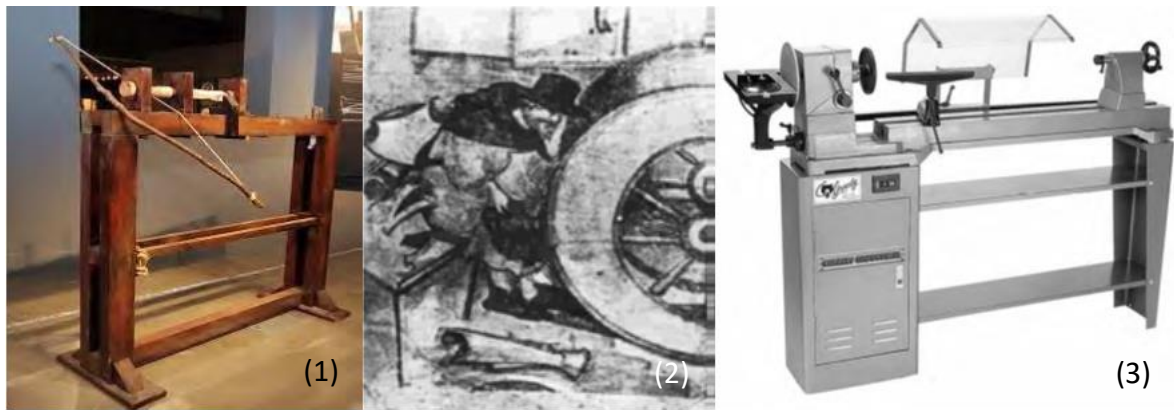


Figure I.1 - Evolution de tour à bois [1] [3]

I.3. Définition et fonctionnement de tour à bois

Le tour à bois est une machine-outil utilisée pour créer des objets de révolution en bois, où la pièce à travailler est fixée à ses extrémités et mise en rotation autour d'un axe longitudinal à une vitesse constante, ce qui permet à la pièce d'être symétrique, tandis que l'opérateur façonne ensuite la pièce avec des outils de coupe selon ses besoins, et ces outils utilisés doivent être plus durs que la pièce à travailler pour assurer un façonnage efficace et précis [4] [5].

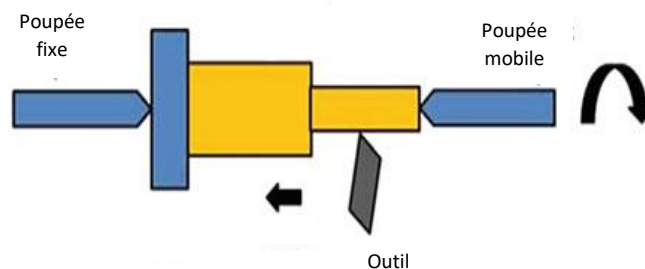


Figure I.2 - Principe de fonctionnement de tour à bois [6]

I.4. Organes d'un tour à bois

Les organes principaux d'un tour à bois sont les suivants :

I.4.1. Banc

C'est la base du tour à bois, où sont fixées les pièces principales de la machine. Fabriqué en fonte par moulage, il est lourd pour assurer la stabilité de la machine. Il comporte une glissière supérieure assurant un guidage pour la poupée mobile et le support d'outil [6].

I.4.2. Bâti

C'est la structure qui soutient le banc. Il est solidement fixé au sol pour assurer la stabilité pendant le travail. Généralement fabriqué en fonte ou en acier, il est également réglable pour

s'adapter à la longueur de l'ouvrier, offrant ainsi confort et facilité d'utilisation. Les mini tours à bois sont généralement livrés sans bâti, ce qui permet de les poser sur une table de travail [6].

I.4.3. Poupée fixe

C'est la pièce la plus importante de la machine. Elle est fixée sur le banc du tour à gauche, et contient un moteur électrique qui entraîne une poulie étagée reliée par une courroie à une autre poulie montée sur un arbre cylindrique en métal, appelé la broche, qui est supportée par des roulements. L'extrémité de la broche est filetée pour permettre le montage du mandrin [6].

I.4.4. Poupée mobile

C'est la partie opposée de la poupée fixe. Elle peut être déplacée le long du banc grâce à une glissière et elle est bloquée dans n'importe quelle position à l'aide d'un verrouillage pour accueillir différentes longueurs de pièces en bois. Elle comprend aussi une broche filetée ou percée pour monter des accessoires, et elle est réglable à l'aide d'un volant de manœuvre. Elle forme, avec la broche de la poupée fixe, un axe parallèle à la glissière, qui est l'axe de tournage [6].

I.4.5. Support d'outil

C'est l'élément qui est situé entre la poupée fixe et la poupée mobile. Il glisse lui aussi sur le banc où l'ouvrier appuie l'outil pour garantir un déplacement parallèle à l'axe de tournage. Ce support est réglable pour s'adapter à la taille de la pièce en bois à usinée [6].

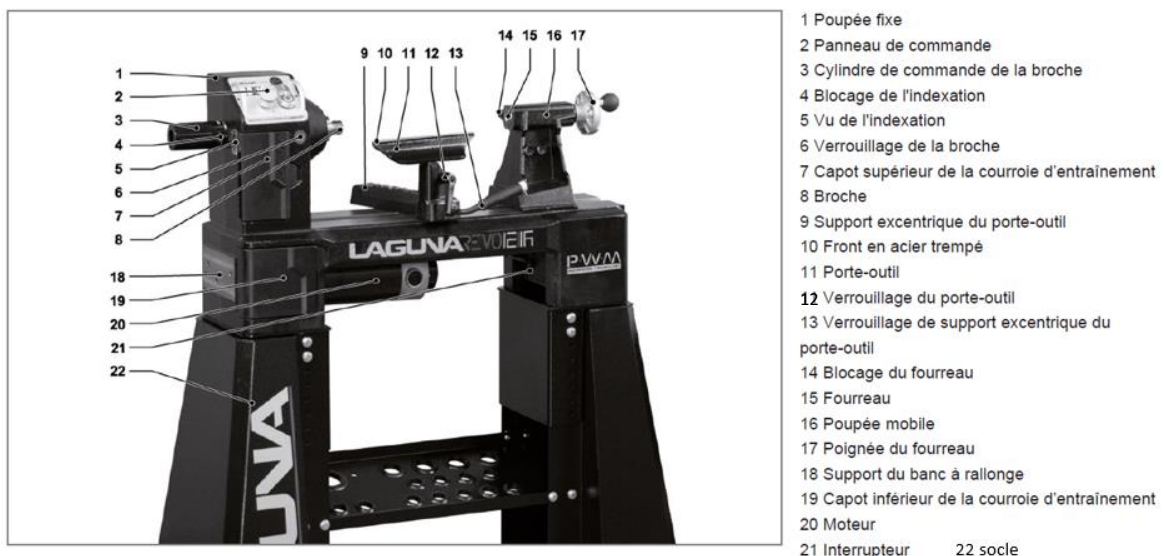


Figure I.3 - Organes d'un tour à bois [7]

I.5. Outils de coupe

Les outils de coupe sont fabriqués à partir de deux types d'acier :

- L'acier fondu, efficace pour la découpe mais perd sa dureté à environ 150°C.
- L'acier rapide HSS, qui conserve sa dureté jusqu'à environ 570°C. Malgré son coût élevé, il reste préféré par les artisans.

Ces outils sont classés en trois principales catégories :

I.5.1. Gouges

Dotées d'une lame courbée, sont utilisées pour dégrossir le bois, le transformer de sa forme initiale en une pièce cylindrique, et également pour créer des baguettes, des gorges ou creuser des bols [4].



Figure I.4 - Gouges [4]

I.5.2. Tronquoirs

Employés pour réaliser des rainures, des épaulements, des renforcements, ainsi que pour lisser le bois [4].



Figure I.5 - Tronquoir [4]

I.5.3. Ciseaux à racler

Des outils de finition utilisés pour effacer les traces laissées par d'autres outils avant le ponçage, permettant ainsi d'obtenir des surfaces lisses [4].



Figure I.6 - Ciseaux à racler [4]

Il existe également d'autres outils utilisés pour des opérations plus complexes, tels que les planes ovales, munis d'une lame biaisée réservée à la réalisation de rainures en V, et les gouges à tore, qui permettent de créer des tores grâce à leur extrémité creuse [4].



Figure I.7 - Différents outils de coupe [4]

I.6. Instruments de mesure et de contrôle

Les instruments de mesure et de contrôle jouent un rôle crucial dans le tournage du bois, car ils sont utilisés pour trouver les centres, marquer les broches et jauger différents diamètres et profondeurs. Parmi les outils de mesure couramment utilisés, on trouve :

- Compas à pointes sèches [Figure I.8 (1)] : utilisé pour le traçage.
- Compas d'épaisseur [Figure I.8 (2)] : utilisé pour contrôler les diamètres extérieurs.
- Compas maître à danser [Figure I.8 (3)] : utilisé pour comparer le diamètre extérieur avec un diamètre intérieur.
- Pied à coulisse [Figure I.8 (4)] : permet de mesurer avec précision au 1/10, au 1/20, ou au 1/50.
- Centreur plastique [Figure I.8 (5)] : permet de trouver le centre d'une pièce, qu'elle soit carrée, cylindrique ou quelconque, et repose sur le principe géométrique selon lequel la médiatrice d'une corde passe par le centre du cercle pour les objets ronds [8] [9].

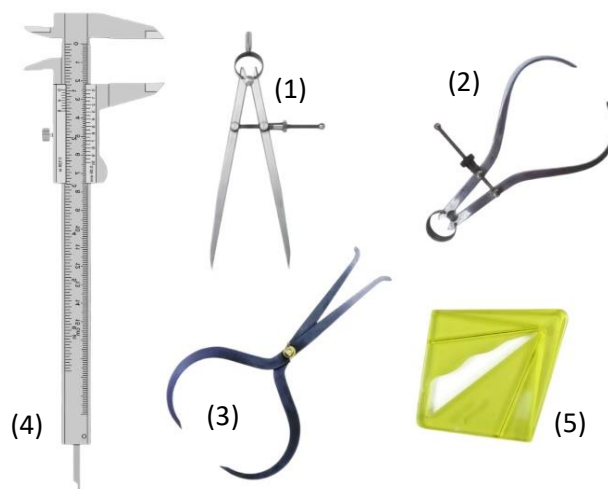


Figure I.8 - Instruments de mesure et de contrôle [8]

I.7. Paramètres de coupe en tournage du bois

Les paramètres de coupe en tournage du bois sont essentiels pour obtenir un travail de qualité et éviter d'endommager le matériau. Voici les principaux paramètres à considérer :

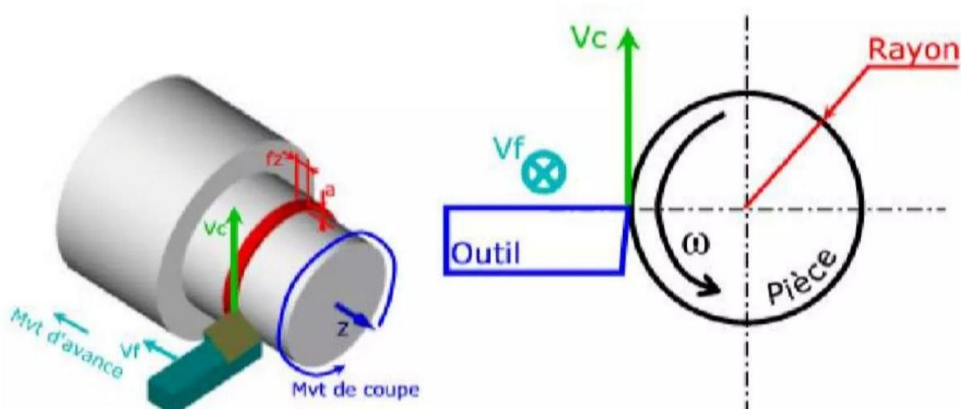


Figure I.9 - Paramètres de coupe [10]

I.7.1. Vitesse de rotation

Aussi appelée la fréquence de rotation, symbolisée par **N**, elle représente le nombre de tours effectués par la pièce de bois en une minute. Cette vitesse dépend du diamètre de la pièce et de la vitesse de coupe, et elle se calcule selon la relation suivante :

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D}$$

N : Vitesse de rotation en [tr/min]

V_c : Vitesse de coupe en [m/min]

D : Diamètre de la pièce de bois en [mm]

I.7.2. Vitesse de coupe

C'est la vitesse à laquelle l'outil se déplace par rapport à la pièce, exprimée en [m/min]. Elle dépend de plusieurs paramètres comme :

- La matière de l'outil.
- Le type de bois à usiner.
- Le type d'usinage.

Tableau I.1 - Vitesse de coupe pour différents types de bois [11]

Matériau	Vitesse de coupe en [m/min]
Panneaux fibre durs et MDF	50 à 60
Bois très durs : Iroko	45 à 65
Bois durs : Sipo - Chêne	50 à 80
Bois mi-durs : Pin - Hêtre	60 à 75
Bois tendres : Sapin - Peuplier	60 à 90

I.7.3. Avance par tour

Symbolisée par **f**, elle représente la distance parcourue par l'outil de coupe à chaque tour de la pièce. Elle détermine la vitesse d'avance de l'outil **V_f** et influe sur l'état de surface de la pièce usinée. Pour le bois, l'avance est généralement comprise entre 0,1 et 1 [mm/tr]. La vitesse d'avance se calcule avec :

$$V_f = f \times N$$

V_f : Vitesse d'avance en [mm/min]

f : Avance par tour en [mm/tr]

N : Vitesse de rotation en [tr/min]

I.7.4. Profondeur de passe

Elle correspond à l'épaisseur de la couche de matière enlevée à chaque passage de l'outil. Il est crucial de la choisir avec soin pour éviter les vibrations et prolonger la durée de vie des outils de coupe [12] [10].

I.8. Bois utilisés

Toutes les variétés de bois peuvent être utilisées pour le tournage si l'artisan est expérimenté, car certains bois sont difficiles à travailler et nécessitent du temps et de l'effort. Dans un souci de facilité, il est préférable d'utiliser des bois semi-durs qui offrent également d'excellents résultats.

Voici quelques exemples de bois répondant à ces critères et disponibles sur le marché : le hêtre, le frêne, l'érable, le charme, l'orme, l'if, l'alisier, le chêne, le pommier, le poirier, le cerisier et le noyer. De plus, les bois verts peuvent également être utilisés en raison de leur facilité de tournage, bien qu'ils puissent se courber et se fissurer après séchage. Ils restent cependant excellents pour les débutants et les amateurs [8].

I.9. Transformation du bois

La transformation des grumes en bois de construction commence par le processus d'abattage, qui a généralement lieu en hiver, lorsque la croissance des arbres est plus lente. Ensuite, elles passent par une série d'opérations incluant le sciage, le séchage et le recoupage en éléments prêts à tourner [13].

I.9.1. Sciage

Après l'abattage de l'arbre et le retrait de ses branches, celui-ci est tronçonné en billes, puis débité de trois manières :

- Le débit en plots [Figure I.10 (1)] : le plus courant, où la bille est coupée en sciages parallèles.
- Le débit sur dosse [Figure I.10 (2)] : permet d'obtenir des éléments de même épaisseur mais de largeurs différentes.
- Le débit sur quartier [Figure I.10 (3)] : permet d'obtenir du bois plus stable lors du séchage [13].

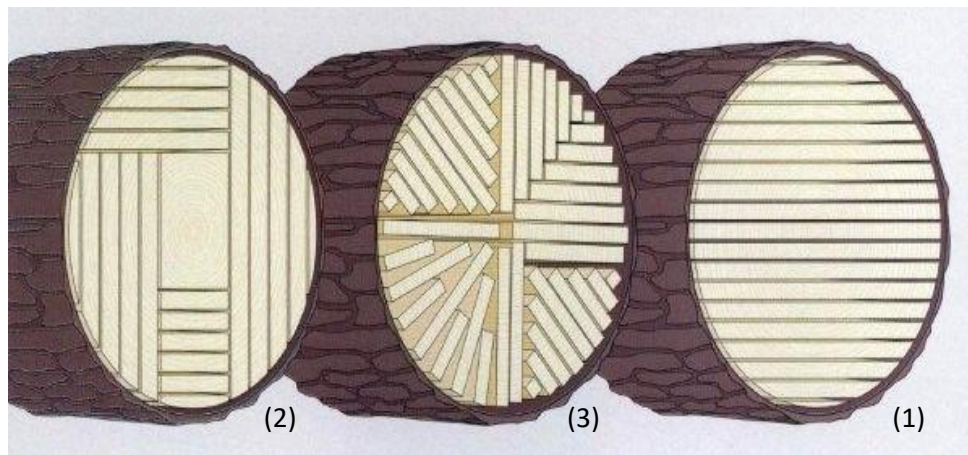


Figure I.10 - Types de sciage de bois

I.9.2. Séchage

Après le sciage du bois, son taux d'humidité est élevé, nécessitant un séchage pour le réduire à un niveau approprié à l'utilisation. Ce processus se fait de deux manières :

- Le séchage à l'air libre [Figure I.11] : une méthode traditionnelle où les planches sont séparées par des minces cales de bois pour permettre à l'air de circuler entre elles. L'inconvénient de cette méthode est sa durée, car le séchage du bois de feuillus d'une épaisseur de 25 mm prend environ un an, mais garantit un bois sain [13].



Figure I.11 - Séchage à l'air libre

- Le séchage artificiel [Figure I.12] : réalisé en séchoir, permettant d'atteindre des niveaux d'humidité très bas, jusqu'à 8%. Son avantage principal est de réduire la durée de séchage de plusieurs mois à quelques jours. Le séchage artificiel doit être effectué avec précision et de manière progressive, car une réduction brutale d'humidité peut provoquer des voilements et des fentes de bout, des gerces et des collapsés [13].



Figure I.12 - Séchage artificiel

I.10. Défauts des bois

Le bois, en tant que matériau vivant, présente plusieurs avantages mais aussi quelques inconvénients qui surviennent pendant la croissance de l'arbre :

- Les nœuds : Ils représentent la base des branches dans le tronc. Ils sont durs et non stables dans le bois, ce qui entrave le processus de tournage. Pour surmonter ce défaut, on compense ces nœuds par des petites pièces de bois circulaires du même type, fixées avec de la colle à bois.
- Les déformations du bois : apparaissent à la suite d'un séchage insuffisant ou trop rapide, et peuvent être tournées, mais les mesures doivent être prises avec prudence.
- Les défauts dus à une croissance inhabituelle : Ils peuvent généralement être tournés sauf dans certains cas nécessitant des ajustements.
- Les défauts résultant de parasites végétaux, d'insectes et de blessures provoquent des fissures et des points faibles et ne peuvent pas être tournés [13].

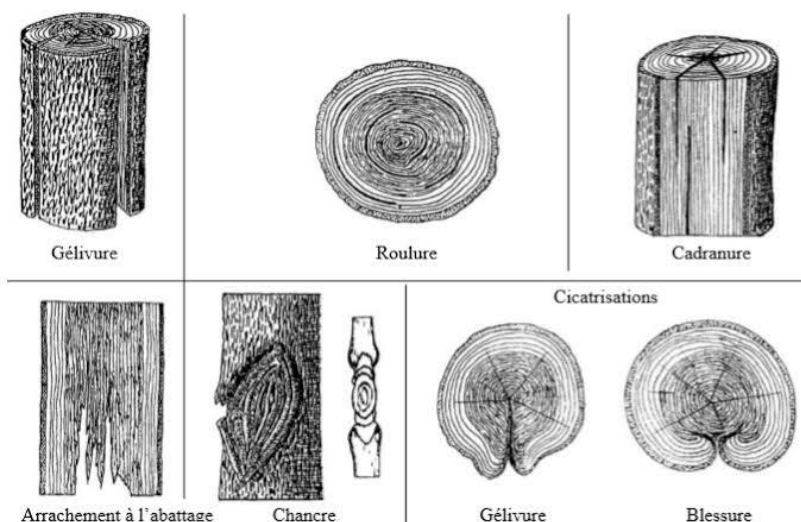


Figure I.13 - Quelques défauts de bois

I.11. Sécurité

Lors du tournage du bois, il est essentiel de porter une protection adéquate pour les yeux et contre la poussière. Des lunettes incassables avec des protections latérales sont le minimum requis, tandis qu'un écran facial complet est recommandé pour les travaux avec des matériaux qui éclatent facilement. La protection contre la poussière est également cruciale, car la poussière de bois, surtout celle des essences tropicales, peut être toxique et cancérigène. Un masque anti-poussière en papier est un minimum, mais un respirateur avec des filtres remplaçables offre une meilleure protection. Pour une protection optimale des yeux et des poumons, les casques à air sont idéaux. Ils combinent un écran facial complet et une protection contre la poussière sans alourdir le système respiratoire, bien qu'ils soient plus coûteux. Il est également important de ne pas porter de vêtements amples, d'enlever tous les bijoux et de s'attacher les cheveux longs pour éviter qu'ils ne s'emmêlent dans la pièce en rotation [14] [5].

I.12. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons réalisé une étude complète du tour à bois, en découvrant son mécanisme de fonctionnement, ses composants essentiels, les outils utilisés, ainsi que les paramètres clés du processus de coupe. Cette étude nous offre une perspective préliminaire cruciale pour la conception de notre tour, et nous aide à établir les bases techniques nécessaires pour développer un modèle qui répondra efficacement aux besoins du projet.

CHAPITRE II :
ETUDE CONCEPTUELLE

II.1. Introduction

L'étude conceptuelle constitue une étape fondamentale dans le processus de conception des projets, car elle vise à définir le cadre général et conceptuel du projet avant de passer à la phase d'exécution. L'importance de cette étude réside dans le fait qu'elle fournit une vision globale des composants essentiels et des fonctions requises, tout en tenant compte des exigences de l'utilisateur ainsi que des contraintes matérielles et techniques, afin d'assurer une performance efficace et fiable du projet.

II.2. But

L'objectif principal est de réaliser une étude de conception d'un tour à bois permettant de dupliquer une pièce de bois à partir d'un gabarit précédemment préparé à l'aide d'un outil de copiage.

II.3. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et valoriser les fonctions offertes par un produit placé dans un système pour satisfaire les besoins de son utilisateur. L'analyse fonctionnelle permet d'utiliser ou d'améliorer ou de créer un produit. Elle repose sur trois étapes [15].

II.3.1. Analyse des besoins

Cette étape permet d'exprimer le besoin

- **Trois questions :**
- A qui le produit rend-il service ?
 - Le menuisier
- Sur quoi le produit agit-il ?
 - Sur le bois
- Dans quel but ? (Pourquoi faire ?)
 - Pour dupliquer des pièces en bois

- **Diagramme Bête à cornes**

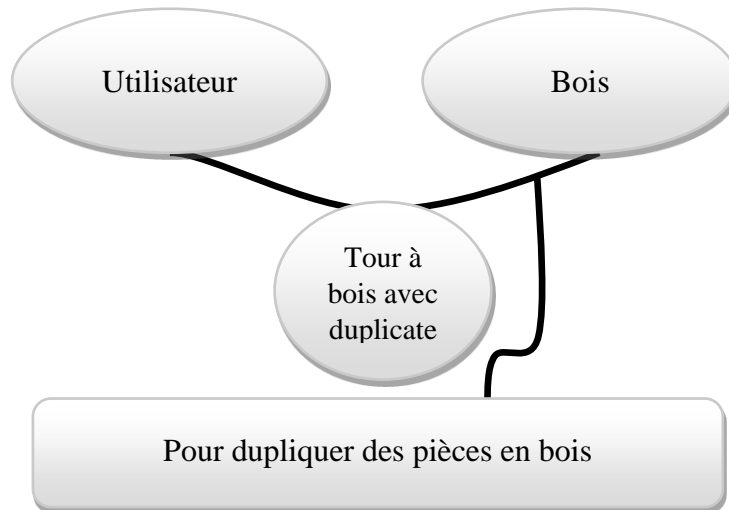


Figure II.1 - Diagramme Bête à cornes

- **Énoncé du besoin**

Le tour à bois avec duplicateur rend service au menuisier en lui permettant de dupliquer facilement et avec précision les gabarits de bois

II.3.2. Analyse fonctionnelle externe

Appelé aussi Analyse Fonctionnelle du besoin (AFB), permet d'identifier les relations du produit avec son contexte d'utilisation [15].

- **Identification des Éléments du Milieu Extérieur (E.M.E.)**

Les EME qui ont une relation avec le produit sont :

Utilisateur - Maintenance - Gabarits - Bois - Cout - Sécurité - Taille - Stabilité - Normes - Milieu ambiant - Poids - Energie.

- Diagramme PIEUVRE

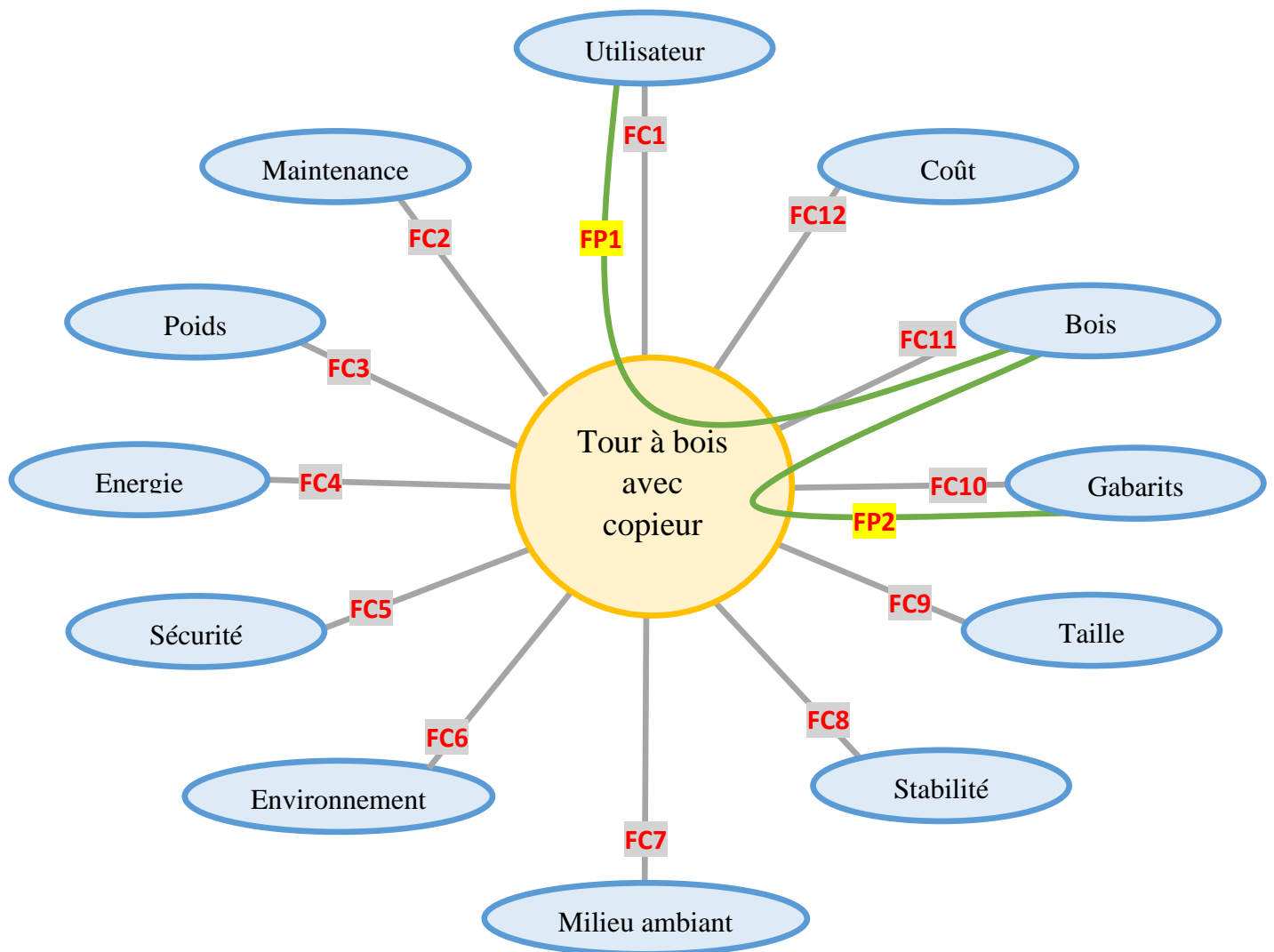


Figure II.2 - Diagramme PIEUVRE

- **Énoncé de la fonction de service**

Tableau II.1 - Fonctions de service

FS	Expressions
FP1	Reproduire les mouvements de la main de l'utilisateur sur le bois
FP2	Copier la forme de gabarit sur le bois
FC1	Simplifier l'utilisation
FC2	Être facile à entretenir
FC3	Minimiser le poids
FC4	Utiliser les Sources d'énergie disponible
FC5	Assurer la sécurité de l'utilisateur
FC6	Respecter l'environnement
FC7	Résister à la sciure dans le milieu ambiant
FC8	Préserver la stabilité de la machine
FC9	La longueur de la machine doit être d'environ 500 mm
FC10	S'adapter à différentes longueurs de gabarits
FC11	S'adapter à différentes formes de bois
FC12	Être économiquement acceptable

- Rédaction du CDCF

Tableau II.2 - CDCF

FS	Expression	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1	Reproduire les mouvements de la main de l'utilisateur sur le bois	Vitesse de rotation		
FP2	Copier la forme de gabarit sur le bois brut	L'outil à copier et l'outil à couper	Parallèle Même longueur	/
FC1	Simplifier l'utilisation	Montage Manipulation	Facile Habituel	/
FC2	Être facile à entretenir	Pièces de rechange Complexité	Disponible Simple	/
FC3	Minimiser le poids	Poids	50Kg	+/- 10Kg
FC4	Utiliser les Sources d'énergie disponible	Courant électrique	230 V 50Hz	+/- 10% +/- 10Hz
FC5	Assurer la sécurité de l'utilisateur	Normes de sécurité	ISO 45001	/
FC6	Respecter l'environnement	Matériaux Energie	Recyclable Renouvelable	/
FC7	Résister à la sciure dans le milieu ambiant	Isolation	100 %	+/- 20%
FC8	Préserver la stabilité de la machine	Planéité de la base Le poids	25 mm 50Kg	+/- 5 mm +/- 10Kg
FC9	La longueur de la machine doit être d'environ 500 mm	Longueur de bête	500 mm	± 10 mm
FC10	S'adapter à différentes longueurs de gabarits	La distance entre les supports du gabarit	Max 190 mm	+/- 5 mm
FC11	S'adapter à différentes formes de bois	Distance entre points Hauteur de la pointe	Max 200 mm 200 mm	+/- 5 mm +/- 5 mm
FC12	Être économiquement acceptable	Peu coûteux	...DA	+/-

II.3.3. Analyse fonctionnelle interne

Appelé aussi Analyse Fonctionnelle Technique (AFT), permet le passage de l'AFB à la conception détaillée [15].

- **Diagramme FAST**

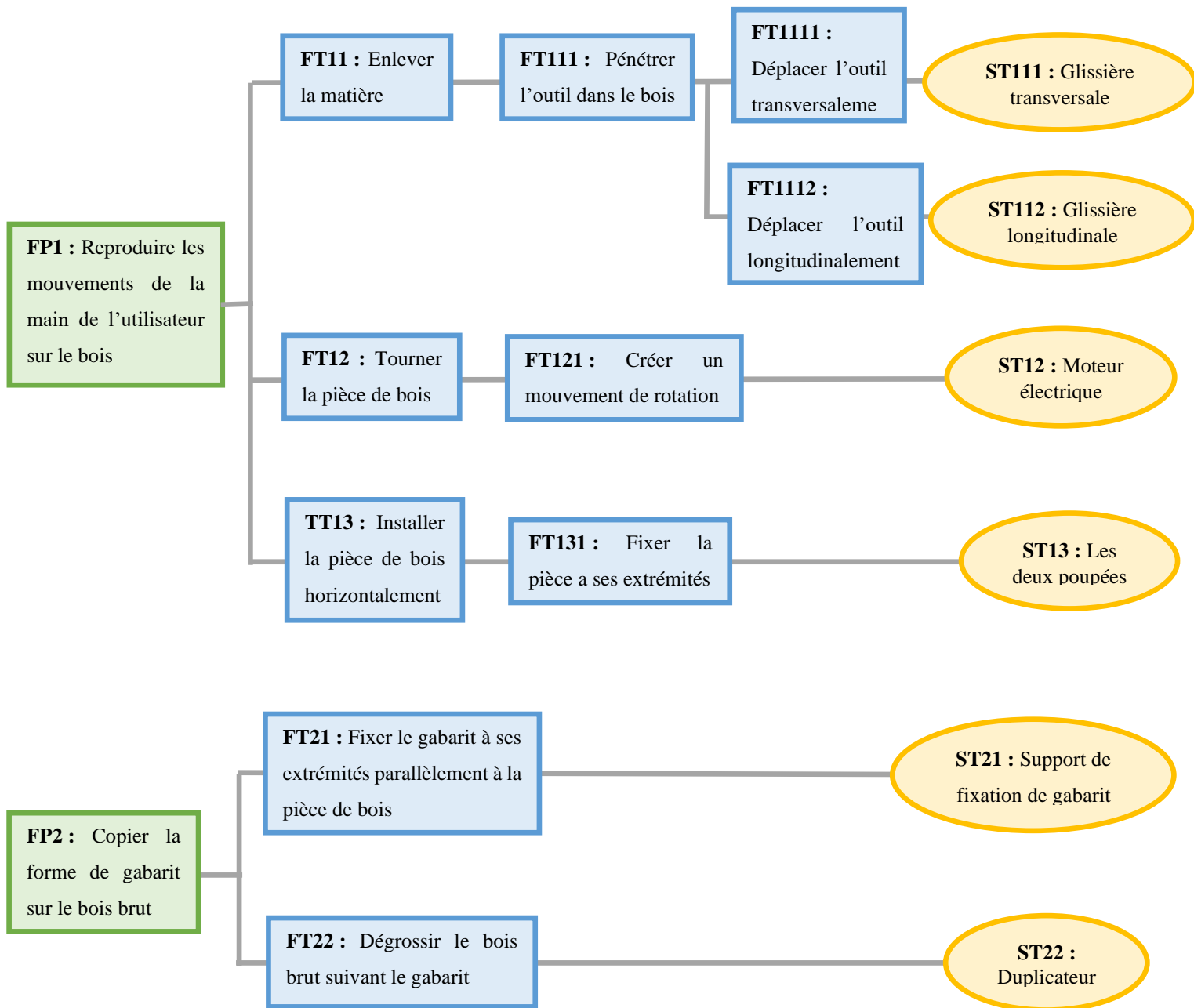


Figure II.3 - Diagramme FAST

II.4. Choix de matériaux

Le bâti de tour est le composant essentiel qui assure le support et la stabilité des autres parties du tour. Par conséquent, le choix du matériau approprié pour la fabrication du bâti joue un rôle crucial dans la détermination de la stabilité, de la précision et de la longévité de la machine. Le matériau sélectionné doit répondre à un ensemble de critères techniques pour garantir une performance élevée et durable :

- **Rigidité et stabilité** : Il est impératif que le matériau du bâti possède une rigidité élevée et une stabilité pour réduire les vibrations et les déformations pendant le processus d'usinage. Cela contribue à améliorer la précision de la pièce usinée et la qualité de la finition de surface.
- **Stabilité thermique** : Le matériau doit avoir un faible coefficient de dilatation thermique pour maintenir la précision dimensionnelle du bâti malgré les variations de température pendant l'usinage.
- **Résistance à l'usure** : Le matériau doit être capable de résister aux forces d'usure résultant du contact direct avec les autres parties mobiles. Les matériaux dotés d'une haute résistance à l'usure sont idéaux pour garantir la durabilité du bâti sur une longue période.
- **Usinabilité** : Le matériau sélectionné doit être facilement usinable pour atteindre la forme et la finition de surface souhaitées.
- **Coût et disponibilité** : Le coût, la disponibilité et la facilité de fabrication jouent un rôle important dans le choix du matériau, car celui-ci doit être facilement accessible et abordable pour assurer la viabilité de la production.

Après avoir examiné les critères précédents et mené des recherches, il est apparu que la fonte grise, identifiée selon la norme européenne NF EN 1561 sous le code EN-GJL-250, est le choix optimal pour la fabrication du bâti de tour. Ce type de fonte se caractérise par la présence de lamelles de graphite dans sa structure, ce qui lui confère sa couleur grise, et il est composé de 2,5 % à 4 % de carbone et de 1 % à 3 % de silicium, avec d'autres impuretés telles que le manganèse, le soufre et le phosphore à des pourcentages allant de 0,1 à 1,2 %, le reste étant du fer.

Les caractéristiques distinctives de la fonte grise :

- Grande capacité d’absorption des vibrations : Le graphite présent dans la structure offre une excellente capacité d’absorption des vibrations, ce qui réduit le bruit et améliore la précision du travail.
- Haute résistance à la compression : La fonte grise présente une résistance à la compression d’environ 840 MPa, ce qui la rend résistante à la déformation sous des charges élevées.
- Facilité de moulage : En raison de sa faible température de fusion, comprise entre 1140 et 1200 °C, la fonte grise est facile à mouler. Son expansion lors de la solidification due à la formation de graphite la rend adaptée à la production de pièces complexes sans rétrécissement ni défauts.
- Résistance à l’usure et à l’oxydation : Grâce à sa composition chimique, la fonte grise présente une grande résistance à l’oxydation et à l’usure résultant du frottement.

Malgré ces avantages, l'un des principaux inconvénients de la fonte grise est sa faible résistance à la traction, qui varie entre 250 et 350 MPa. Cependant, ses nombreuses qualités, en plus de son coût relativement bas, estimé à environ 1,5 € par kilogramme, en font un choix idéal pour les applications de tour [16] [17] [18].

➤ **Remarque :** Le matériau choisi pour le bâti du tour sera également utilisé pour le corps de la poupée mobile et de la poupée fixe. Cette décision s’appuie sur les mêmes critères techniques que ceux appliqués pour le bâti. Cela garantit la cohérence des performances globales de la machine, et facilite le processus de fabrication.

Tableau II.3 - Propriété mécanique de la fonte gris [19]

Dénomination	EN-GJL-250
Résistance à la traction R_m [Mpa]	250 - 350
Limite d’élasticité R_e [Mpa]	165 - 228
Allongement A%	0.8 - 0.3
Résistance à la compression S [Mpa]	840
Dureté Brinell HB	180 - 250
Module d’élasticité E [Gpa]	103 - 118
Coefficient de dilatation α [20 à 100 °C]	10 × 10 ⁻⁶
Masse volumique ρ [Kg/m ³]	7200

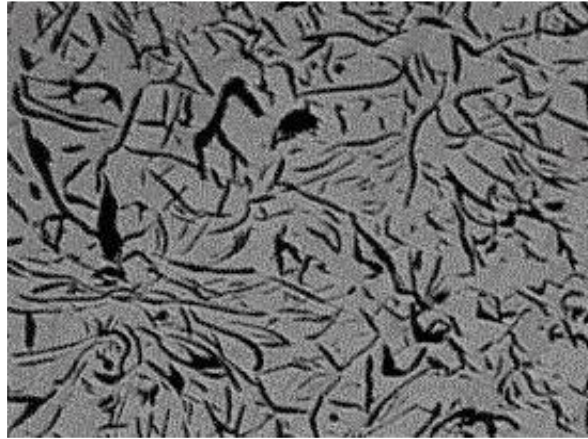


Figure II.4 - Microstructure de la fonte grise lamellaire [19]

II.5. Choix de bois utilisé

Pour le bois que nous utiliserons pour le tournage, j'ai choisi le bois de hêtre pour plusieurs raisons :

- **Facilité de tournage** : Le bois de hêtre est considéré comme un bois semi-dur, ce qui le rend facile à façonner et à sculpter à l'aide d'un tour à bois.
- **Excellentes propriétés mécaniques** : Le bois de hêtre possède de bonnes caractéristiques mécaniques et une grande dureté, ce qui garantit la durabilité et la qualité des produits fabriqués.
- **Large disponibilité sur le marché algérien** : Le bois de hêtre est largement disponible sur les marchés locaux en Algérie, ce qui facilite son approvisionnement.
- **Prix raisonnable** : Le prix du bois de hêtre est raisonnable par rapport à d'autres types de bois, étant estimé à 18 800 DZD par mètre cube.

II.6. Choix de système de copiage

Actuellement, il existe plusieurs types de tours à bois qui permettent de copier des pièces de bois, chacun ayant ses propres caractéristiques et domaines d'utilisation. Parmi ces types, on trouve :

- **Tour à bois numérique CNC avec système de copier**

Ce type de tour est le plus avancé, car il est contrôlé par ordinateur. L'opérateur programme le modèle à l'aide de logiciels de CAO, puis la machine reproduit la forme souhaitée sur la pièce de bois [20].



Figure II.5 - Tour à bois numérique CNC [20]

- **Tour à bois semi-automatique**

Ces tours suivent automatiquement le gabarit en bois à l'aide d'un capteur mécanique, puis reproduisent la forme sur la pièce de bois. L'opérateur se contente de changer les pièces de bois et les gabarits [20].



Figure II.6 - Tour à bois semi-automatique [20]

➤ Ces tours se distinguent par leur précision et leur haute capacité de production, et sont utilisés dans les grands projets industriels. Cependant, ils sont coûteux et complexes, ce qui ne correspond pas aux besoins de notre mini tour à bois.

- **Systèmes de copiage manuels**

Ces systèmes sont une solution idéale pour notre tour à bois. Bien qu'ils aient une capacité de production plus faible, ils sont simples, faciles à utiliser, et permettent un travail du bois qui satisfait la passion des amateurs. De plus, ils sont moins coûteux par rapport aux autres types de systèmes. Ces copieurs manuels sont équipés de deux barres : l'une pour suivre la forme du gabarit fixé sur le tour, et l'autre pour reproduire cette forme sur la pièce de bois

en rotation. L'opérateur déplace manuellement le copieur le long du gabarit avec précision pour compléter le processus.

En ce qui concerne le support des deux barres, nous avons choisi l'aluminium 6061-T6 en raison de sa légèreté, de sa bonne résistance et de sa résistance à la corrosion. Il s'agit d'un alliage d'aluminium contenant principalement du magnésium et du silicium. La désignation "T6" indique que l'alliage a subi un traitement thermique et un vieillissement artificiel pour atteindre une résistance maximale. L'alliage 6061-T6 est l'un des plus couramment utilisés en raison de ses propriétés avantageuses [21].

Le tableau suivant présente certaines de ses caractéristiques mécaniques :

Tableau II.4 - Propriété mécanique de l'aluminium T6 - 6061 [21]

Dénomination	AL 6061 - T6
Résistance à la traction R_m [Mpa]	310
Limite d'élasticité R_e [Mpa]	240
Allongement A%	8 - 10
Résistance à la compression S [Mpa]	240 - 310
Dureté Brinell HB	93 - 105
Module d'élasticité E [Gpa]	68 - 70
Coefficient de dilatation α [20 à 100 °C]	23×10^{-6}
Masse volumique ρ [Kg/m ³]	2700

II.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini l'objectif de cette étude et réalisé une analyse fonctionnelle détaillée de notre tour, en mettant l'accent sur les fonctions principales de tournage et de copiage. Nous avons identifié tous les besoins et contraintes, ce qui nous a permis de formuler le CDCF, puis d'utiliser le diagramme FAST pour trouver des solutions techniques appropriées. Ensuite, nous avons sélectionné les matériaux adéquats afin d'assurer la robustesse et l'efficacité de la machine. Enfin, après avoir comparé différents systèmes de copiage, nous avons opté pour un système manuel en raison de sa simplicité et de son efficacité.

CHAPITRE III :

ETUDE ET CHOIX DU MOTEUR ET

DU SYSTEME DE TRANSMISSION

III.1. Introduction

Le processus de tournage repose sur la rotation de la pièce à usiner à des vitesses variables selon plusieurs critères. Ainsi, le moteur est considéré comme l'élément fondamental du tour et du processus de tournage. De plus, le système de transmission apporte la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux différents types et dimensions de bois. Ce chapitre a pour objectif de choisir un moteur et un système de transmission qui répondent aux exigences de performance et de fiabilité pour notre tour.

III.2. Choix de moteur

Le choix du moteur le plus approprié est une étape essentielle dans la phase de conception, car il doit s'adapter aux conditions environnementales disponibles et répondre aux exigences des travaux prévus.

Pour assurer un choix réussi, il faut suivre les critères suivants :

III.2.1. Aspects de l'alimentation électrique

Les moteurs électriques se divisent en deux types principaux : les moteurs à courant alternatif (AC) et les moteurs à courant continu (DC).

Les moteurs à courant continu (DC) se distinguent par la facilité de contrôle de leur vitesse en modifiant la tension qui leur est appliquée. Ils offrent également un couple de démarrage plus élevé. Cependant, ces moteurs nécessitent plus d'entretien en raison de la présence de balais qui peuvent s'user avec le temps, ce qui augmente les coûts de maintenance.

En revanche, les moteurs à courant alternatif (AC) se caractérisent par leur grande durabilité et leur longue durée de vie, car ils ne comportent pas de balais, ce qui réduit la maintenance nécessaire. Ces moteurs offrent une haute efficacité énergétique et sont moins coûteux que les moteurs DC tout en étant plus répandus sur le marché. De plus, il est possible d'ajouter un variateur de fréquence pour contrôler avec précision la vitesse d'un moteur AC, ce qui compense le besoin de contrôle précis de la vitesse fourni par les moteurs DC.

Pour mon tour, je préfère utiliser un moteur à courant alternatif (AC) car il offre une fiabilité accrue, une meilleure efficacité et nécessite moins de maintenance. De plus, la possibilité d'ajouter un variateur de fréquence permet de contrôler la vitesse avec flexibilité et précision, ce qui est conforme aux exigences du tournage. Nous avons également opté pour un moteur monophasé à 50 Hz afin de garantir sa compatibilité avec la plupart des

installations électriques, offrant ainsi une plus grande flexibilité et une facilité d'utilisation [22] [17].

III.2.2. Synchrones/asynchrone

Les moteurs synchrones offrent certains avantages, tels qu'un meilleur facteur de puissance et une stabilité de vitesse lors d'une augmentation de la charge. Cependant, ces caractéristiques ne sont généralement pas nécessaires pour une utilisation sur un tour à bois car il fonctionne sur une charge constante. Par conséquent, un moteur asynchrone est considéré comme adéquat pour nos besoins en raison de sa compatibilité avec la charge constante, de son coût réduit et de sa simplicité [22] [17].

III.2.3. Indice de protection

Un moteur avec un indice de protection IP55 serait suffisant pour les conditions de travail

III.2.4. Vitesse de rotation

Pour préserver la durée de vie du moteur et garantir son efficacité maximale dans les conditions de travail disponibles, nous choisissons un moteur à 1500 tours par minute.

III.2.5. Puissance

- Calcule de l'effort tangentiel de coupe F_c :

$$F_c = K_c \times a \times f \quad [23]$$

$$K_c = 20 \text{ daN/mm}^2 = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$a = 2 \text{ mm}$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

Donc l'équation devient :

$$F_c = 200 \times 2 \times 0,5 = 200 \text{ N}$$

K_c : Coefficient spécifique de coupe [N/mm^2]

a : Profondeur de passe [mm]

f : L'avance [mm]

- Calcul de la puissance de coupe P_c :

$$P_c = \frac{F_c \times V_c}{60}$$

La vitesse de coupe pour le bois hêtre se situe entre 60 et 75 m/min,

En prenant $V_c = 75$ m/min, alors :

$$P_c = \frac{200 \times 75}{60} = 250 \text{ W}$$

V_c : La vitesse de coupe [m/min]

➤ Pour travailler en toute sécurité, nous choisissons un moteur d'une puissance :

$$P_m = 0,55 \text{ KW}$$

III.3. Variateur de fréquence

Le variateur de fréquence est un dispositif qui permet de contrôler la vitesse de rotation d'un moteur électrique en ajustant la fréquence et la tension du courant qui l'alimente. En plus de cette fonction principale, il offre également des fonctionnalités supplémentaires telles que le contrôle du couple et l'inversion du sens de rotation du moteur.

Le choix du variateur de fréquence dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels :

- La puissance utile des moteurs (puissance du variateur \geq puissance utile de moteur).
- Le type de moteur à connecter (monophasé ou triphasé).
- Le type d'alimentation (monophasée ou triphasée).
- La tension nominale du moteur.
- La plage de fréquence requise.
- Les fonctions de protection : telles que la protection contre la surchauffe, les surintensités et les surcharges, pour garantir la sécurité et la durabilité du système.
- L'environnement de fonctionnement : il est important de considérer si le variateur fonctionnera dans des environnements poussiéreux, humides ou avec des températures élevées, ce qui pourrait nécessiter des conceptions spécifiques ou une protection supplémentaire [24].

III.4. Système de transmission poulies-courroie

La commande par courroie et poulie nous permet d'obtenir les différentes vitesses dont nous avons besoin en tournage, tout en assurant l'élasticité nécessaire entre le moteur et la broche, grâce aux glissements qui se produisent lors des transitions rapides [25].

III.4.1. Type de courroie

Nous choisissons une courroie trapézoïdale qui offre plusieurs avantages. En raison de son efficacité élevée dans le transfert de puissance, de sa stabilité et de sa durabilité, elle garantit

un fonctionnement fluide et fiable de la machine. De plus, sa disponibilité générale et sa facilité d'entretien en font un choix pratique [14].

III.4.2. Poulie

La poulie sera étagée et composée de trois gorges de diamètres différents pour fournir au tour des vitesses variées.

III.4.3. Calcul dimensionnel

- Puissance de service P_s :

La puissance de service est donnée par la relation suivante :

$$P_s = P \times K_s$$

Tableau III.1 - Valeur du coefficient de service K_s [26]

1. Valeur du coefficient de service K_s				
	service léger 0 à 6 h/jour	service normal 6 à 16 h/jour	service dur 16 à 24 h/jour	service très dur en continu
transmission uniforme sans à-coups	1,0	1,2	1,4	1,6
transmission avec légers à-coups et chocs modérés	1,1	1,3	1,5	1,8
transmission avec à-coups et chocs élevés *	1,2	1,4	1,7	2,1

On pose la transmission avec légers à-coups et chocs modérés, et la durée de travail est de 6 à 16 h/jour, alors suivant le Tableau III.1 : $K_s = 1,3$; donc :

$$P_s = 0,55 \times 1,3 = 0,715 \text{ KW}$$

K_s : Coefficient de service

P : Puissance du moteur [kw]

- Pour la puissance de service $P_s = 0,715 \text{ kw}$;
Et la vitesse de petite poulie $N_d = 1500 \text{ tr/min}$;
On choisit la section Z par rapport au figure III.1.

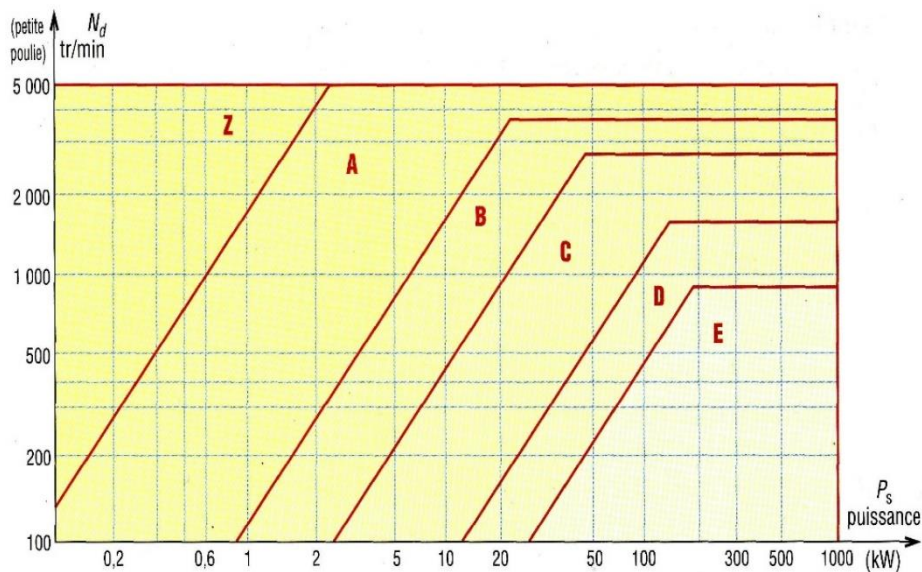


Figure III.1 - gamme des puissance transmissibles par type de courroie [26]

- Choix des diamètres primitifs d_p et D_p par rapport au tableau suivant :
 $d_p = 63 \text{ mm}$; $D_p = 100 \text{ mm}$

Tableau III.2 - diamètres primitifs pour les poulies trapézoïdales [26]

2. Diamètres primitifs d_p et D_p recommandés (mm) pour les poulies trapézoïdales ISO 4183	
Z SPZ	50*, 56*, 63, 71, 75, 80, 90, 100, 112, 125, 132, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 500, 630
A SPA	75*, 80*, 85*, 90, 95, 100, 106, 112, 121, 125, 132, 140, 150, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 300, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 710, 800
B SPB	125*, 132*, 140, 150, 160, 170, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 900, 1 000, 1 120
C SPC	200*, 212*, 224, 236, 250, 265, 280, 300, 315, 335, 355, 400, 450, 500, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 900, 1 000, 1 120, 1 250, 1 400, 1 600, 2 000
D	355, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 900, 1 000, 1 060, 1 120, 1 250, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 2 000
E	500, 530, 560, 600, 630, 670, 710, 800, 900, 1 000, 1 120, 1 250, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 1 900, 2 000, 2 240, 2 500
* : uniquement courroies classiques Z, A, B et C	

Donc le rapport de transmission devient :

$$R = \frac{d_p}{D_p} = \frac{63}{100} = 0,63$$

- Vitesse de courroie V :

$$V = \frac{\omega_d \times d_p}{2}$$

$$V = \frac{\pi \times N_m \times d_p}{60}$$

$$V = \frac{\pi \times 1500 \times 63}{60} = 4948 \text{ mm/s} \approx 5 \text{ m/s}$$

ω : Vitesse angulaire de la petite poulie [rad/s]

d_p : Diamètre de la petite poulie [mm]

N_m : Vitesse de rotation du moteur [tr/min]

- Longueur primitive de courroie L_p :

On pose la longueur entre l'axe de moteur et l'axe de la broche : $a = 335 \text{ mm}$

$$L_p = 2a + \frac{\pi \times (D_p + d_p)}{2} + \frac{(D_p - d_p)}{4a}$$

$$L_p = 670 + \frac{\pi \times 163}{2} + \frac{37}{1340} = 926,07 \text{ mm}$$

Tableau III.3 - longueur primitive des courroie trapézoïdale [26]

3. Longueurs primitives ou de référence L_p (en mm des courroies trapézoïdales)				
(L* : longueur NF ISO 4184 – les autres longueurs varient sensiblement d'un fabricant à l'autre)				
Z	270, 295, 340, 380, 405*, 435, 465, 475*, 485, 505, 530*, 545, 570, 610, 625*, 635, 675, 700*, 710, 750, 780*, 790, 840, 895, 920*, 940, 1 000, 1 055, 1 080*, 1 095, 1 145, 1 205, 1 250, 1 330*, 1 420*, 1 540*...			
A	415, 490, 541, 585, 620, 630*, 670, 700*, 719, 770, 790*, 820, 871, 890*, 933, 983, 990*, 1 049, 1 100*, 1 153, 1 201, 1 250*, 1 303, 1 353, 1 405, 1 430*, 1 455, 1 508, 1 550*, 1 608, 1 640*, 1 709, 1 750*, 1 858, 1 913, 1 940*, 2 013, 2 050*, 2 133, 2 200*, 2 273, 2 300*, 2 393, 2 480*, 2 533, 2 700*, 2 833, 3 183...			
B	613, 655, 680, 729, 780, 830, 881, 930*, 980, 1 000*, 1 033, 1 083, 1 100*, 1 133, 1 185, 1 210*, 1 243, 1 318, 1 370*, 1 393, 1 465, 1 560*, 1 668, 1 760*, 1 872, 1 950*, 2 075, 2 180*, 2 283, 2 300*, 2 380, 2 480, 2 500*, 2 659, 2 700*, 2 870*, 3 200*, 3 393, 3 600*, 3 793, 4 060*, 4 430*, 4 820*, 5 043, 5 370*, 5 620, 6 070*, 6 585...			
C	920, 1 075, 1 152, 1 312, 1 462, 1 505*, 1 662, 1 760*, 1 840, 1 950*, 2 094, 2 195*, 2 348, 2 420*, 2 500, 2 715*, 2 907, 2 880*, 3 080*, 3 312, 3 520*, 3 720, 3 964, 4 060*, 4 177, 4 278, 4 600*, 5 015, 5 380*, 5 662, 6 100*, 6 362, 6 815*, 7 035, 7 600*, 8 038, 8 444, 9 100*, 10 062, 10 700*...			
D	2 576, 2 740*, 2 876, 3 100*, 3 226, 3 330*, 3 530, 3 730*, 4 080*, 4 386, 4 620*, 5 029, 5 400*, 5 676, 6 100*, 6 370, 6 840*, 7 126, 7 620*, 8 000, 8 405, 9 140*, 10 700*, 11 276, 12 200*, 13 700*, 15 200*...			
E	4 660*, 5 040*, 5 105, 5 420*, 5 765, 6 100*, 6 505, 6 850*, 7 265, 7 650*, 8 055, 8 410, 8 790, 9 150*, 10 035, 11 230, 12 230*, 13 750*, 15 280*, 16 800*...			
Séries étroites	SPZ 630 à 3 550	SPA 800 à 4 500	SPB 1 250 à 8 000	SPC 2 000 à 12 500
L_p (ISO 4184) : 650, 710, 800, 900, 1 000, 1 120, 1 250, 1 400, 1 600, 1 800, 2 000, 2 240, 2 500, 2 800, 3 150, 3 500, 4 000, 4 500, 5 000, 5 600, 6 300, 7 100, 8 000, 9 000, 10 000, 11 200, 12 500				

D'après le Tableau III.3, On constate que la valeur la plus proche de la longueur calculer est : $L_p = 940$ mm

- Vérification de l'entraxe a :

$$\frac{D_p}{d_p} = \frac{100}{63} = 1,58$$

Pour : $1 \leq \frac{D_p}{d_p} \leq 3$; Il faut vérifier que : $\frac{D_p+d_p}{2} + d_p \leq a < 3(D_p + d_p)$

$$\frac{D_p + d_p}{2} + d_p = \frac{163}{2} + 63 = 144,5 < a$$

$$3 \times (D_p + d_p) = 3 \times 163 = 489 > a$$

Donc l'entraxe a est vérifiée.

- Puissance de base P_b :

Suivant le Tableau III.4 on a :

Pour une vitesse linéaire de la courroie $V = 5$ m/s et d'un diamètre de 60 mm nous avons une puissance de base $P_b = 0,62$ kw

Alors la puissance P_b pour un diamètre de 63 mm et de même vitesse de courroie devient :

$$P_b = \frac{63 \times 0,62}{60} = 0,65 \text{ KW}$$

Tableau III.4 - Puissances de base pour les courroies trapézoïdales [26]

4. Puissance de base P_b en kW des courroies trapézoïdales classiques													
type courroie	diamètre primitif	vitesse linéaire V de la courroie (m/s)					type courroie	diamètre primitif	vitesse linéaire V de la courroie (m/s)				
		5	10	15	20	25			5	10	15	20	25
Z	50	0,45	0,72	0,85	-	-	C	180	3,92	6,10	7,33	8,32	-
	60	0,62	1,05	1,35	-	-		210	4,59	7,38	9,40	10,86	11,76
	70	0,73	1,29	1,70	1,94	-		240	4,99	8,31	10,82	12,75	14,14
	80	0,83	1,48	1,97	2,30	2,41		280	5,50	9,27	12,26	14,70	16,50
	90	0,90	1,61	2,18	2,58	2,76		320	5,83	9,96	13,34	16,10	18,29
	100	0,95	1,72	2,37	2,80	3,04		360	6,14	10,56	14,16	17,19	19,69
	110	1,00	1,82	2,48	2,99	3,27		430	6,55	11,25	15,32	18,68	21,43
A	85	1,25	2,04	2,66	3,01	-	D	290	8,92	13,44	15,95	16,80	-
	100	1,42	2,37	3,12	3,99	4,10		320	9,84	15,41	18,90	20,74	20,92
	115	1,55	2,64	3,52	4,21	4,73		360	10,94	17,50	22,07	24,96	26,19
	130	1,65	2,85	4,04	4,60	5,22		400	11,80	19,20	24,61	28,33	30,42
	150	1,75	3,03	4,10	4,80	5,72		460	12,78	21,18	27,55	32,29	34,37
	170	1,82	3,19	4,33	5,00	6,10		520	13,58	22,71	29,85	35,35	39,20
	190	1,87	3,30	4,54	5,55	6,39		580	14,16	23,96	31,64	37,76	42,80
B	120	2,11	3,23	4,23	4,80	-	E	440	10,97	18,85	24,69	28,33	29,44
	140	2,35	3,95	5,02	5,83	6,37		480	11,89	20,65	27,39	31,92	33,91
	160	2,57	4,03	5,61	6,63	7,37		520	12,62	22,15	29,63	34,95	37,68
	180	2,72	4,39	6,09	7,24	8,14		600	13,84	24,57	33,28	39,86	43,75
	200	2,81	4,81	6,42	7,71	8,75		700	14,94	27,26	36,66	44,28	49,35
	220	2,92	4,89	6,73	8,13	9,24		800	15,77	28,50	39,18	47,60	53,56
	250	3,01	5,06	6,89	8,64	8,85		950	16,82	30,40	42,00	51,40	59,13

- Puissance admissible P_a :

$$P_a = P_b \times K_L \times K_\theta$$

- Suivant la Figure III.2 on trouve : pour $L_p = 940 \text{ mm} \rightarrow K_L = 0,95$

$$\theta_d = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D - d}{2a} \right) = 173,7^\circ$$

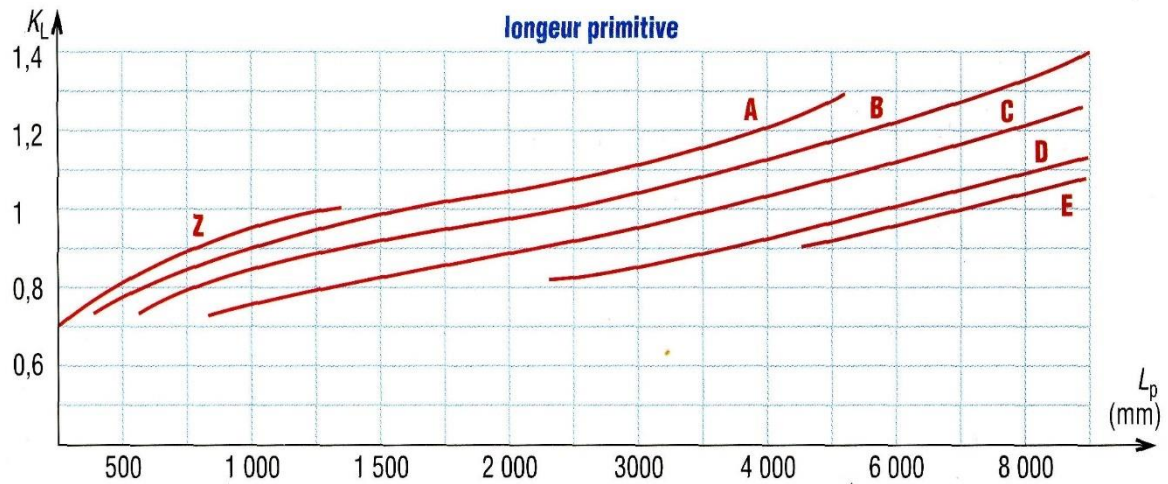


Figure III.2 - K_L en fonction de la longueur primitive [26]

- Suivant la Figure III.3 on trouve : $K_\theta = 0,98 \approx 1$

Alors :

$$P_a = 0,65 \times 0,95 \times 0,98 = 0,61 \text{ KW}$$

K_L : Coefficient correcteur fonction de la longueur primitive

K_θ : Coefficient correcteur fonction de l'angle d'enroulement

θ_d : Angle d'enroulement sur la petite poulie

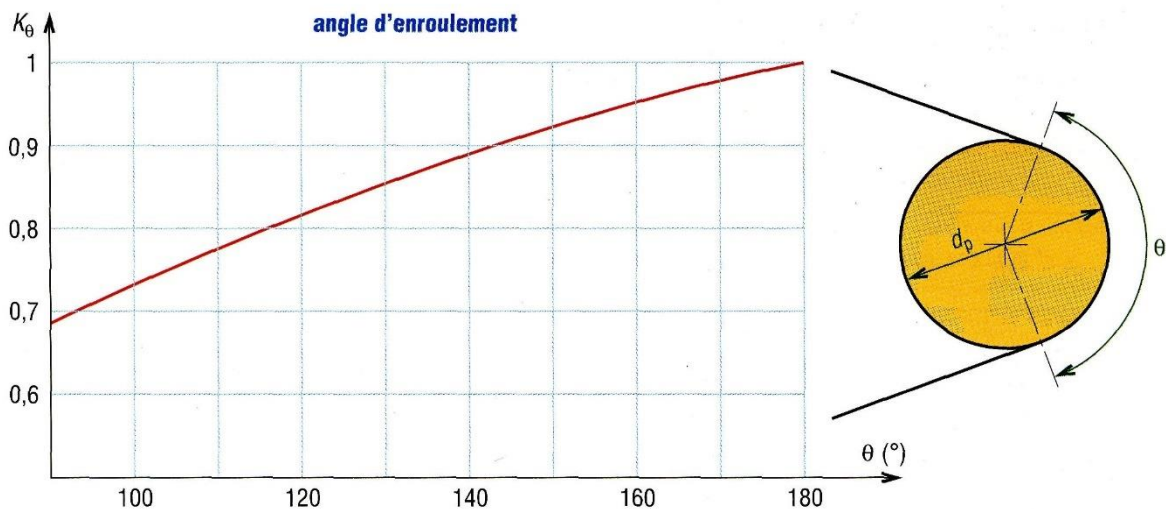


Figure III.3 - K_θ en fonction de l'angle d'enroulement [26]

- Nombre de courroie nécessaires n_c :

$$n_c = \frac{P_s}{P_a} = \frac{0,715}{0,61} = 1,1 \approx 1$$

III.4.4. Vitesse fournie par chaque étage

- Vitesse 1 :

C'est la vitesse la plus faible où : $D_m = 63 \text{ mm}$, et $D_r = 100 \text{ mm}$

$$N_s = R \times N_m$$

$$R = \frac{D_m}{D_r}$$

$$R = \frac{63}{100} = 0,63$$

$$N_s = 0,63 \times 1500 = 945 \text{ tr/min}$$

- Vitesse 2 :

C'est la vitesse moyenne où : $D_m = D_r = 80 \text{ mm}$, et le rapport $R = 1$ alors :

$$N_s = N_m = 1500 \text{ tr/min}$$

- Vitesse 3 :

C'est la vitesse la plus forte où : $D_m = 100 \text{ mm}$, et $D_r = 63 \text{ mm}$

$$N_s = R \times N_m$$

$$R = \frac{D_m}{D_r}$$

$$R = \frac{100}{63} = 1,58$$

$$N_s = 1,587 \times 1500 = 2380 \text{ tr/min}$$

III.5. Vérification des vitesses de rotation et des capacités de tournage

Après avoir choisi le moteur approprié pour le tour à bois et le système de transmission adéquat, il est nécessaire de s'assurer de l'efficacité des vitesses obtenues. Pour ce faire, il faut prendre en compte certaines considérations :

- Selon le tableau 1.1, les vitesses de coupe optimales pour les différents types de bois varient entre 45 et 90 [m/min].
- La fréquence minimale à laquelle le moteur peut fonctionner efficacement est d'environ 10 % de sa fréquence nominale, soit environ 5 Hz.
- Les calculs seront effectués en fonction des diamètres des plus grandes et des plus petites pièces de bois pouvant être tournées, avec les vitesses de coupe minimale et maximale respectivement.

- **Calcul de la vitesse minimale de système**

La vitesse minimale produite par le moteur via le système de transmission (poulie-courroie) est de 945 [tr/min]. Ainsi, en faisant fonctionner le moteur à une fréquence de 5 Hz :

$$n_{s2} = \frac{f_2}{f_1} \times n_{s1}$$

$$n_{s2} = \frac{5}{50} \times 945 = 94.5 \text{ [tr/m]}$$

- **Calcul du diamètre de la plus grande pièce de bois pouvant être tournée**

En utilisant la vitesse de coupe minimale 45 [m/min] :

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$D = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times N}$$

$$D = \frac{45 \times 1000}{\pi \times 94.5} = 151.5 \text{ [mm]}$$

Il est également possible de tourner des pièces plus grandes en utilisant une vitesse de coupe plus élevée, notamment pour les bois semi-durs.

- **Calcul du diamètre de la plus petite pièce de bois pouvant être tournée**

La vitesse maximale produite par le moteur via le système de transmission est de 2380 [tr/min]. Ainsi, en utilisant la vitesse de coupe maximale 90 [m/min] :

$$D = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times N}$$

$$D = \frac{90 \times 1000}{\pi \times 2380} = 12.03 \text{ [mm]}$$

Il est également possible de tourner des pièces plus petites en utilisant une vitesse de coupe inférieure, en particulier pour les bois semi-durs

En résumé, les vitesses obtenues permettent de tourner tous types de bois avec des diamètres allant de 12 à 150 mm, et il est également possible de tourner certains bois avec des diamètres inférieurs ou supérieurs. Cela est largement suffisant pour un mini tour à bois.

III.6. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer le moteur le plus approprié et le système de transmission optimal pour le tour à bois. Les calculs ont conduit à la sélection d'un moteur asynchrone monophasé avec une fréquence de 50 Hz, une vitesse de rotation de 1500 tr/min et une puissance de 0,55 KW. Nous avons également ajouté un variateur de fréquence, ce qui nous a permis d'atteindre les vitesses les plus basses possibles. En outre, nous avons choisi un système de transmission poulie-courroie adapté, ce qui a finalement produit des vitesses allant de 94,5 à 2380 tr/min, offrant ainsi une flexibilité pour travailler avec différentes types et dimensions de bois.

CHAPITRE IV :
CONCEPTION

IV.1. Introduction

Après avoir finalisé les calculs nécessaires et sélectionné les composants appropriés dans les chapitres précédents, vient désormais l'étape de conception, une étape cruciale pour transformer les concepts théoriques en composants tangibles et réalisables. Dans ce chapitre, nous allons concevoir les dessins d'ensemble et les dessins de définition en utilisant le logiciel SolidWorks, qui offre un environnement idéal pour créer des modèles tridimensionnels avec efficacité et précision dans les détails.

IV.2. Représentation 3D

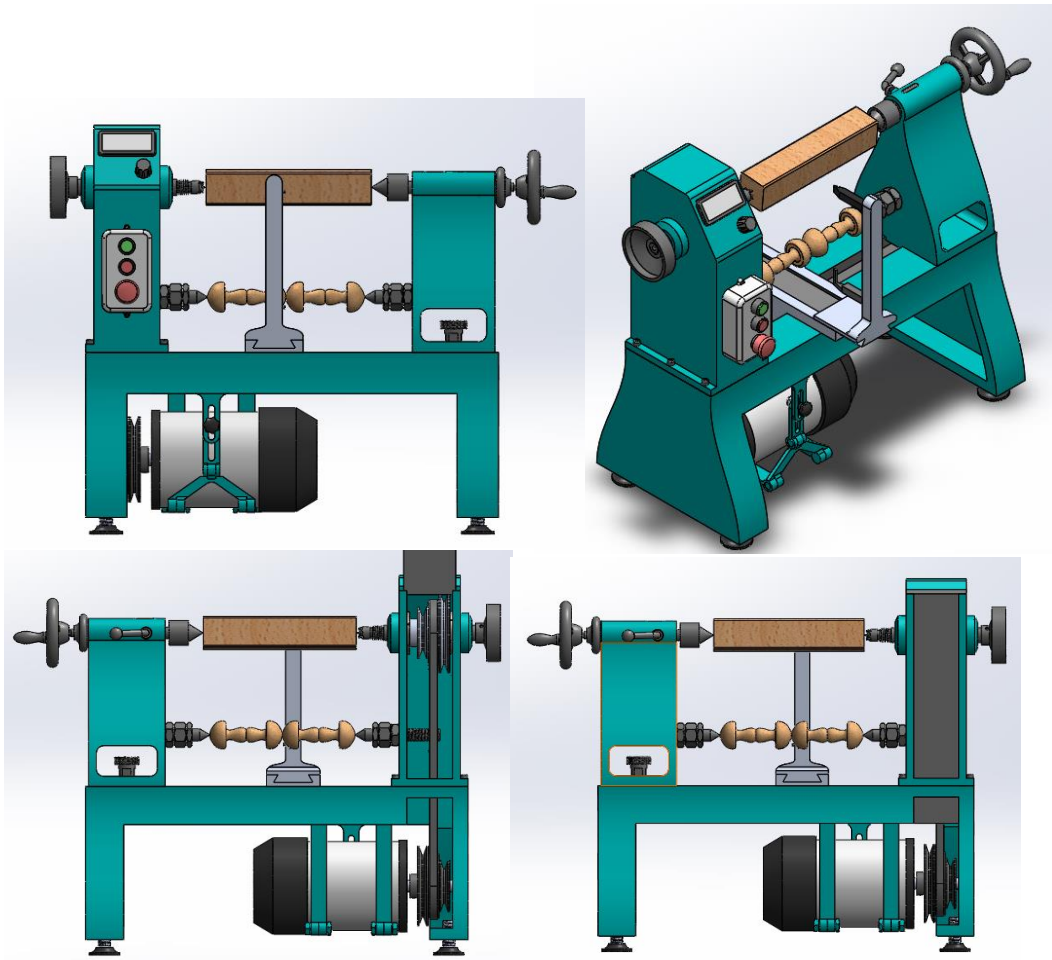
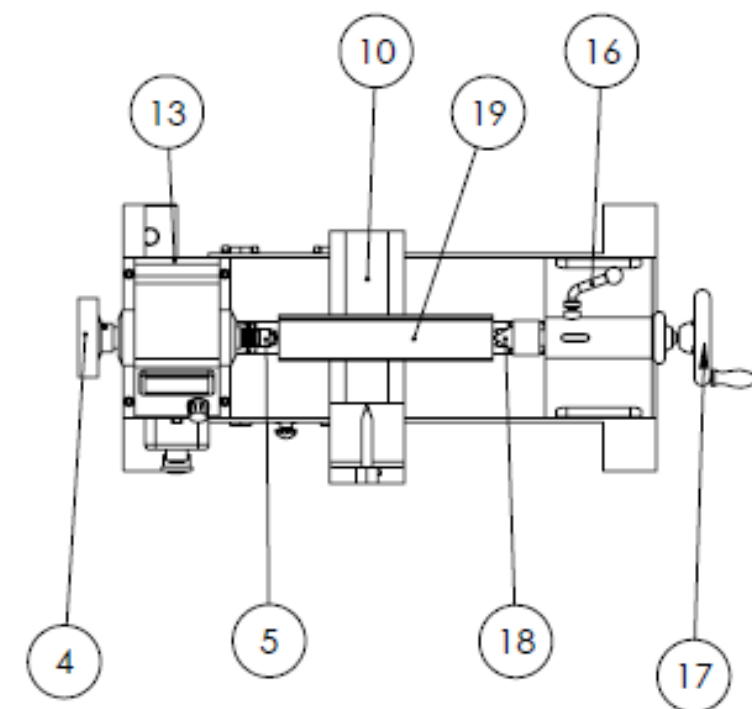
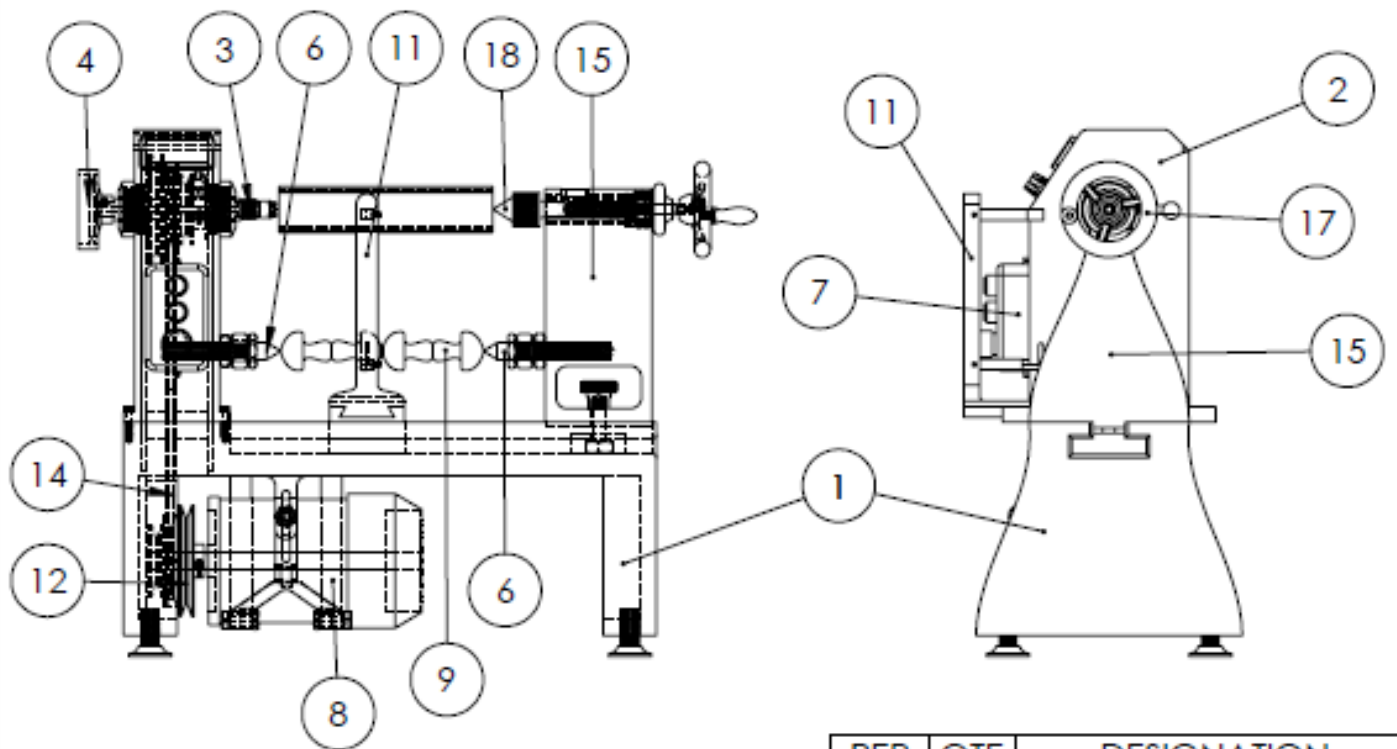


Figure IV.1 - Représentation 3D de tour à bois

IV.3. Dessins d'ensemble et dessins de définition

Les dessins suivants montrent :

- ✓ Les dessins d'ensemble comprennent un dessin du tour à bois complet, un dessin de la poupée mobile, et un dessin de la poupée fixe.
- ✓ Les dessins de définition de toutes les pièces du tour.
- ✓ Les dessins de définition pour deux gabarits de copiage



REP	QTE	DESIGNATION
1	1	bâti
2	1	Poupée fixe
3	1	Broche
4	1	Volant
5	1	Griffe
6	2	Support de gabarit assemblee
7	1	Commande marche arrêt
8	1	Moteur
9	1	gabarit 01
10	1	Fixation de porte outil
11	1	Duplicateur
12	1	Poulie moteur
13	1	Capot
14	1	Belt 1-5^Tour a bois avec copieur
15	1	Poupée mobile
16	1	Levier de blocage
17	1	Volant de manoeuvre
18	1	Contre pointe
19	1	piece de bois



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

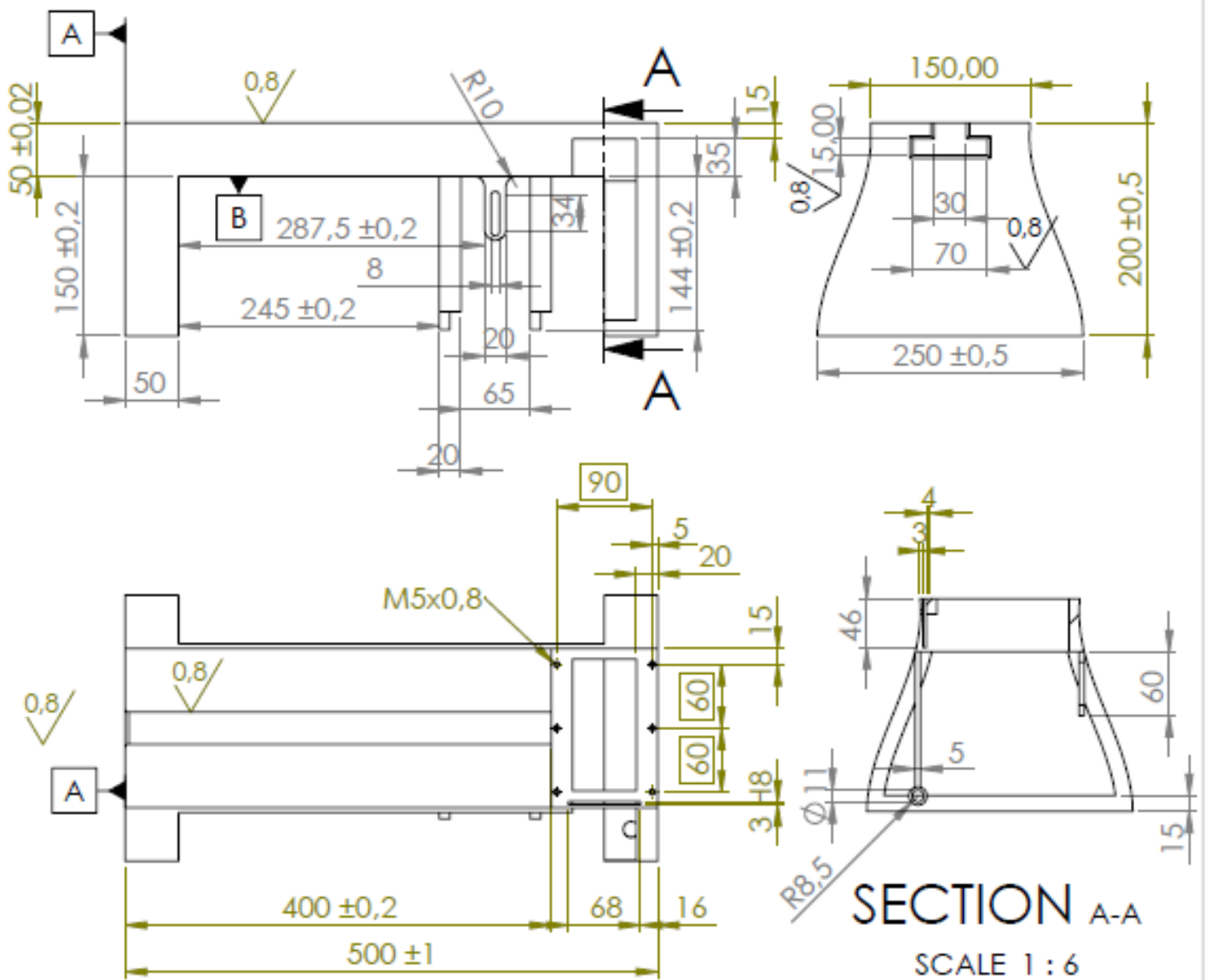
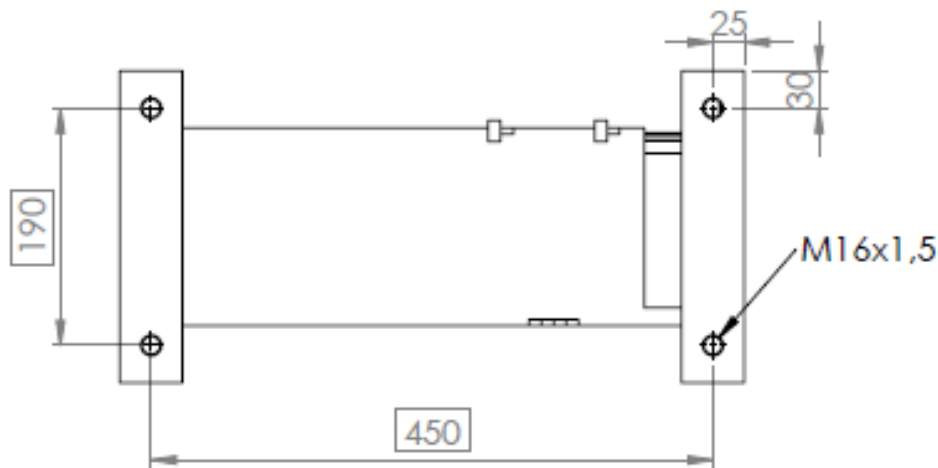
Echelle: 1:7

Tour à bois avec copieur

2023 - 2024

Fiche:

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

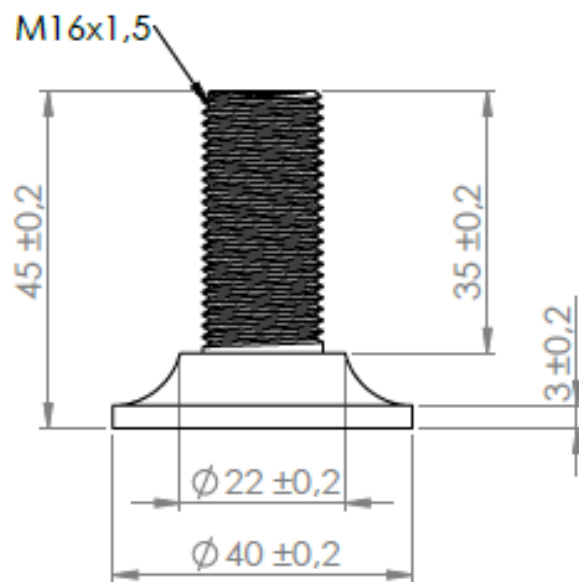
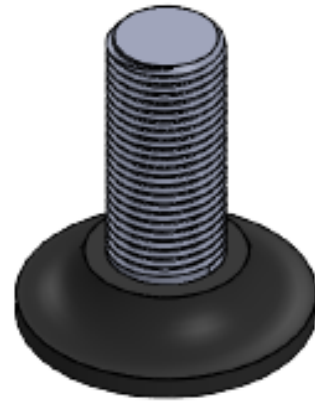
Echelle: 1:6

2023 - 2024

Fiche:

Bati de tour

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

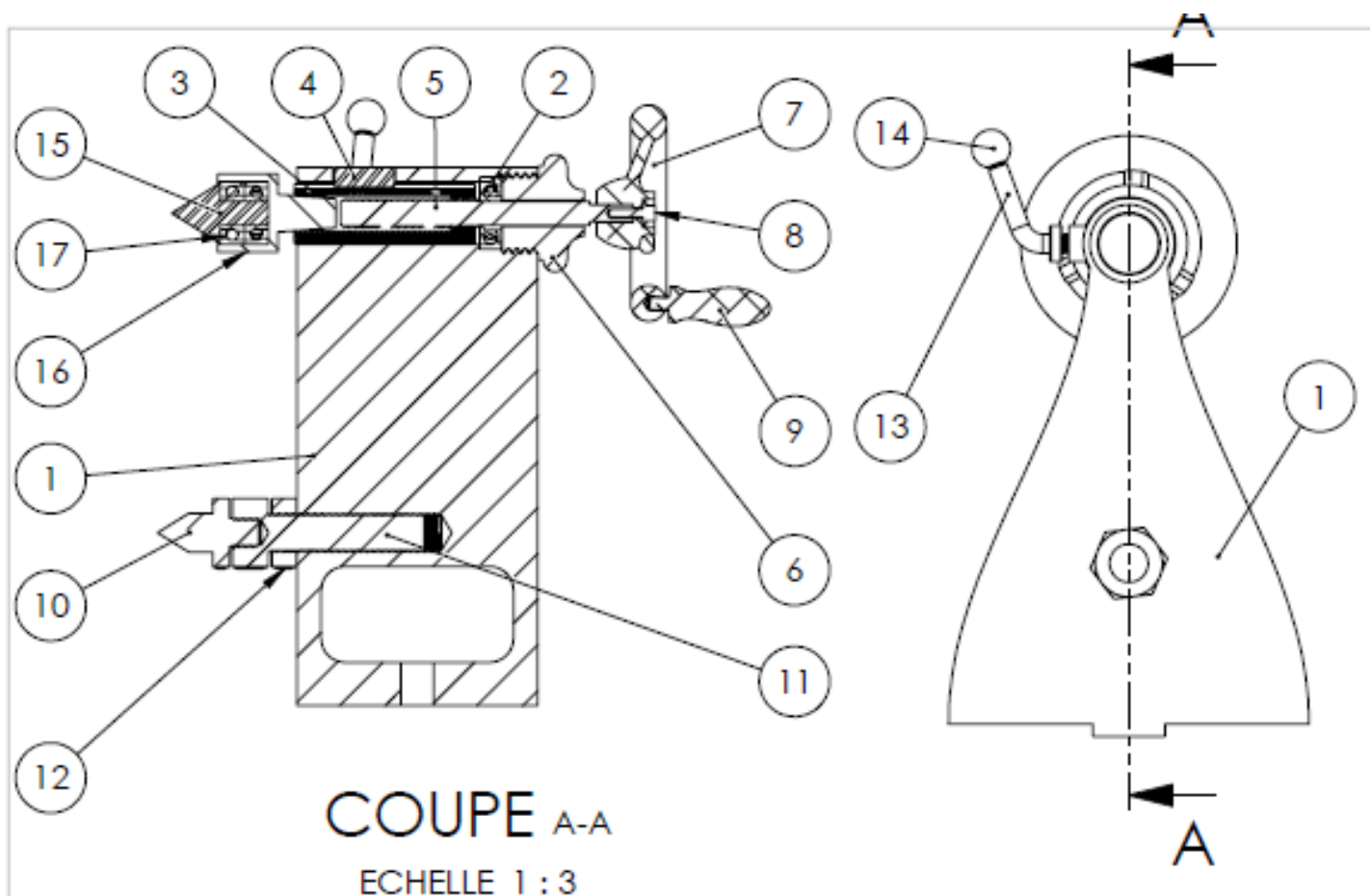
Echelle: 1:1

2023 - 2024

Fiche:

Pied de tour

A4



QTE	REP	DESIGNATION	MATERIAU
1	1	Poupée mobile	0.6025 (EN-GJL-250)
1	2	SKF - 7200 BE - 8,DE,AC,8_68	
1	3	Fourreau	AISI 1045 Steel, cold drawn
1	4	Clavette	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	5	Vis mère de fourreau	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	6	Palier	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	7	Volant de manoeuvre	6061-T6 (SS)
1	8	Vis de volant	
1	9	poignee	6061-T6 (SS)
1	10	Contre pointe de gabarit	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	11	Vis d'adaptation	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	12	Ecrou d'adaptation	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	13	Levier de blocage	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	14	Boule de manoeuvre	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
1	15	Contre pointe	AISI 1045 Steel, cold drawn
1	16	Support de contre pointe	AISI 1045 Steel, cold drawn
2	17	ISO 15 ABB - 2010 - 8,DE,AC,8_68	



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

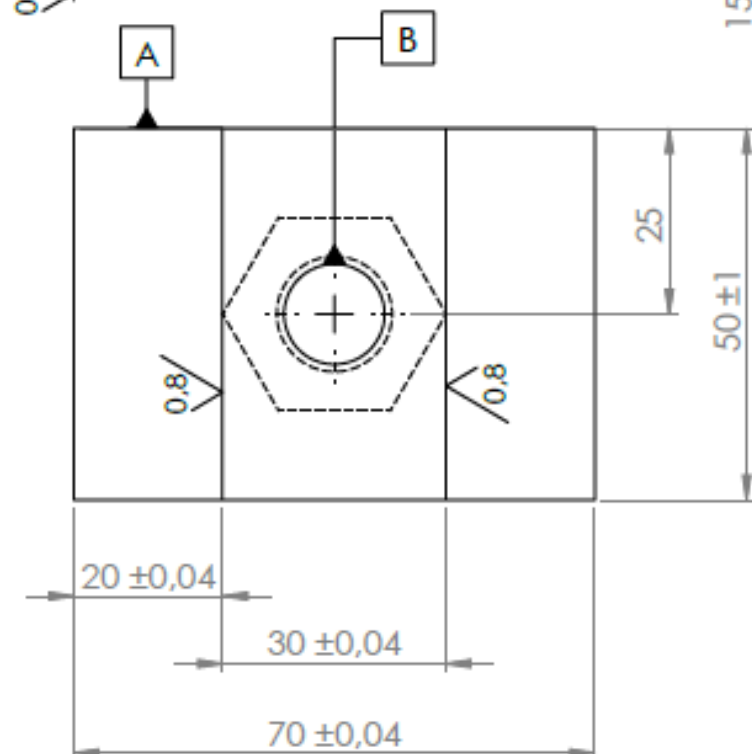
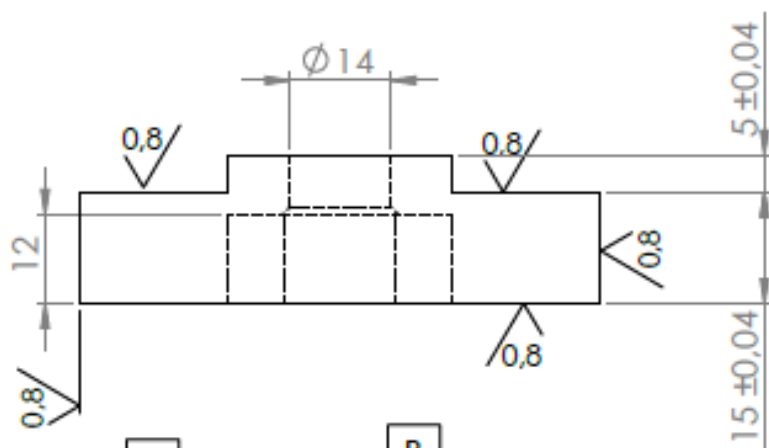
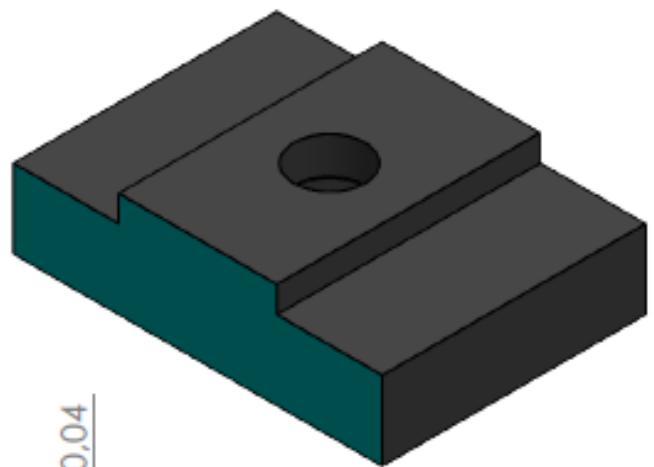
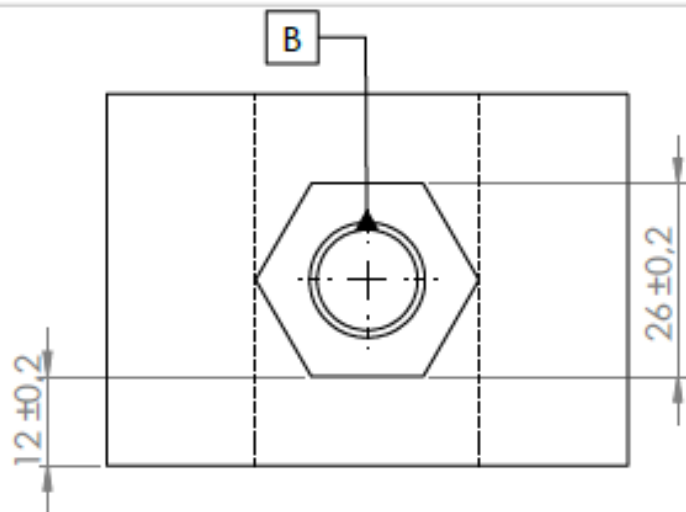
Echelle: 1:3

2023 - 2024

Fiche:

Poupée mobile

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

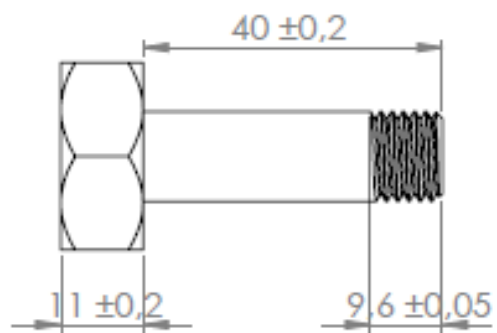
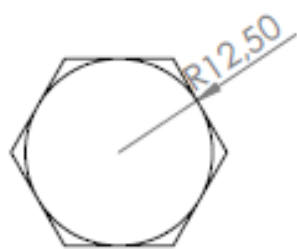
Echelle: 1:1

2023 - 2024

Fiche:

Fixation de la poupée mobile

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

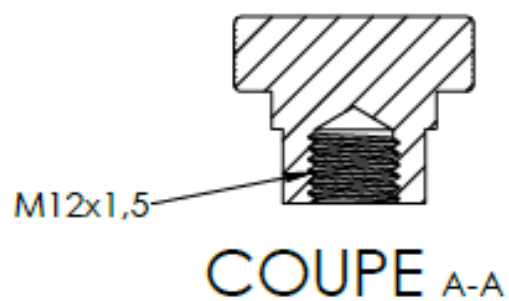
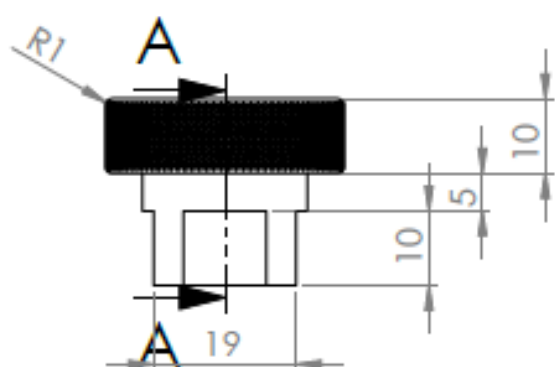
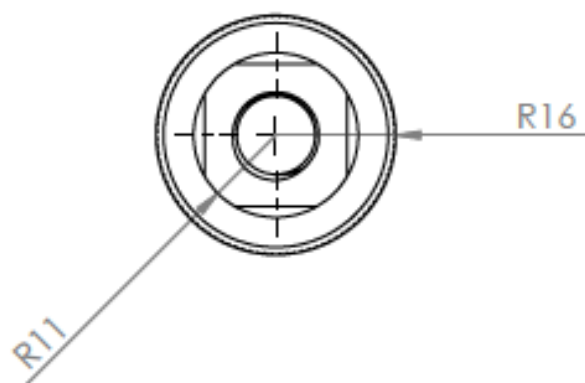
Echelle: 1:1

Vis de blocage de la
poupee mobile

2023 - 2024

Fiche:

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

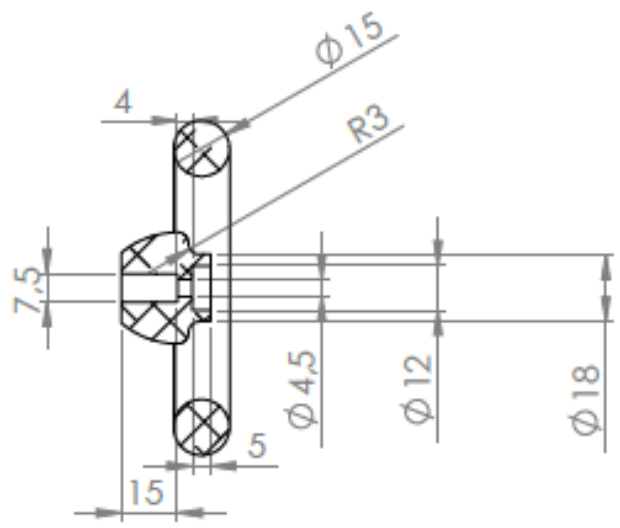
Echelle: 1:1

Ecrou de blocage de la
poupée mobile

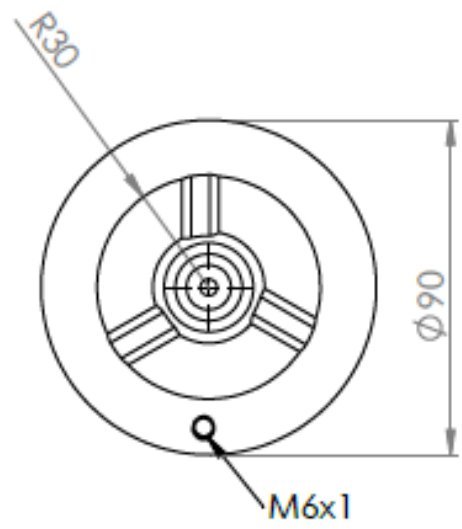
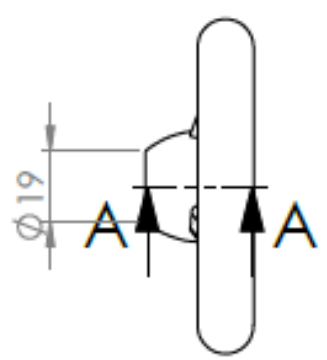
2023 - 2024

Fiche:

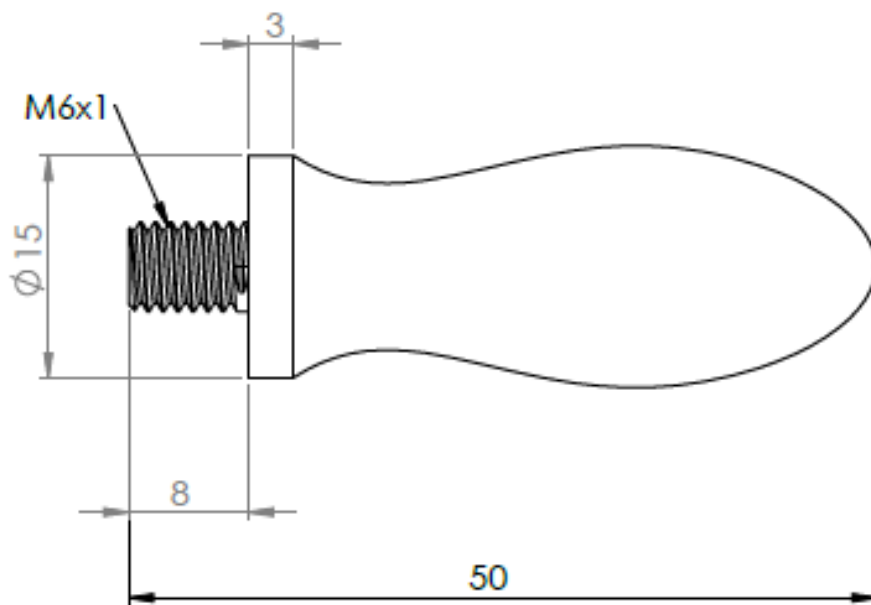
A4



SECTION A-A



	Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen	GM - CM
Echelle: 1:2	Volant de manoeuvre	2023 - 2024
Fiche:		A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

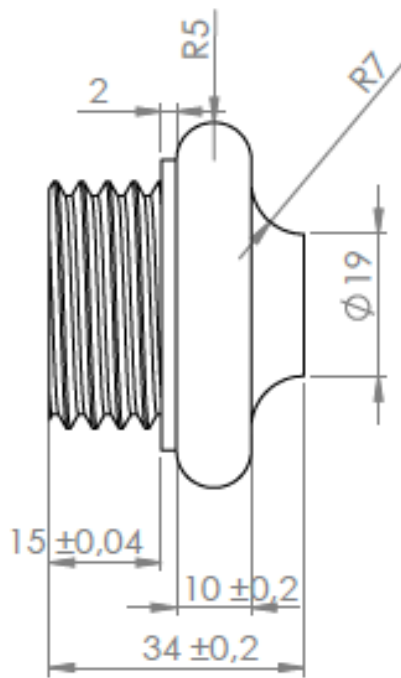
Echelle: 2:1

2023 - 2024

Fiche:

Poignee

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

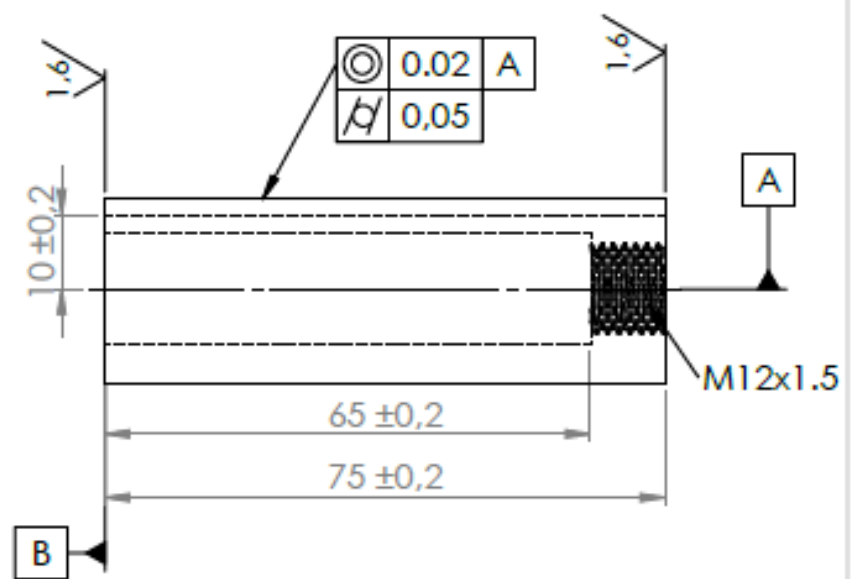
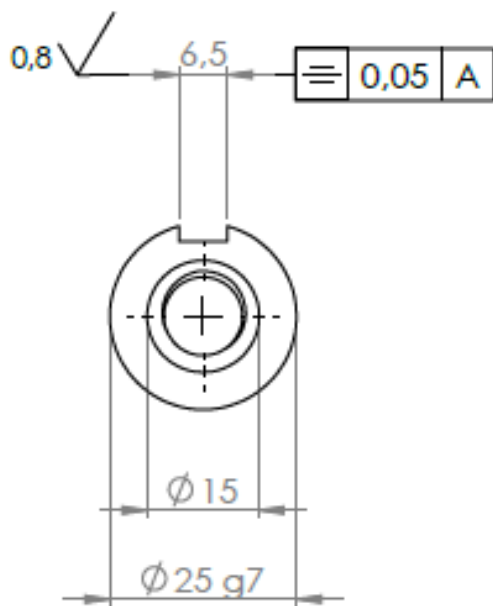
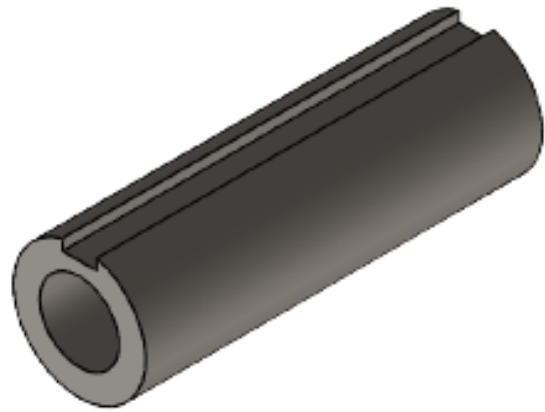
Echelle: 1:1

2023 - 2024

Fiche:

Palier

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

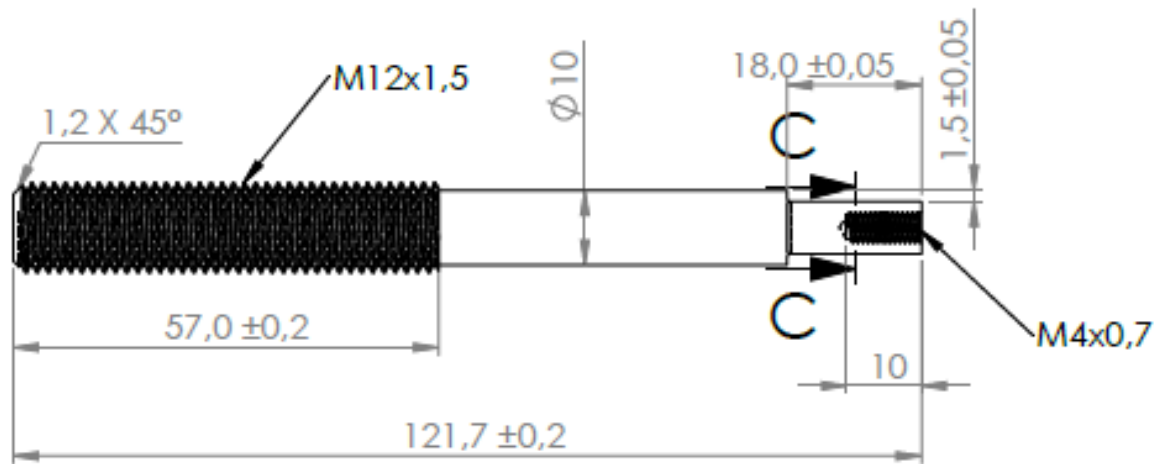
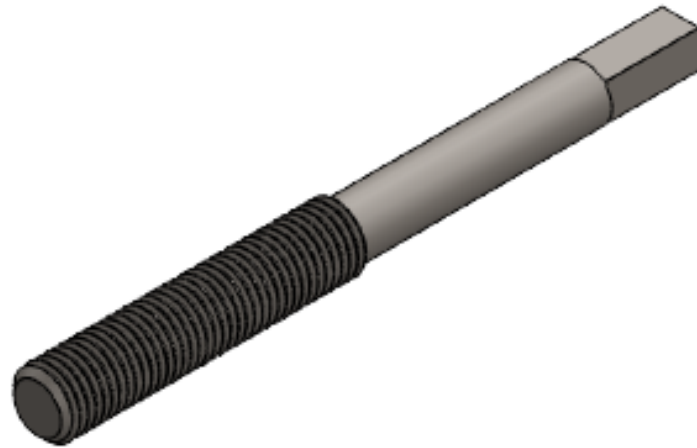
Echelle: 1:1

2023 - 2024

Fiche:

Fourreau

A4



7 ± 0,05
 ± 50,00
COUPE c-c
 ECHELLE 1 : 1



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

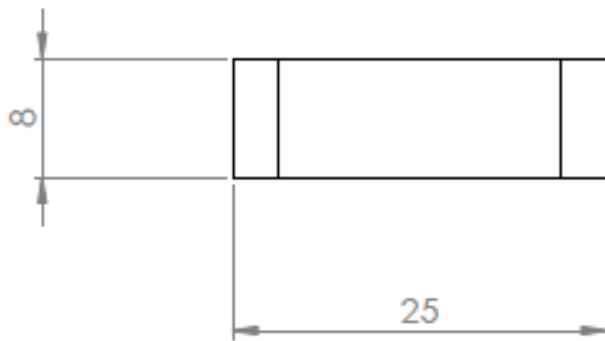
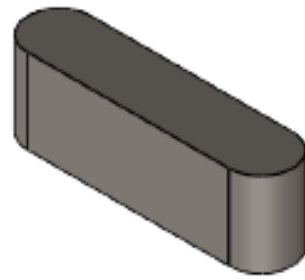
Echelle: 1:1

vis mere de fourreau

2023 - 2024

Fiche:

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

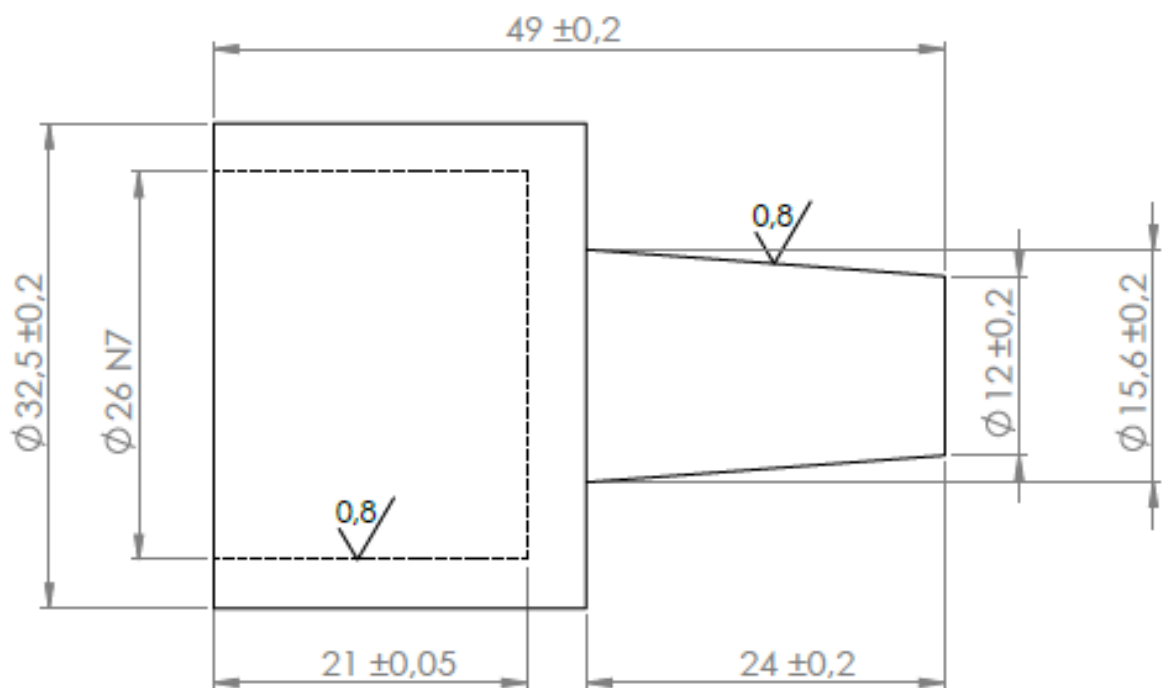
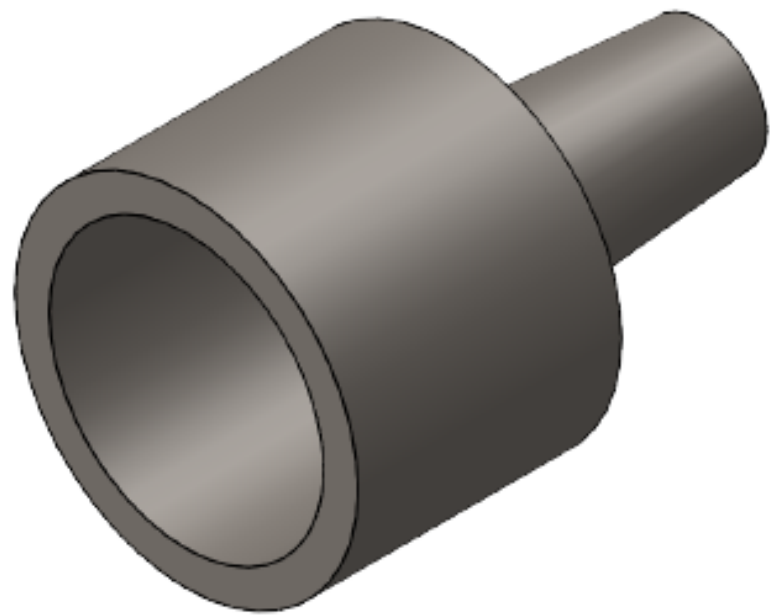
Echelle: **2:1**

Clavette

2023 - 2024

Fiche:

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

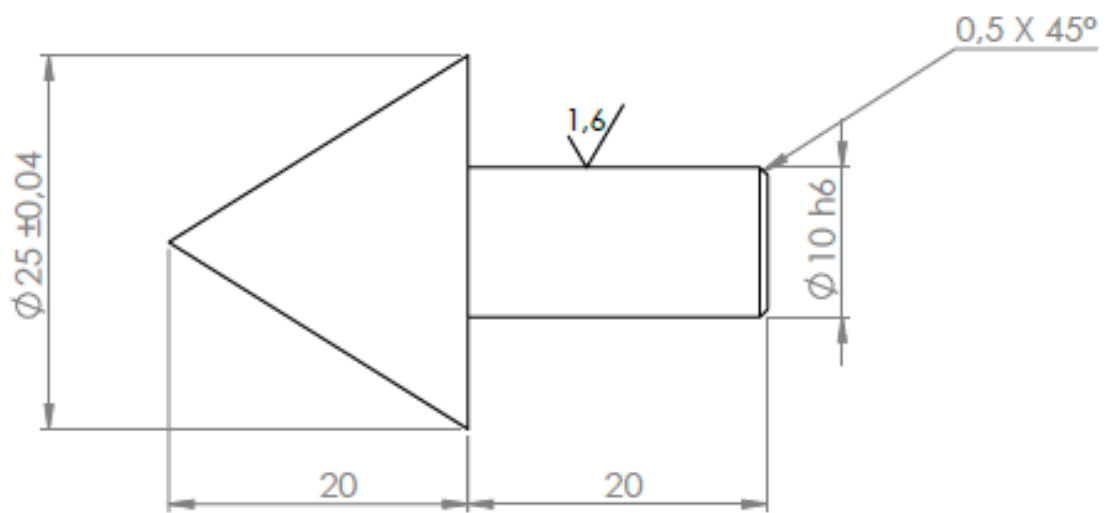
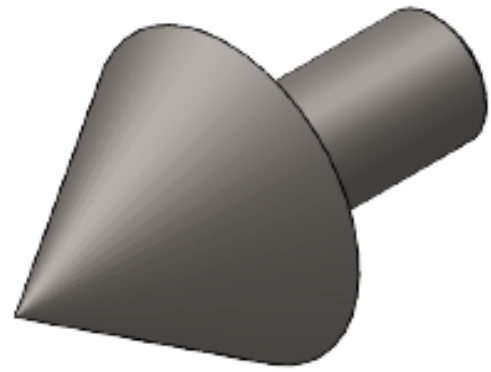
Echelle: **2:1**

2023 - 2024

Fiche:

Support de contre pointe

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

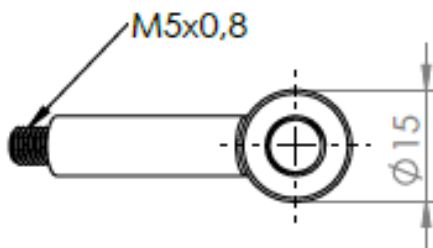
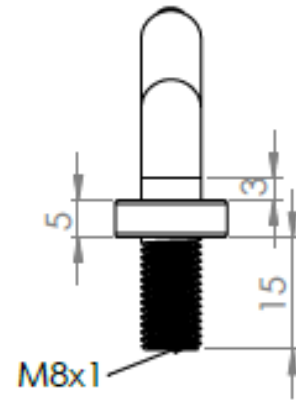
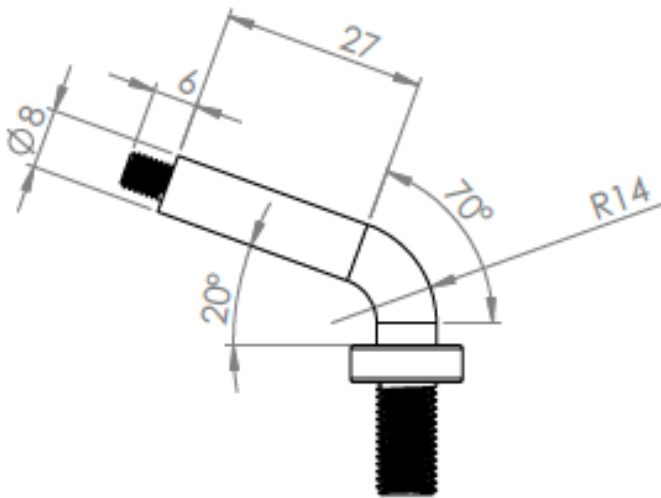
Echelle: 1:1

2023 - 2024

Fiche:

Contre poointe

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

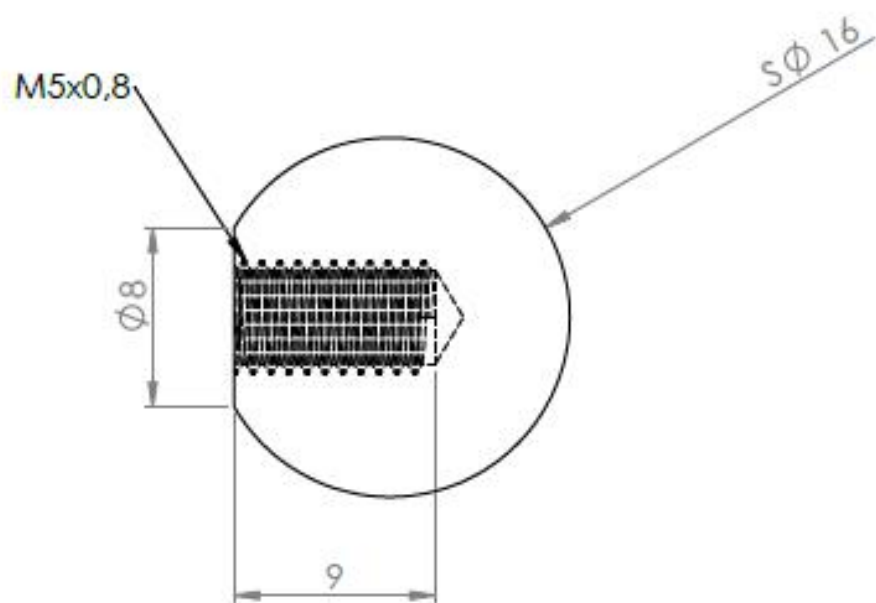
Echelle: 1:1

2023 - 2024

Fiche:

Levier de blocage

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

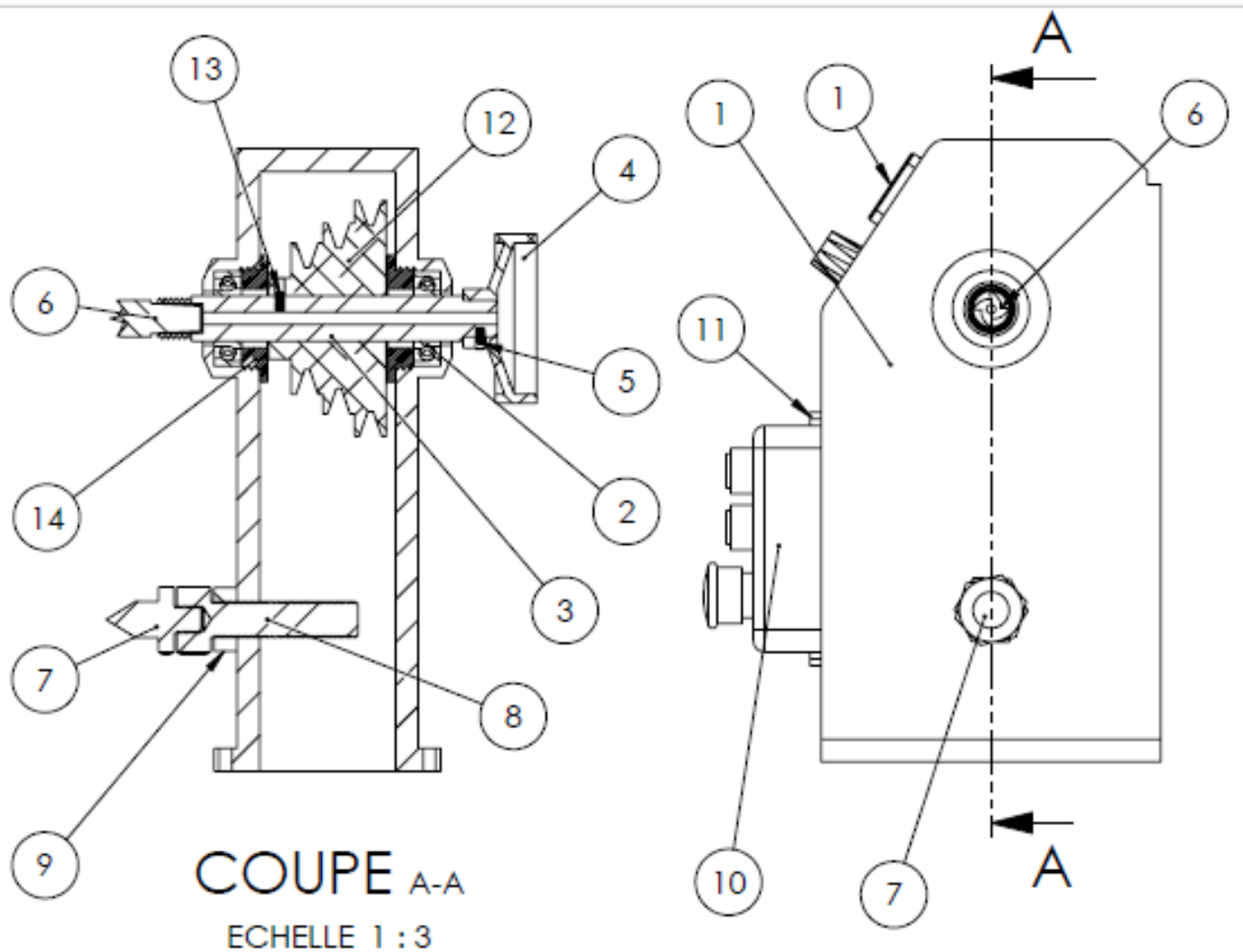
Echelle: 3:1

2023 - 2024

Fiche:

Boule de manoeuvre

A4



REP	QTE	DESIGNATION	MATERIAU
1	1	Poupée fixe	0.6025 (EN-GJL-250)
2	2	ISO 15 ABB - 1020 - 12,DE,AC,12_68	
3	1	Broche	AISI 1045 Steel, cold drawn
4	1	Volant	6061-T6 (SS)
5	1	Vis de blocage de volane	
6	1	Griffe	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
7	1	Contre pointe de gabarit	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
8	1	Vis d'adaptation	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
9	1	Ecrou d'adaptation	1023 Carbon Steel Sheet (SS)
10	1	Commande marche arrêt	PPS
11	2	ISO 7045 - M2 x 6 - Z - 6C	
12	1	Poulie de la broche	6061-T6 (SS)
13	1	Vis de blocage de poulie	
14	2	Ecrou de blocage de roulement	1023 Carbon Steel Sheet (SS)



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

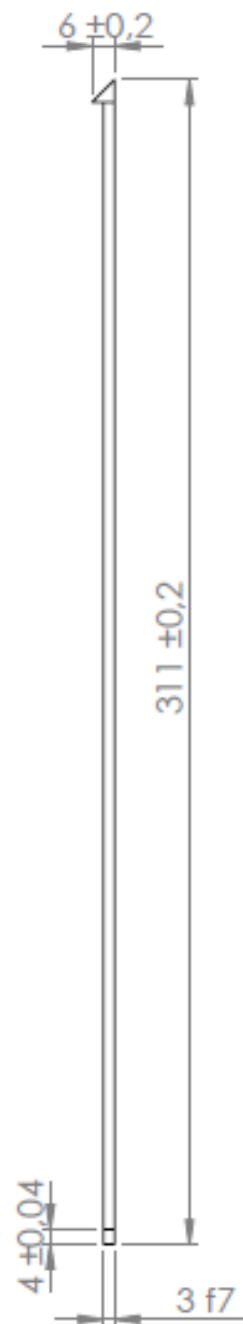
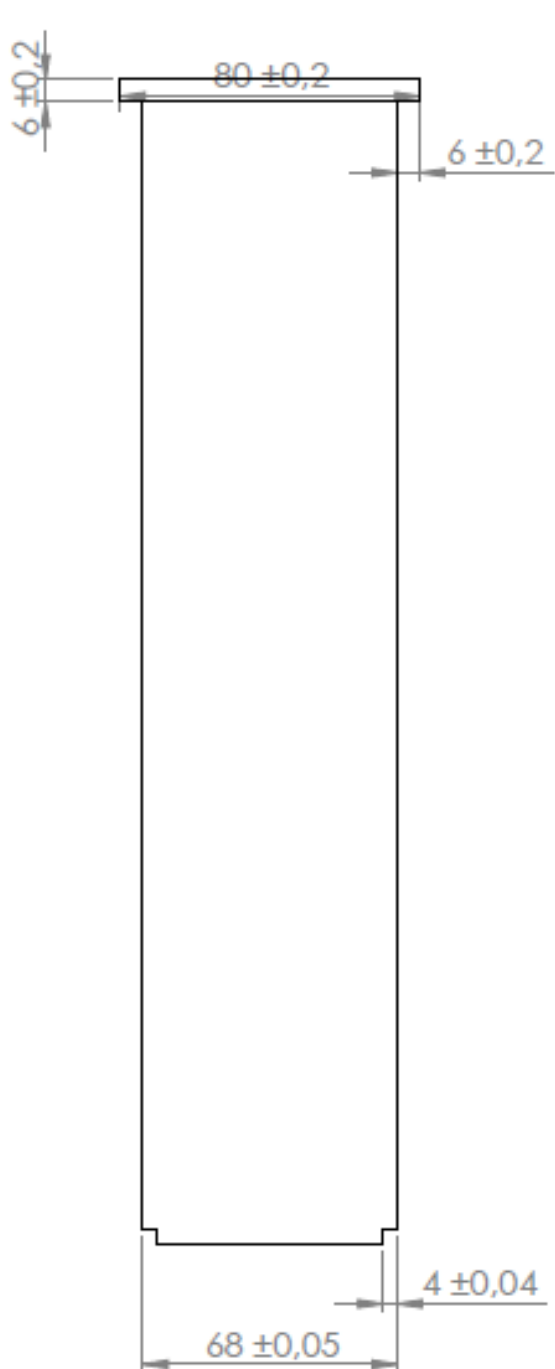
Echelle: **1:3**

2023 - 2024

Fiche:

Poupée fixe

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

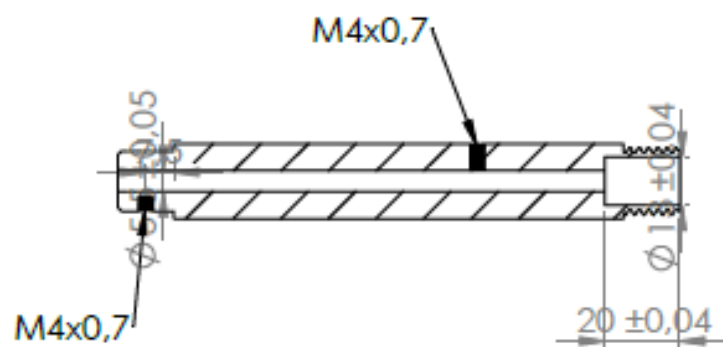
Echelle: 1:2

2023 - 2024

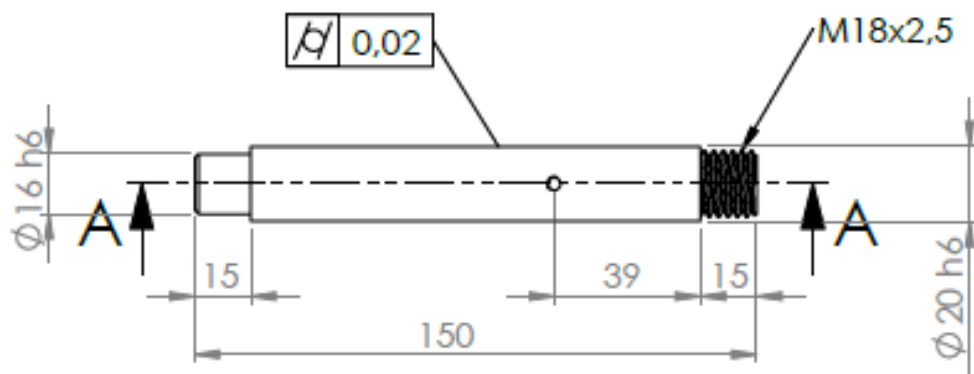
Fiche:

Capot

A4



COUPE A-A



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

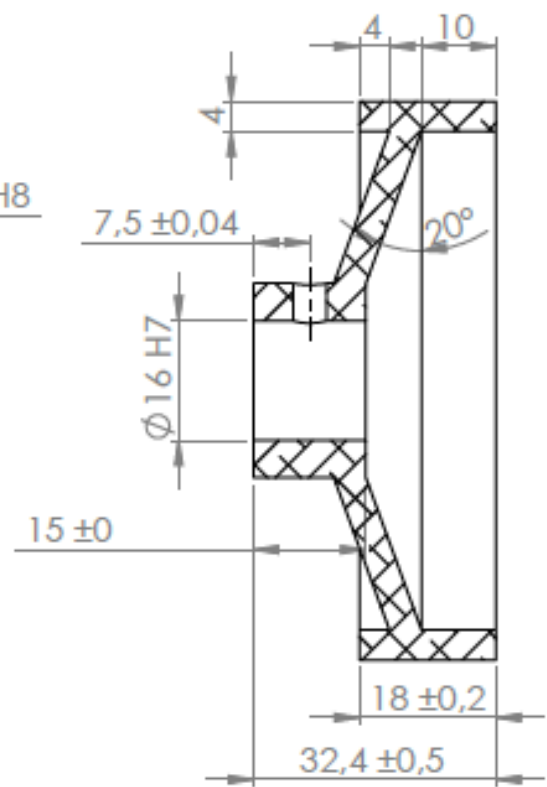
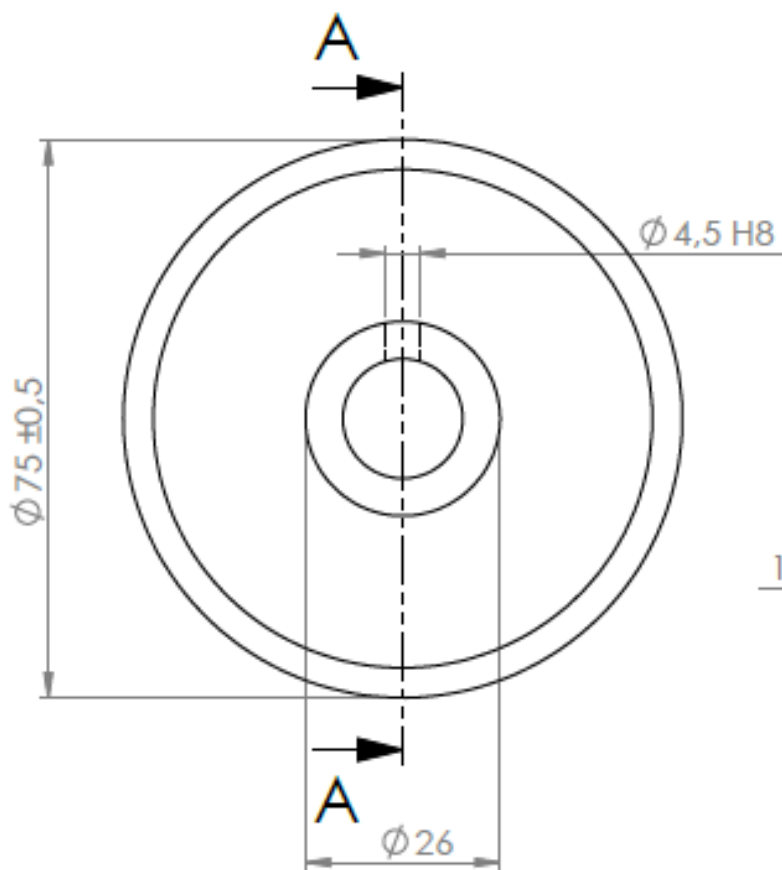
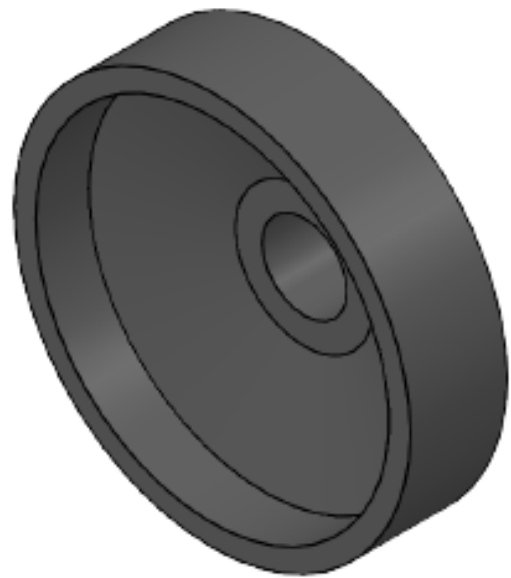
Echelle: 1:2

2023 - 2024

Broche

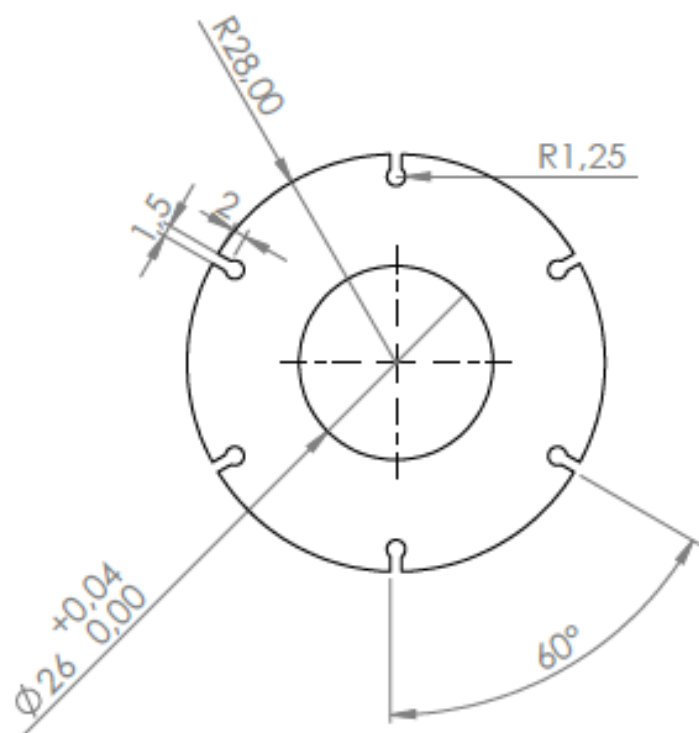
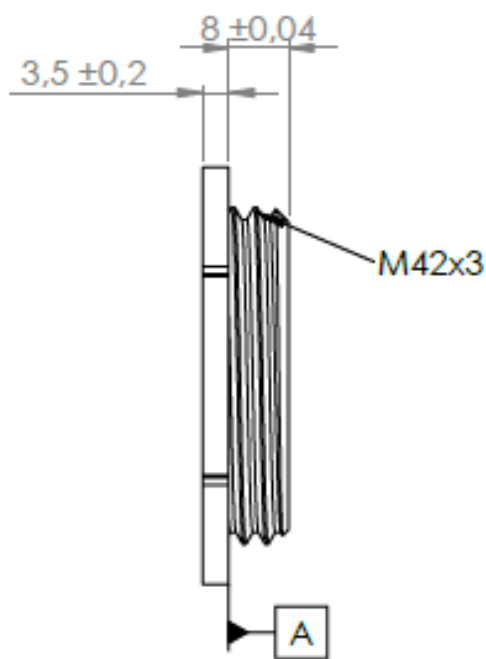
Fiche:

A4



SECTION A-A

	Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen	GM - CM
Echelle: 1:1	Volant de la broche	2023 - 2024
Fiche:		A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

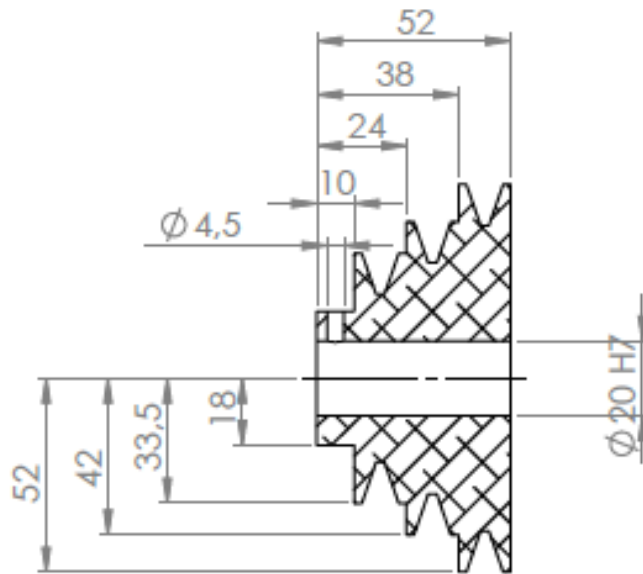
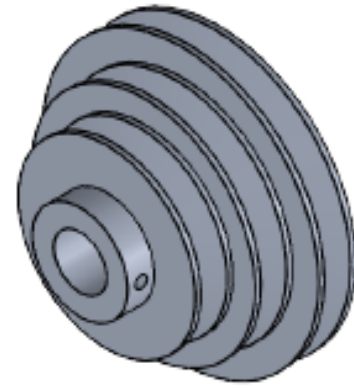
Echelle: 1:1

Ecrou de blocage de
roulement

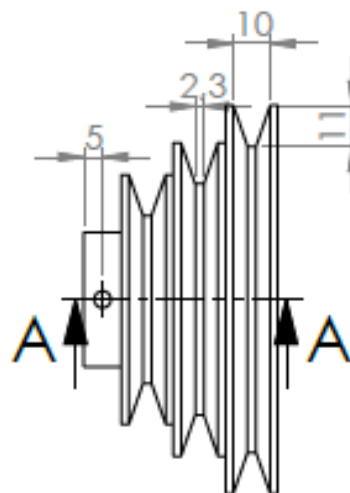
2023 - 2024

Fiche:

A4



COUPE A-A



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

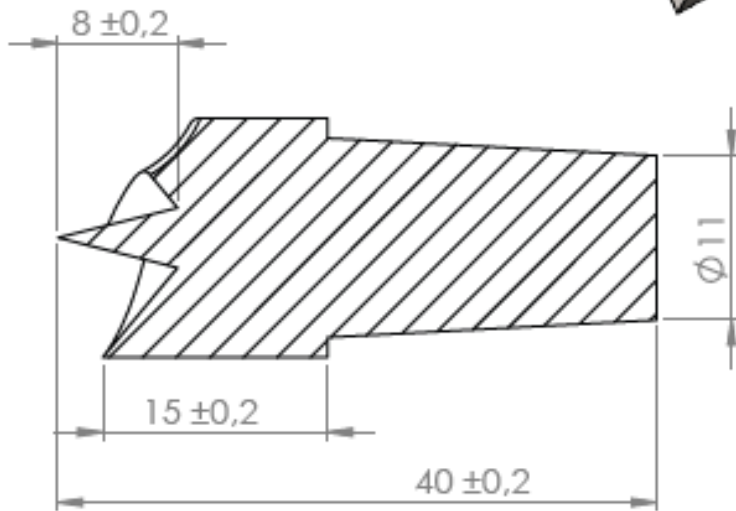
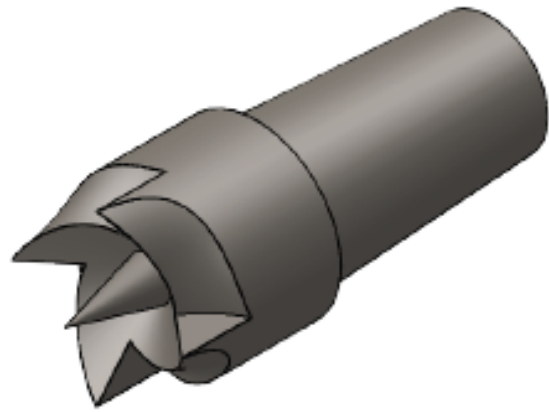
Echelle: 1:2

2023 - 2024

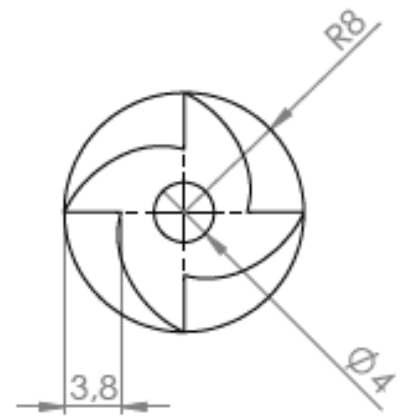
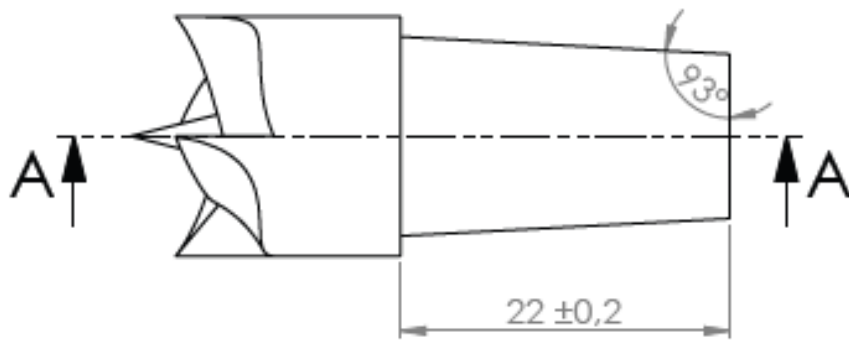
Fiche:

Poulie de la broche

A4



SECTION A-A



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

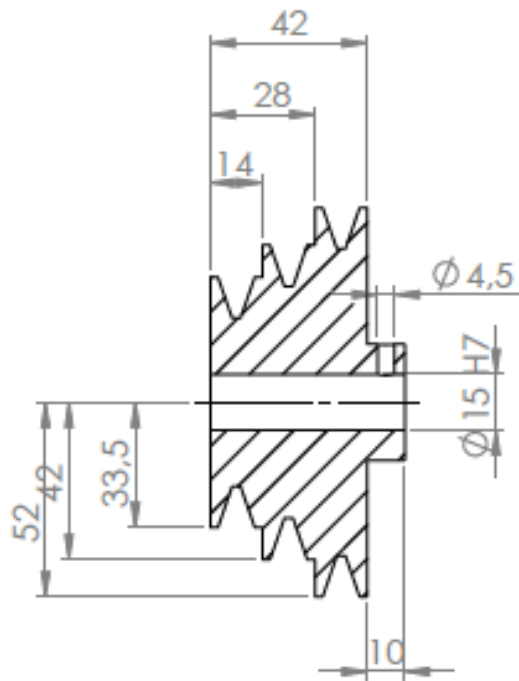
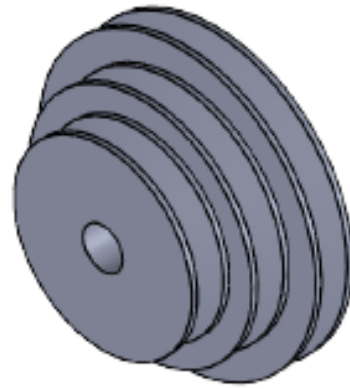
Echelle: 2:1

2023 - 2024

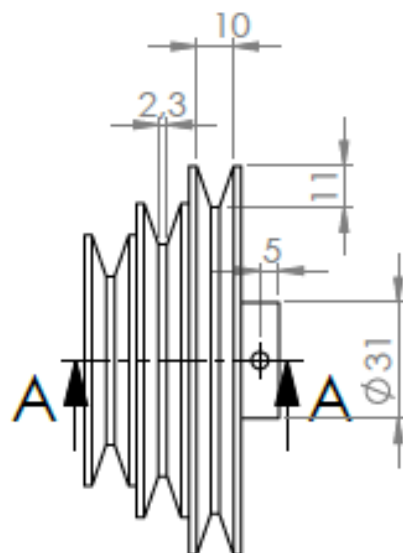
Fiche:

Griffe

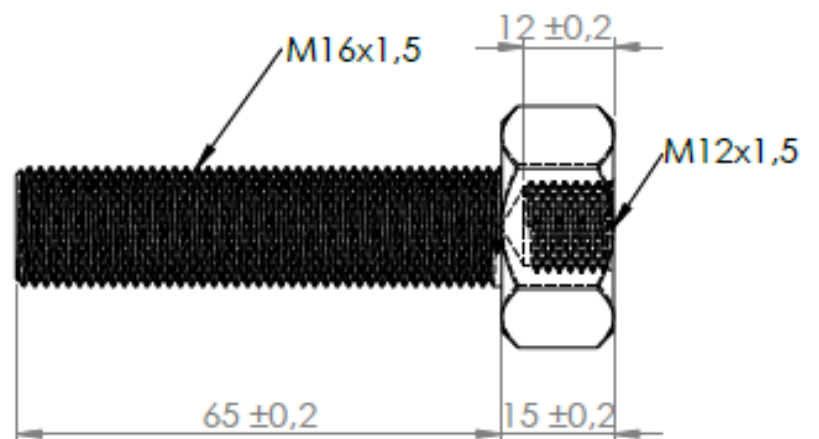
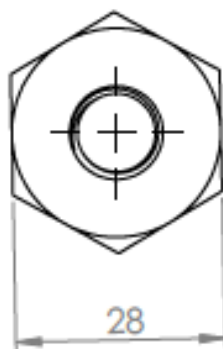
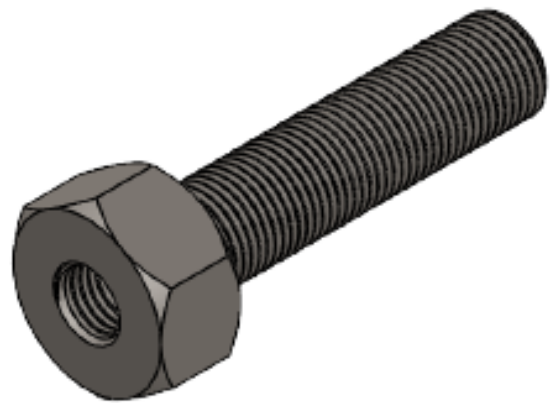
A4



SECTION A-A



	Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen	GM - CM
Echelle: 1:2	Poulie moteur	2023 - 2024
Fiche:		A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

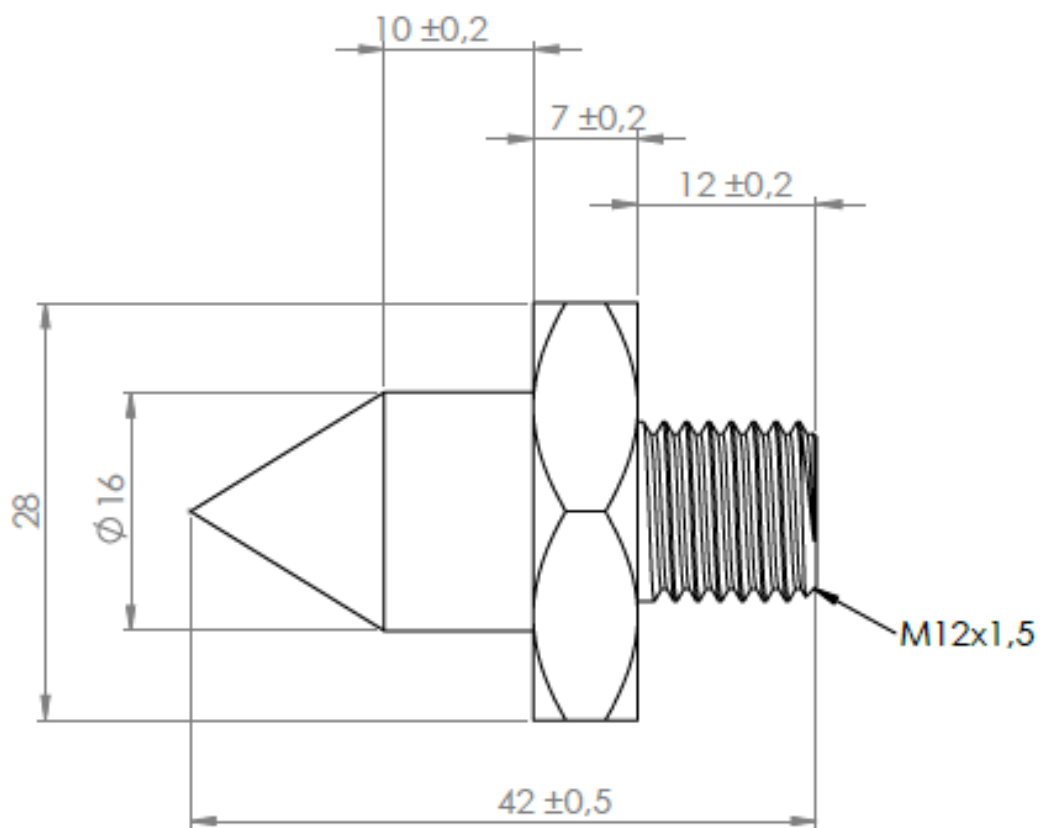
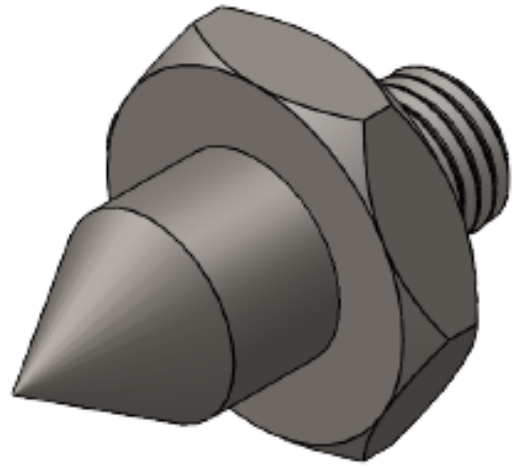
Echelle: 1:1

Vis d'adaptation

2023 - 2024

Fiche:

A4



Echelle: **2:1**

Fiche:

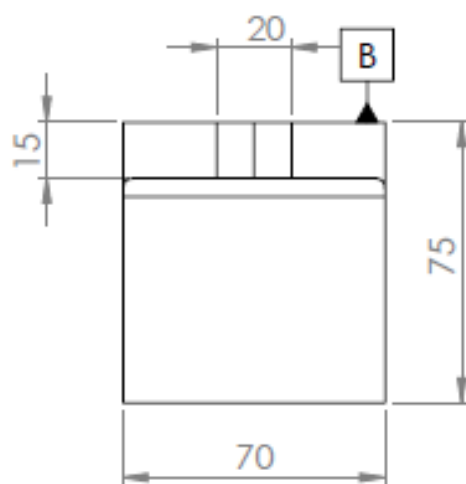
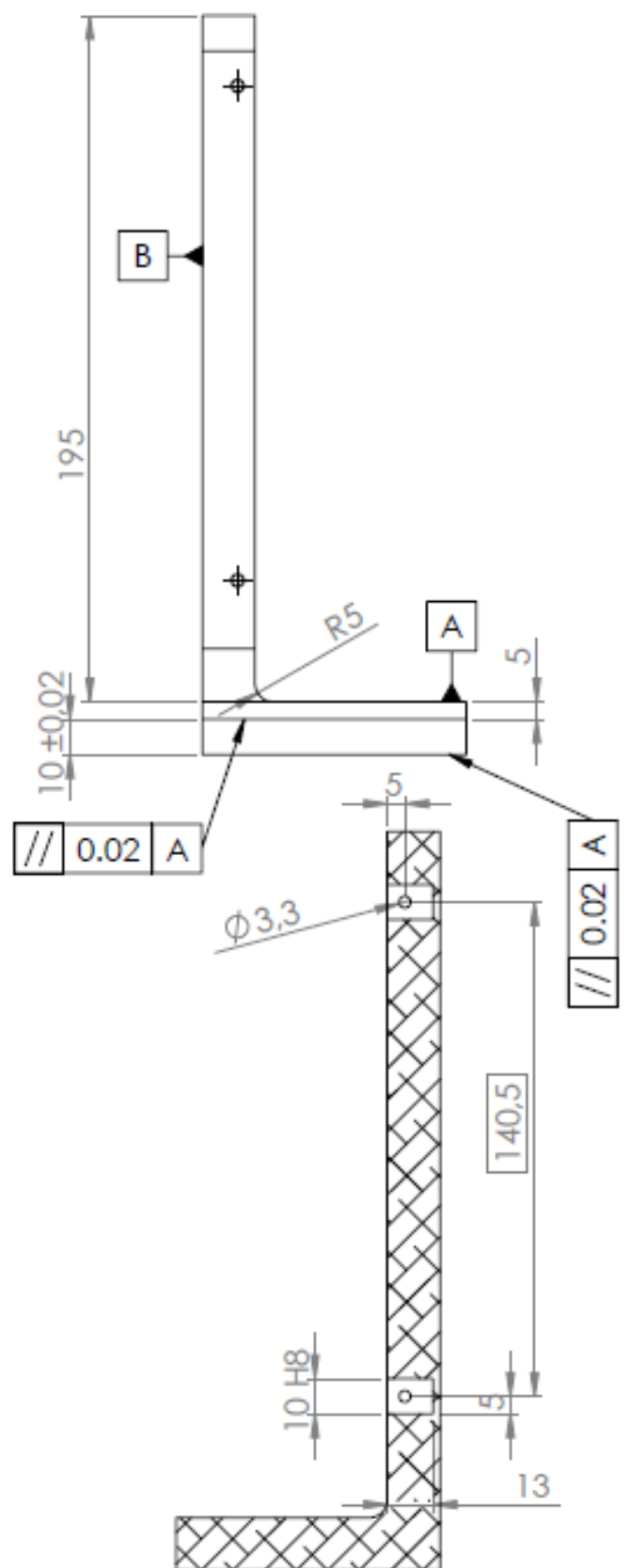
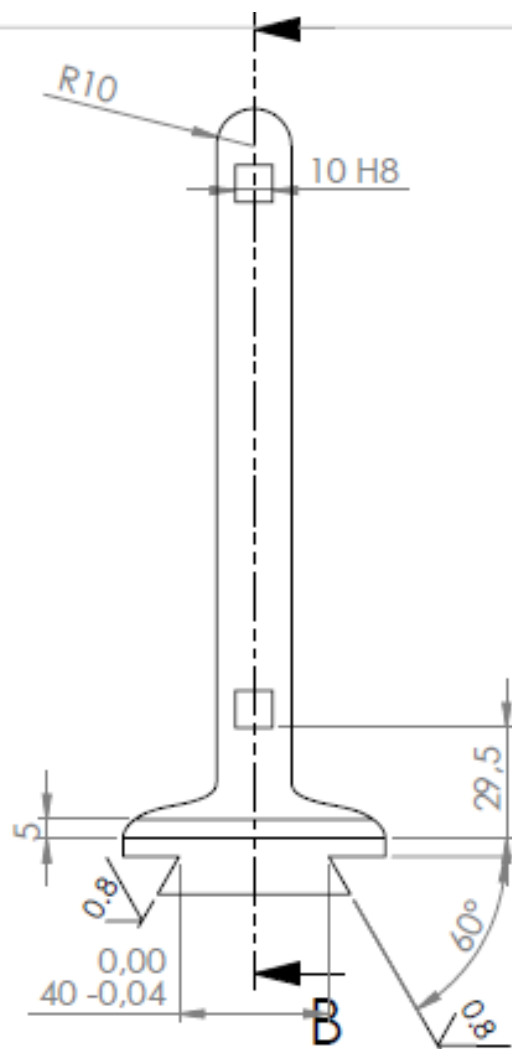
Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

Contre pointe de gabarit

GM - CM

2023 - 2024

A4



COUPE B-B



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

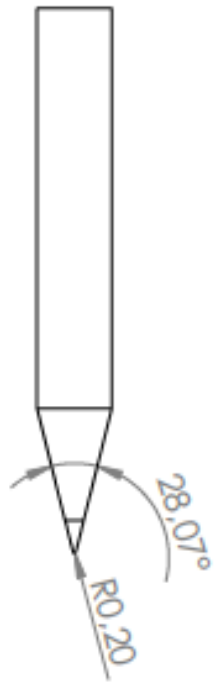
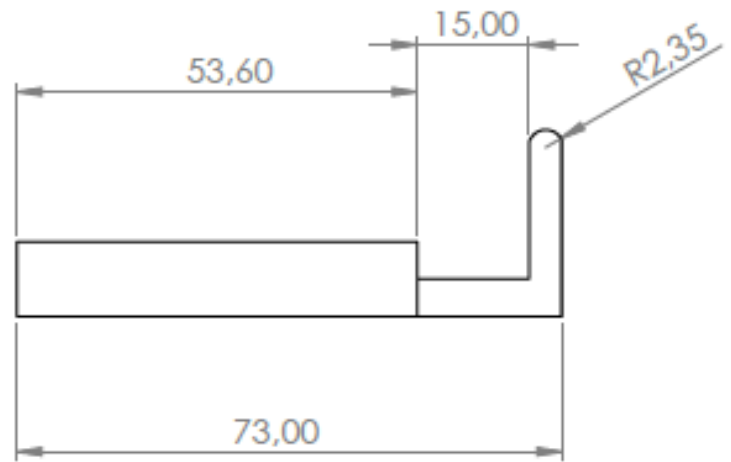
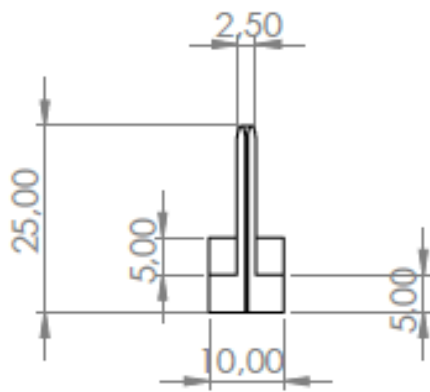
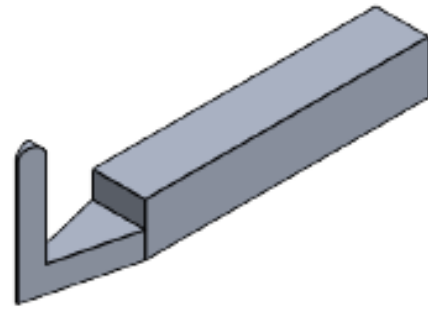
Echelle: 1:2

2023 - 2024

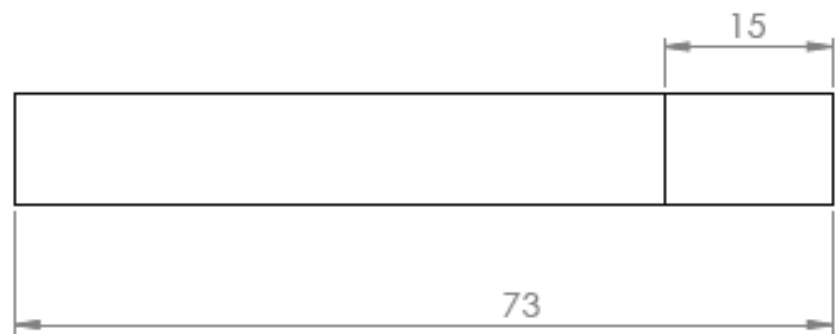
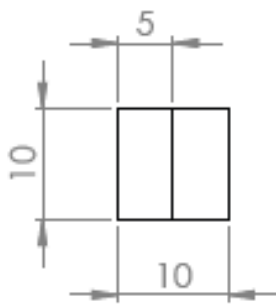
Fiche:

Support de copieur

A4



	Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen	GM - CM
Echelle: 1:1	Copieur	2023 - 2024
Fiche:		A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

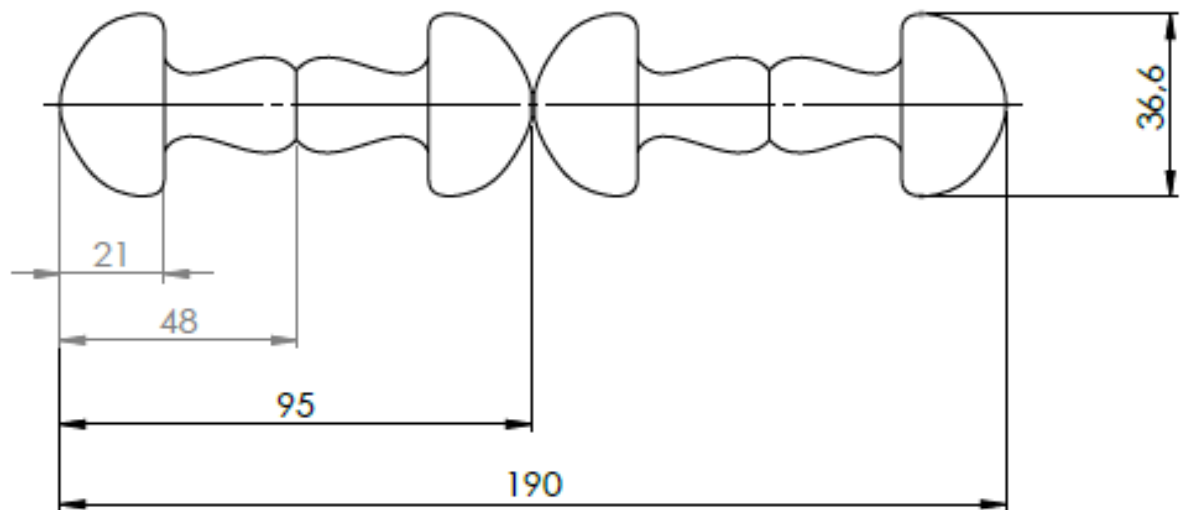
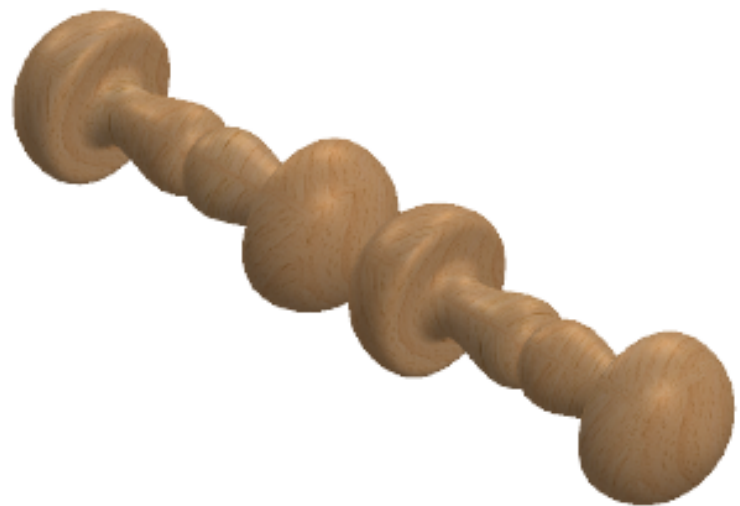
Echelle: **3:2**

Outil de coupe

2023 - 2024

Fiche:

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

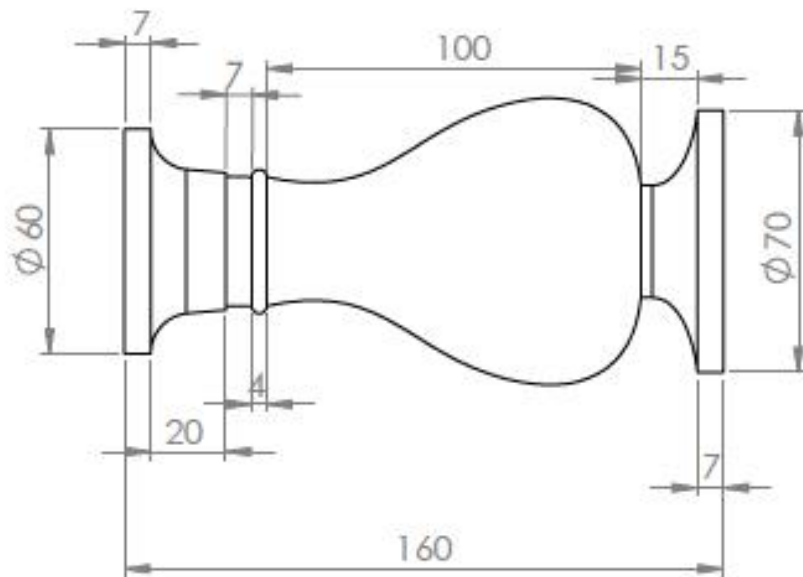
Echelle: **2:3**

Exemple de gabarit 01

2023 - 2024

Fiche:

A4



Universite Aboubakr Belkaid Tlemcen

GM - CM

Echelle: 1:2

Exemple de gabarit 02

2023 - 2024

Fiche:

A4

IV.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les dessins d'ensemble et les dessins de définition de tour à bois, en précisant les dimensions et les détails techniques de chaque composant. De plus, toutes les vis et les roulements ont été choisis et disposés conformément aux normes industrielles pour garantir un fonctionnement optimal et la sécurité lors de l'utilisation. Cette étape est essentielle pour fournir une vision claire du projet et assurer la compatibilité des composants.

CHAPITRE V :
SIMULATION NUMERIQUE

V.1. Introduction

Après avoir terminé la conception et vérifié l'absence d'interférences, ce chapitre sera consacré à la simulation de certains des composants essentiels du tour à bois en utilisant le logiciel SOLIDWORKS SIMULATION, dans le but d'évaluer leur capacité à supporter les contraintes et forces mécaniques. Nous nous concentrerons sur la simulation de la résistance du bâti, pour analyser sa capacité à résister aux charges mécaniques appliquées, ainsi que sur la simulation de la résistance du copieur, pour vérifier son efficacité et sa résistance aux forces de coupe pendant l'usinage. Ces simulations visent à valider la robustesse et l'efficacité opérationnelle de la machine.

V.2. Simulation numérique du bâti

Dans cette simulation, nous allons effectuer une étude statique linéaire sur le bâti du tour, en prenant en compte les forces suivantes appliquées sur celui-ci :

- Poids de la poupée fixe
- Poids de la poupée mobile
- Poids du moteur
- Poids du système de copieur et l'effort de coupe qui lui est appliqué

Selon le logiciel SolidWorks, qui permet de connaître le poids des pièces après avoir défini les matériaux, le poids de chaque poupée, fixe et mobile, a été estimé à 10 kg. Le poids du système de copieur et de sa fixation a été estimé à 1 kg. En ce qui concerne le moteur, son poids a été estimé à 10 kg sur la base d'un modèle disponible sur le marché avec les mêmes spécifications que celles que nous avons choisies. Par conséquent, la force résultante pour chacune des deux poupées et du moteur est :

$$F = m \cdot g = 10 \times 9.81 = 98.1 \text{ N}$$

m : La masse en [kg]

g : L'accélération due à la gravité estimée à 9.81 [m/s²]

Nous avons arrondi cette valeur à 100 N pour simplifier les calculs.

Quant au système de copieur, la force résultante de son poids est de 9,81 N. En ajoutant l'effort de coupe, calculé précédemment à 200 N, la force totale appliquée au bâti par le copieur est de 209,81 N, arrondie à 210 N.

Dans cette simulation, nous allons analyser quatre critères principaux :

- La distribution des contraintes de Von Mises
- La distribution des déplacements
- La déformation
- La distribution du coefficient de sécurité

Ces résultats nous permettront d'évaluer la performance du bâti sous les forces appliquées.

V.2.1. Géométrie fixe

Dans cette étape, nous avons fixe le bâti par le bas, là où il repose sur le sol. Comme l'illustre la Figure V.1

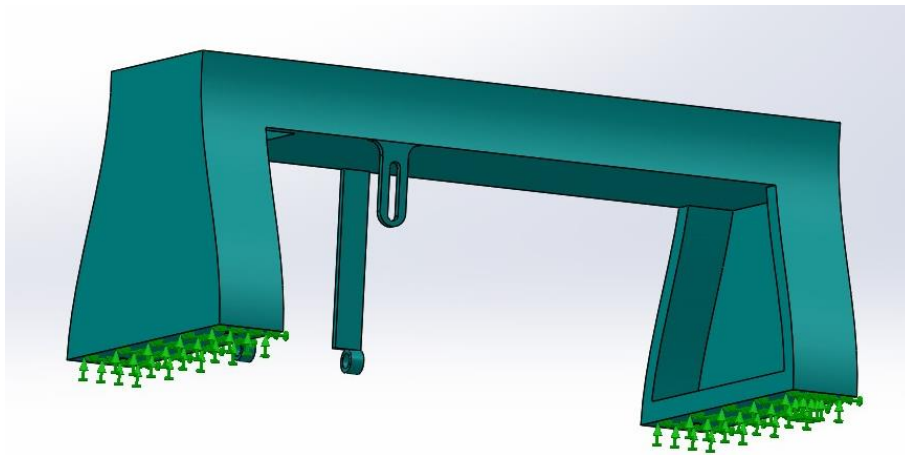


Figure V.1 - Géométrie fixe de bâti de tour

V.2.2. Forces appliquées

La Figure V.2 illustre les emplacements où nous avons appliqué les quatre forces agissant sur le bâti.

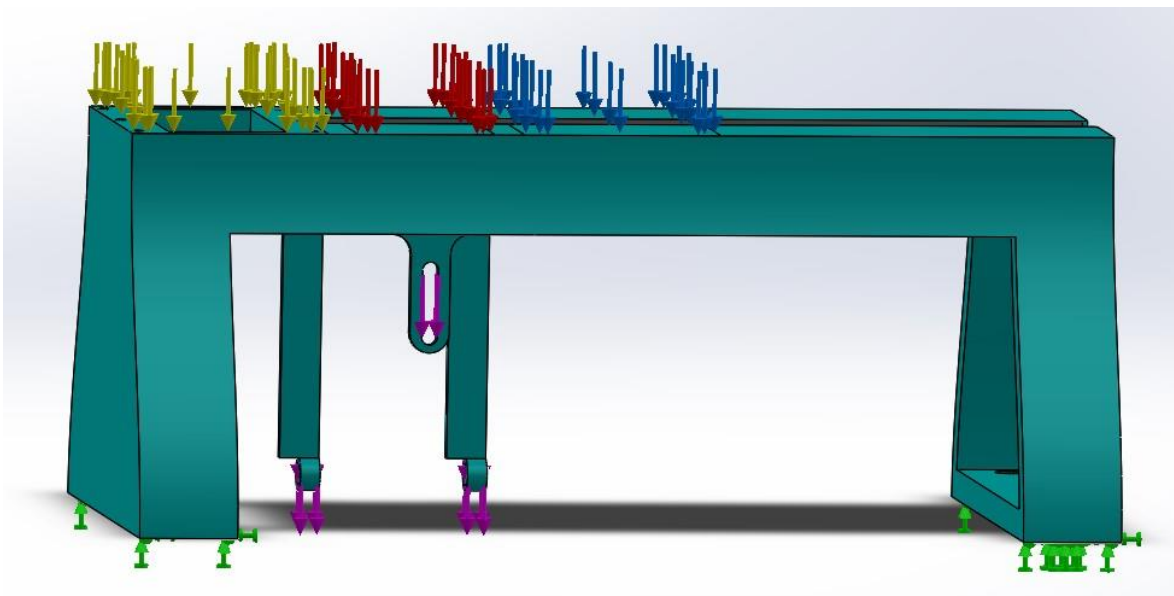


Figure V.2 - Forces applique sur le bâti

V.2.3. Fondement du maillage

À cette étape, nous avons réalisé un maillage standard de haute qualité avec une taille globale de 8,1 mm et une tolérance globale de 0,4 mm Nous avons obtenu :

- Nombre de nœuds : 97496
- Nombre d'éléments : 60536

La Figure V.3 illustre le maillage obtenu

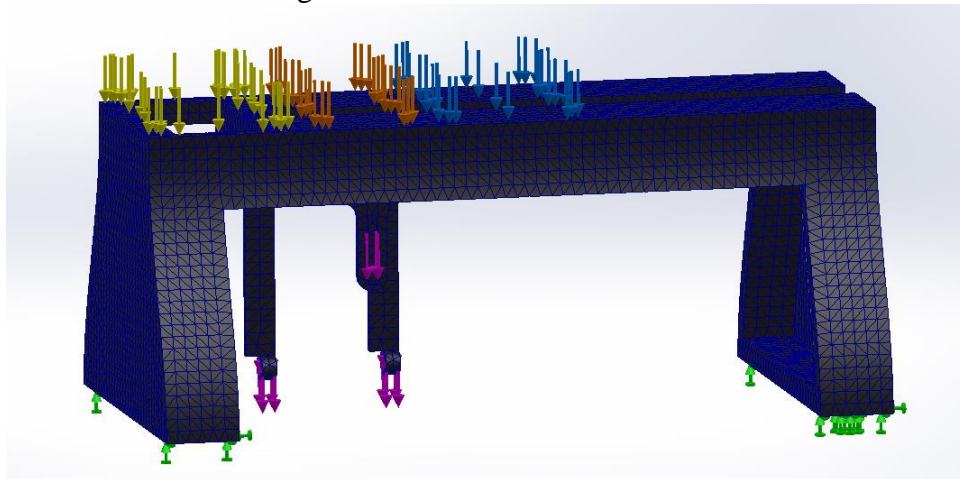


Figure V.3 - Maillage du bâti

V.2.4. Distribution des contraintes

La figure V.4 montre la distribution des contraintes de type Von Mises sur le bâti du tour.

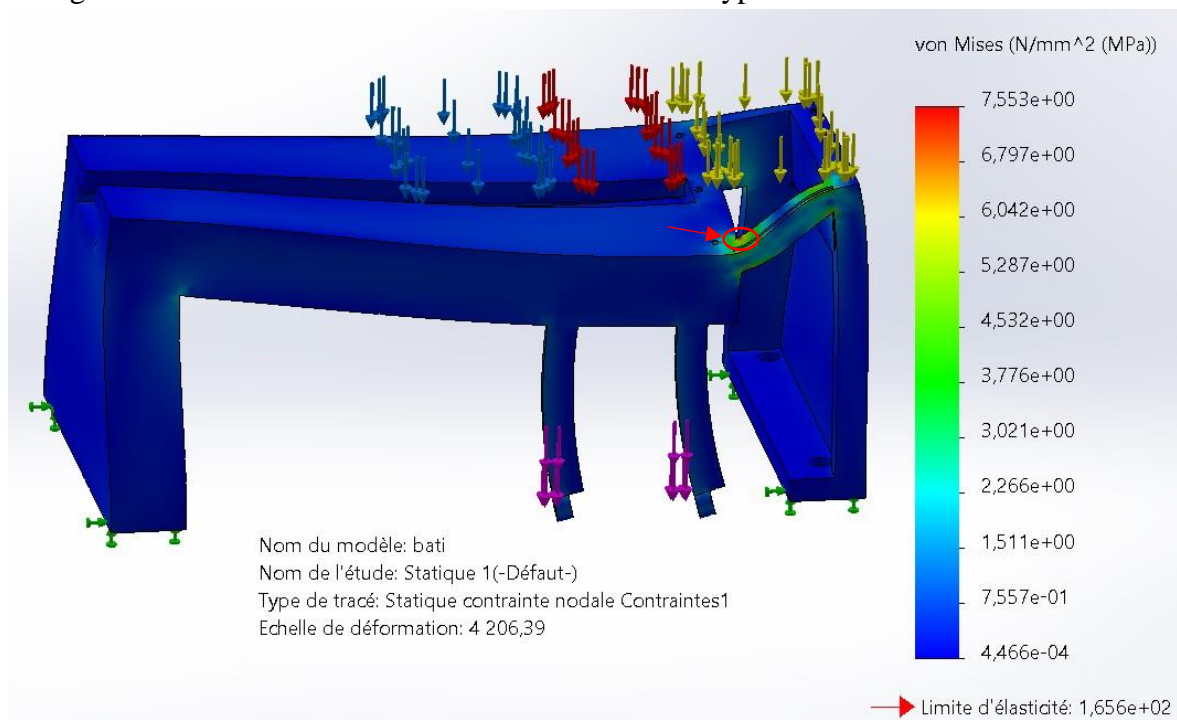


Figure V.4 - Distribution des contraintes de Von Mises sur le bâti

Nous remarquons que la contrainte maximale est de 7,553 MPa, et qu'elle est concentrée dans la zone marquée en rouge. En comparaison avec la limite élastique de la fonte grise, estimée à 165 MPa, nous constatons que l'écart est très important, ce qui signifie que le matériau travaillera dans le domaine élastique. Ainsi, le bâti sera capable de supporter toutes les charges appliquées sans risque de déformation permanente.

V.2.5. Distribution des déplacements

La Figure V.5 représente les déplacements qui peuvent se produire sur le bâti sous l'effet des forces appliquées.

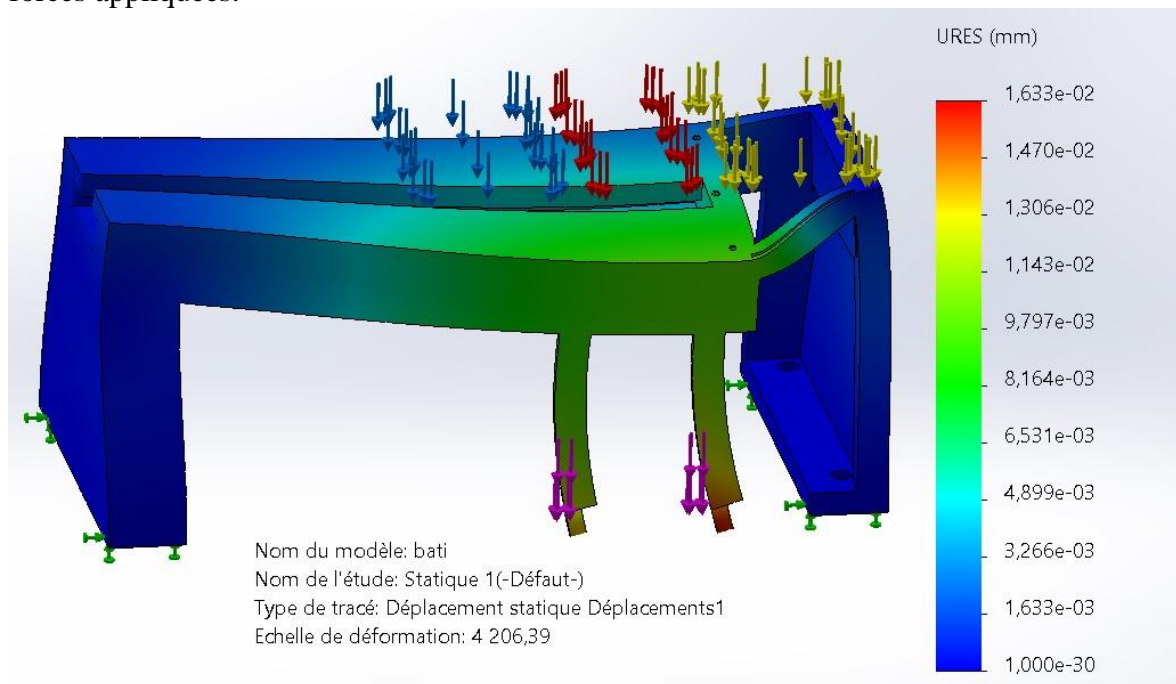


Figure V.5 - Distribution des déplacements sur le bâti

La simulation a montré que la valeur maximale des déplacements est de 0,016 mm, ce qui indique que le bâti du tour possède une grande rigidité et une bonne capacité à supporter les forces appliquées. Par conséquent, le bâti garantit une précision élevée lors des opérations de tournage, contribuant ainsi à un fonctionnement fiable et sûr.

V.2.6. Distribution des déformations

La figure V.6 illustre les déformations du bâti sous l'effet des charges appliquées. Nous constatons que la valeur maximale de la déformation était de 0,00003775, ce qui est presque négligeable, confirmant ainsi la rigidité du bâti et sa résistance aux charges appliquées. Le bâti maintient sa forme dans diverses conditions de fonctionnement, garantissant ainsi la précision du travail et la stabilité de la performance.

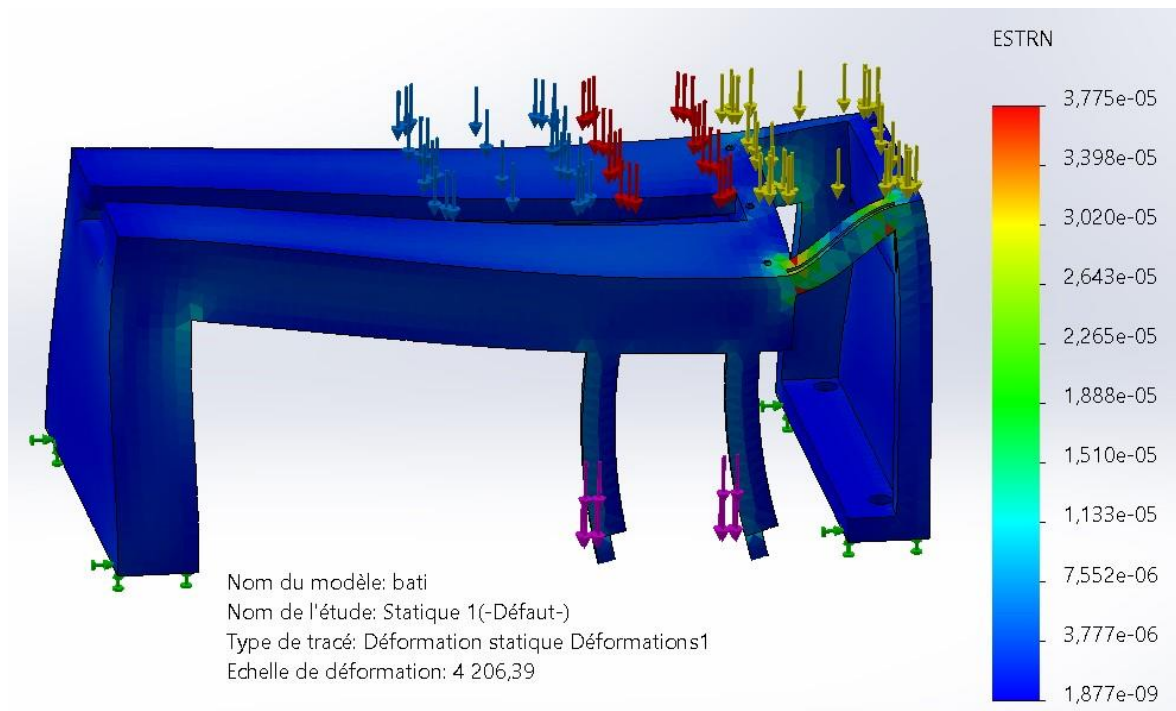


Figure V.6 - Distribution des déformations sur le bâti

V.2.7. Distribution des coefficients de sécurité

La Figure V.7 représente la distribution des coefficients de sécurité, qui est le rapport entre la contrainte admissible et la contrainte appliquée.

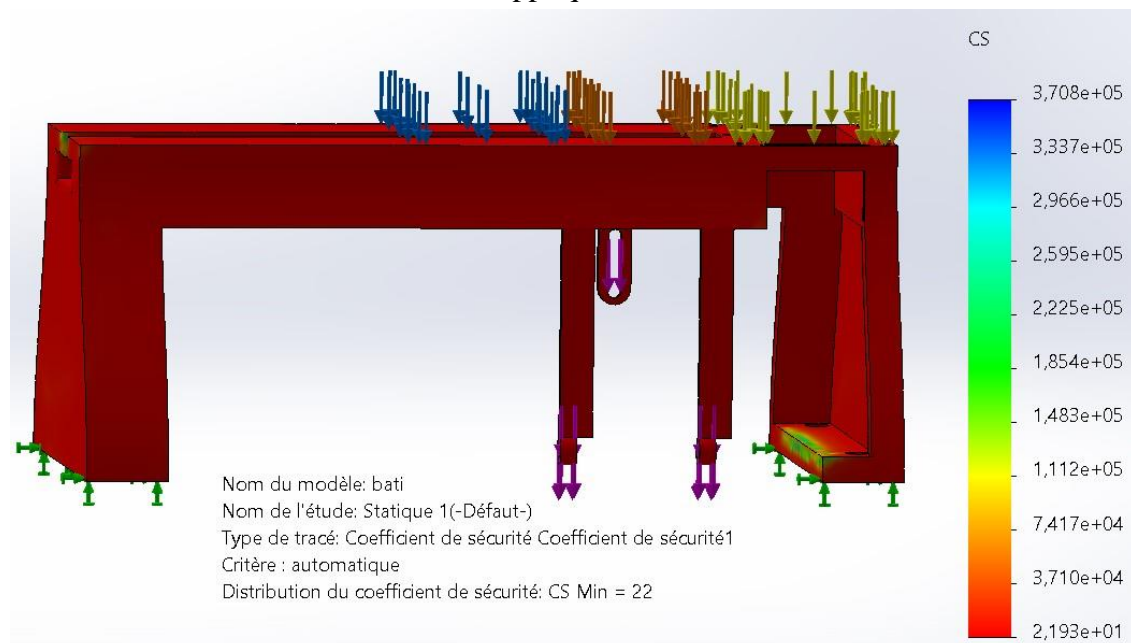


Figure V.7 - Description des coefficients de sécurité sur le bâti

La simulation a révélé que la plus petite valeur du coefficient de sécurité est de 22, ce qui montre que le bâti offre une grande marge de sécurité et peut supporter les charges

appliquées sans risque de déformation ou de défaillance, même sous des conditions de charge élevées.

V.3. Simulation numérique de copieur

Dans cette simulation, nous réaliserons une étude statique linéaire sur le copieur, en considérant que les forces qui agissent sur celui-ci sont :

- L'effort de coupe tangentielle F_c , estimé à 200 N, comme calculé précédemment
- La force axiale F_a , qui varie entre 0,1 et 0,4 de F_c . En prenant la valeur maximale, nous obtenons :

$$F_a = 0.4 \times F_c = 0.4 \times 200 = 80 \text{ N}$$

Nous considérons que l'outil de coupe est fabriqué en HSS M2, dont les propriétés mécaniques sont présentées dans le Tableau V.1

Dans cette simulation, nous analyserons les mêmes critères que ceux pris en compte dans la simulation du bâti, ce qui nous permettra de comprendre l'impact de ces forces sur les performances du copieur dans différentes conditions de fonctionnement.

Tableau V.1 - Propriétés mécanique de l'HSS M2 [27]

Dénomination	HSS - M2
Résistance à la traction R_m [Mpa]	920
Limite d'élasticité R_e [Mpa]	1000
Allongement A%	7 - 9
Résistance à la compression S [Mpa]	1000
Dureté Brinell HB	241 - 269
Module d'élasticité E [Gpa]	233
Coefficient de dilatation α [20 à 100 °C]	12.6×10^{-6}
Masse volumique ρ [Kg/m ³]	7850

V.3.1. Géométrie fixe

Nous avons, à cette étape, fixé le copieur par le bas, où il repose sur la glissière, comme illustré dans la Figure V.8

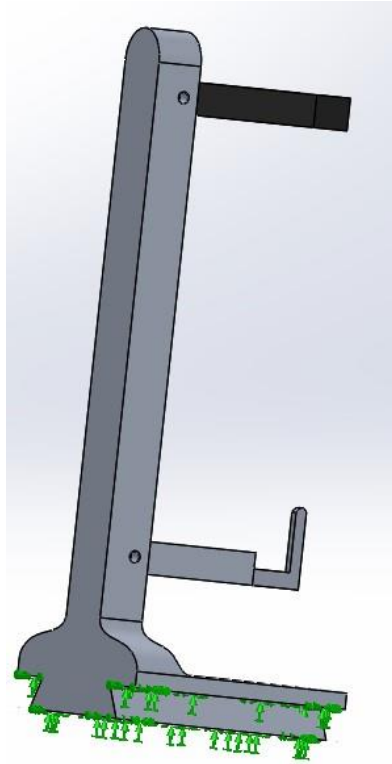


Figure V.8 - Géomètre fixe de copieur

V.3.2. Forces appliquées

La Figure V.8 illustre les emplacements où nous avons appliqué les deux forces agissant sur le copieur

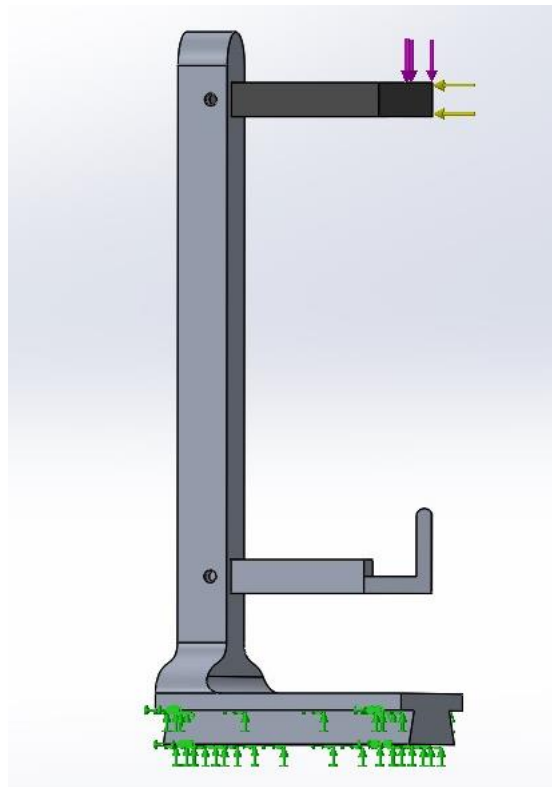


Figure V.9 - Forces applique sur le copieur

V.3.3. Fondement du maillage

À cette étape, nous avons réalisé un maillage standard de haute qualité avec une taille globale de 2,5 mm et une tolérance globale de 0,1 mm Nous avons obtenu :

- Nombre de nœuds : 85674
- Nombre d'éléments : 55388

La Figure V.10 illustre le maillage obtenu

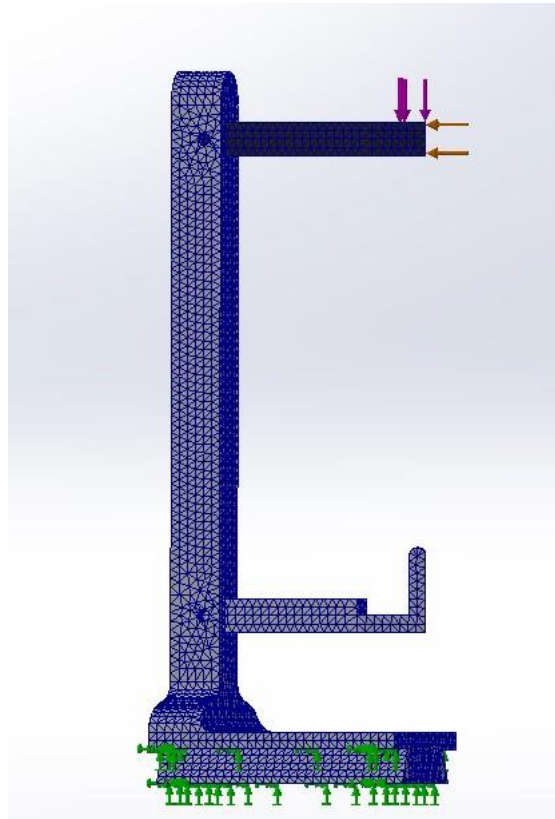


Figure V.10 - Maillage de copieur

V.3.4. Distribution des contraintes

La figure V.11 montre la distribution des contraintes de type Von Mises sur le copieur.

Les résultats de la simulation ont montré que la valeur maximale de la contrainte de Von Mises est de 103 MPa, observée sur l'outil de coupe, comme indiqué. Cette valeur est bien inférieure à la limite d'élasticité de l'outil, qui est de 1000 MPa. Cela signifie que l'outil de coupe fonctionne dans une plage totalement sûre et peut supporter les charges appliquées sans déformation permanente. Pour le support, la contrainte maximale était de 35,89 MPa, comme illustré dans la Figure V.12, ce qui est également inférieur à la limite d'élasticité de l'aluminium 6061-T6, qui est de 275 MPa. Sur la base de ces résultats, on peut considérer que la conception est sûre pour l'outil de coupe ainsi que pour le support, car aucun des deux

ne risque de subir une défaillance ou une déformation sous les conditions de fonctionnement simulées.

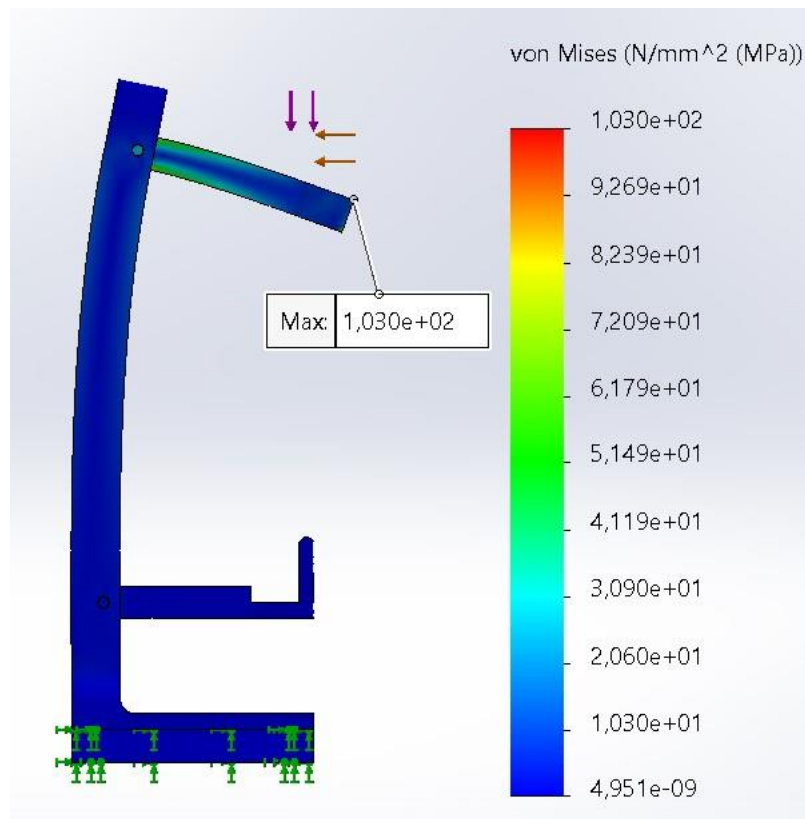


Figure V.11 - Distribution des contraintes de Von Mises sur le copieur

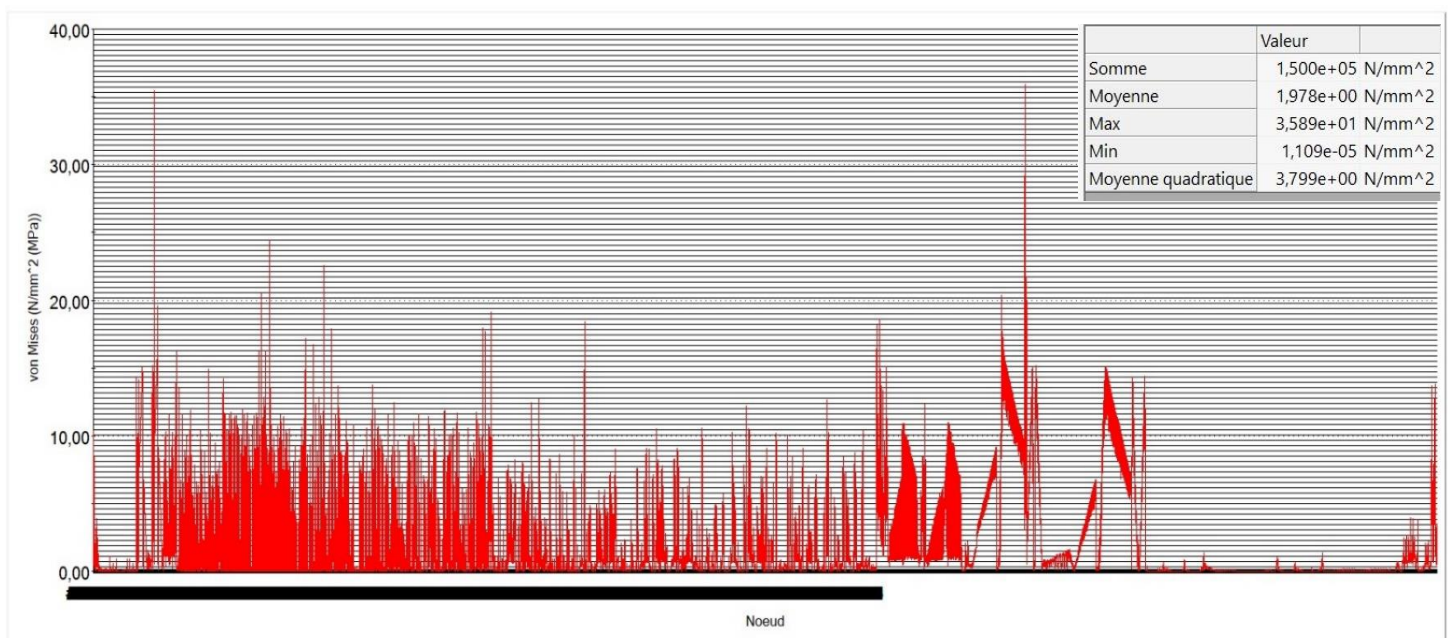


Figure V.12 - Distribution de les contraintes de Von Mises par rapport à les nœuds pour le support de copieur

V.3.5. Distribution des déplacements

La Figure V.13 représente les déplacements qui peuvent se produire sur le copieur sous l'effet des forces appliquées.

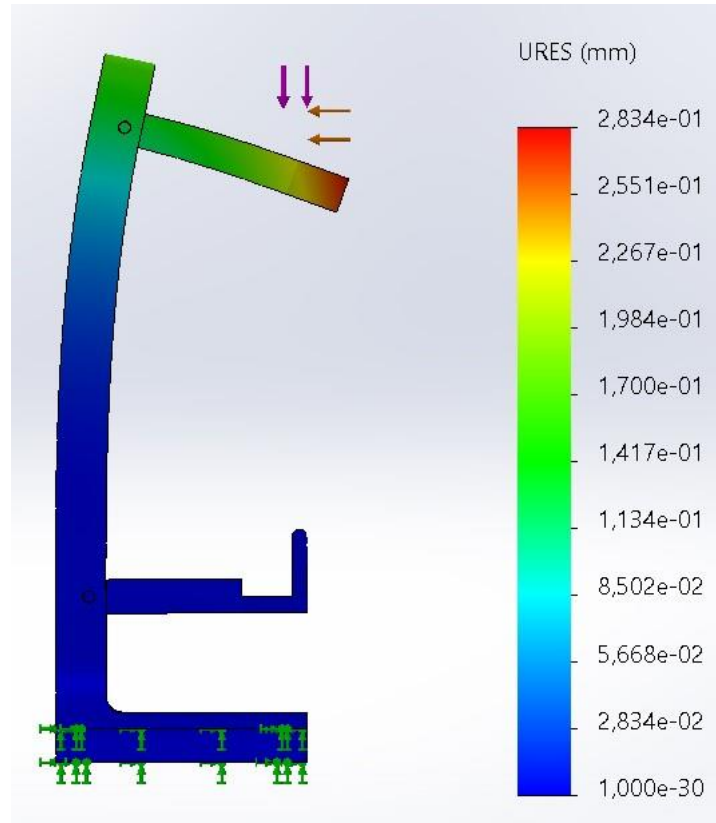


Figure V.13 - Distribution des déplacements sur le copieur

La simulation a montré que le déplacement maximal pour le copieur était de 0,28 mm, ce qui est une valeur acceptable pour le tournage du bois. Sur la base de ces résultats, on peut considérer que la conception est appropriée et efficace pour le processus sans affecter négativement la qualité de coupe ou la précision de copie.

V.3.6. Distribution des déformations

La figure V.6 illustre les déformations du copieur sous l'effet des charges appliquées.

Nous remarquons que la valeur maximale des déformations pour le copieur était de 0,0003715, ce qui est une valeur très faible. Cela indique que l'copieur est capable de résister aux déformations et de conserver sa forme sous l'effet des forces appliquées, garantissant ainsi la précision de la copie et la qualité de la performance.

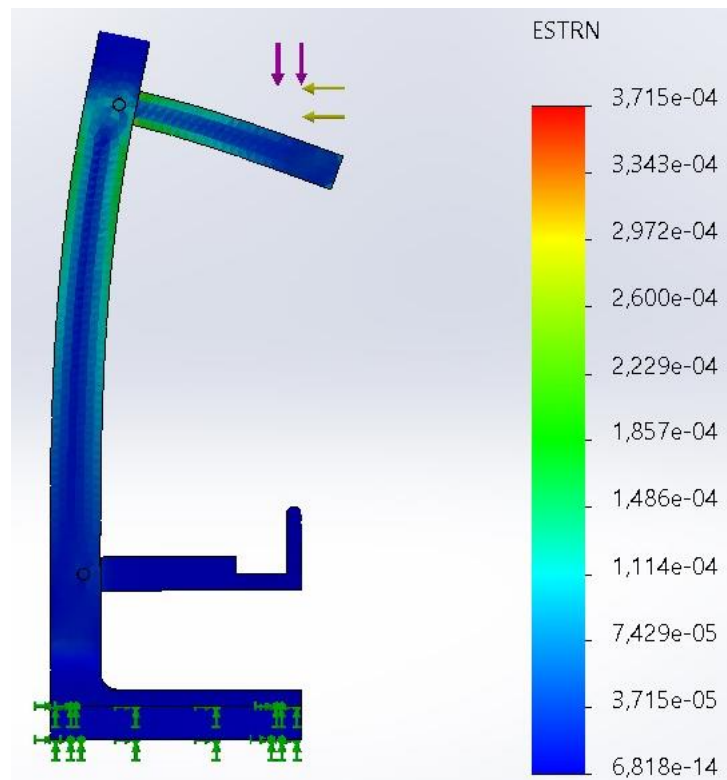


Figure V.14 - Distribution des déformations sur le copieur

V.3.7. Distribution des coefficients de sécurité

La Figure V.7 représente la distribution des coefficients de sécurité (rapport entre la contrainte admissible et la contrainte appliquée).

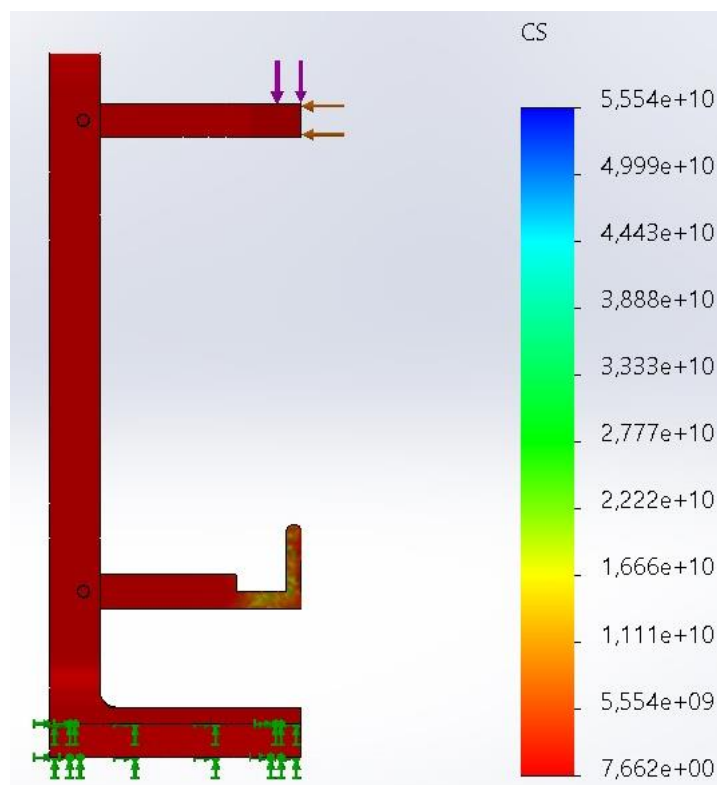


Figure V.15 - Description des coefficients de sécurité sur le copieur

Les résultats montrent que la plus petite valeur du coefficient de sécurité pour le copieur est de 7,66, ce qui indique que la conception offre un niveau élevé de sécurité sous les charges appliquées. Cette grande marge reflète la capacité de l'appareil à résister aux conditions de fonctionnement sans risque de défaillance ou d'effondrement, garantissant ainsi la fiabilité de la performance et la sécurité de l'utilisation.

V.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié et analysé les performances du bâti et du copieur à travers la simulation numérique, en nous basant sur les matériaux sélectionnés pour chacun. Les résultats ont montré que les deux éléments présentent des niveaux élevés de sécurité et sont capables de supporter les contraintes appliquées sans déformations significatives.

À partir de ces résultats, nous pouvons conclure que notre tour, avec les matériaux choisis, répond aux exigences opérationnelles en termes de précision et de robustesse, tout en offrant un haut niveau de sécurité et d'efficacité.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Notre étude s'est concentrée sur la conception d'un tour à bois équipé d'un système de copiage, en mettant l'accent sur la simplification de l'utilisation et la flexibilité pour l'opérateur.

Le travail a débuté par une analyse fonctionnelle approfondie pour identifier les besoins techniques principaux, suivie d'une sélection réfléchie des matériaux appropriés pour chaque composant du tour. Une attention particulière a été accordée au système de copiage, qui permet de reproduire des modèles avec précision et efficacité, ce qui renforce la capacité des utilisateurs à produire des pièces homogènes. Nous avons également étudié le système de transmission et calculé les différentes vitesses afin d'assurer la compatibilité avec une large gamme de bois.

Les résultats des calculs et des simulations ont montré que le design proposé offre une performance fiable et une bonne capacité à supporter des charges variées, contribuant ainsi à améliorer la qualité du travail et la durabilité de la machine. Ce projet représente un équilibre pratique entre simplicité et efficacité, en offrant aux artisans et amateurs des équipements accessibles et efficaces.

À l'avenir, ce design pourrait servir de point de départ pour le développement d'équipements plus avancés en intégrant des technologies modernes comme le CNC, ce qui offrirait une précision accrue et permettrait d'adapter le tour à des exigences variées

BIBLIOGRAPHIES

Bibliographies

- [1] V. KAMPERIDOU et I. BARBOUTIS, «Lathe Tool - It's Development from the Ancient times to Nowadays,» chez *ResearchGate*, Zagreb, 2013.
- [2] R. S. Woodbury, «The Origins of the Lathe,» *Scientific American*, vol. 208, n° 14, pp. 132-143, 1963.
- [3] Grizzly industrial, Inc., *HEAVY-DUTY WOOD LATHE MODEL G1495 INSTRUCTION MANUAL*, U.S.A, 1999.
- [4] A. Bridgewater, G. Bridgewater, G. Bridgewater, C. Eden-Eadon, S. Francis, J. Lloyd, J. Tibbs et J. Wilkie, *Travail du bois l'encyclopedie illustree*, Paris: Dunod, 2010.
- [5] P. DIWAN et A. SINGH, «NUMERICAL ANALYSIS OF WOOD LATHE,» chez *DAV Institute of Management*, Faridabad, 2015.
- [6] P. Jogidas, D. Bandhu,, S. Kumari et K. Abhishek, «Design and Fabrication of Mini Woodworking Lathe Machine,» chez *ICRAM*, 2021.
- [7] IGM Nastroje a stroje, *LAGUNA 1216*, Texas, 2022.
- [8] A. DERRO et R. ROY, *LE TOUR A BOIS*, Paris: EYROLLES, 1985.
- [9] R. RAFFAN, *Turning WOOD with Richard Raffan*, connecticut: The Taunton Press, 2008.
- [10] F. TERNANE, *Etude, diagnostic et réparation d'un tour en panne*, Tlemcen, 2017.
- [11] G. Joel, *Vitesse de coupe en fonction des materiau*, Pierre des corps: LP Martin Nadaud.
- [12] A. Ghezali, *Etude et maintenance d'une boite de vitesse d'un tour parallèle « 16D25 »*, Annaba, 2021.
- [13] B. LEHEMBRE, *Guide des métiers du batiment Le Menuisier*, Nathan, Éd., paris, 1997.
- [14] E. CONOVER, *The Lathe Book*, Connecticut: The Taunton Press, 1993.
- [15] F. AUDRY, *La démarche d'Analyse Fonctionnelle*, Versailles, 2010.
- [16] B. Ajay, «"Grey Cast Iron" the best suitable material for lathe machine bed,» *International journal on recent and innovation trends in computing and communication*, vol. 2, 2014.
- [17] A. Chevalier et J. Lecrinier, *Guide du dessinateur industriel*, 2004 éd., Paris: HACHETTE Technique, 1969.
- [18] s. Ramesh, *Applied Welding Engineering Processes, Codes, and Standards*, Butterworth-Heinemann, 2016.
- [19] Fonderie HEGI, *Fiche technique Fonte à graphite lamellaire selon DIN EN 1561*, Oberburg.
- [20] F. Bougerra et C. Bouker, *Etude et Conception d'un système Mini tour a bois*, Sousse, 2024.

Bibliographies

- [21] S. Shivakumar, «Charecterisation and Mechanical Properties Evaluation of Aluminium Alloy T6-6061(Reinforced with ZrO2) subjected to Forging,» *IJRASET*, vol. 9, n° %11, 2021.
- [22] Pompe moteur fr, «Les differents types de moteurs electrique,» Saint Aubin du cormier, 2024.
- [23] M. BOUGHDIR et H. CHAHED, *Conception et réalisation d'une machine de grugeage manuelle*, Sousse, 2022.
- [24] S. a. KEBAILI, R. AMRAOUI, S. MECHKOUK et Y. REZAL, *Les variateurs de vitesse pour les moteurs asynchrones*, Boumerdes.
- [25] «DÉTERMINATION DES DIMENSIONS DES POULIES ET CALCUL DES COURROIES,» chez *L'OUVRIER MODERNE*, vol. 4, DUNOD, 1922, pp. 449-452.
- [26] ENSAM, *Transmissions par poulies et courroie*, Meknès, 2023.
- [27] L. Ye, W. Yan, N. Jingzhe, L. Shifeng, L. Yan, L. Nan, M. Jun, Z. Zhaohui et W. Jian, «Microstructure and mechanical properties of M2 high speed steel produced by electron beam melting,» *ScienceDirect*, vol. 862, 2023.