

People's Democratic Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and Scientific Research¹⁹⁸⁵

Mohamed Boudiaf University of M'sila

Faculty of Technology

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المسيلة

كلية التكنولوجيا



Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option CONSTRUCTION MECANIQUE

Présenté par :

ALOUANI Hadil & MEKRI Soltana

Thème

Etude et réalisation d'une fileuse textile

Soutenu le 26 Juin 2024 devant le jury composé de

ZAOUI Moussa

Professeur

Président

HOCINE Mustapha

MCB

Examineur

MOUSSAOUI Nafissa

MCA

Encadrante

BENHAMADOUCHE Lamia

MCA

Encadrante

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier « **ALLAH** » **Tout-Puissant** de nous avoir donné le courage, la volonté, la force et la patience de finir ce travail.

Ce travail a été accompli sous la supervision de **Drs. Moussaoui Nafissa et Benhamadouche Lamia**, Nous leurs exprimons notre gratitude et nous les remercions chaleureusement pour leurs aides précieuses et leurs disponibilités et leurs conseils.

Nous tenons également à remercier les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait, en acceptant d'évaluer notre travail.

Nous remercions l'ingénieur **Mr. Gherbi abd latif** pour ses aides pendant la période de notre stage pratique.

Un grand merci à nos familles d'avoir toujours été présentes.

Nous exprimons nos sincères remerciements à nos frères, amis, collègues, enseignants et professeurs qui nous ont soutenus tout au long de notre parcours académique, que ce soit de près ou de loin.

Hadil & Soltana

Dédicaces

*Avec l'aide de dieu tout puissant, j'ai pu achever ce
modeste travail que je dédie :*

*A mon très cher père qui a toujours garni mes chemins
avec force et lumière.*

*A ma tendre mère la plus belle perle du monde. Pour sa
patience, son amour, son soutien et ses
encouragements.*

A mes frères que j'aime beaucoup

A mes amis pour une sincérité si merveilleuse.

*A toute personne qui nous a aidé à franchir les
difficultés dans la vie.*

Alouani hadil

اهداء

من قال أنا لها . . . نالها

وأنا لها وان أبت رغما عنها أتيت بها

وصلت رحلتي الجامعية الى نهايتها بعد تعب ومشقة ،لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها أن تكون ،لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق محفوفا بالتسهيلات لكنني فعلتها ونلتها ،وما كنت أفعل لولا فضل الله فالحمد لله عند البدء وعند الختام.

إلى الذي زين اسمي بأجمل الألقاب ،من دعمني بلا حدود وأعطى بلا مقابل إلى من علمني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة ،داعمي الأول في مسيرتي وسندي وقوتي وملاذي بعد الله والدي.

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها واحتضني قلبها قبل يدها وسهلت لي الشدائد بدعائها إلى التي ساندتني ووقفت بجانبتي وقدمت لي الدعم لمواصلة طريقي والدي.

إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي ،إلى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع ارتوي منهم اخوتي.

لكل من كان عوننا وسندا في هذه الطريق ،للأصدقاء الأوفياء ورفقاء السنين وأصحاب الشدائد والأزمات.

إلى أساتذتي الكرام ممن لم يتوانوا في مد يد العون لنا . . . يا من صنعتم لنا المجد. أهديكم تخرجي وفرحتي وثمره نجاحي الذي لطالما تمنيته . . . ها أنا اليوم أتممت أول ثمراته بفضل من الله عز وجل فالحمد لله على ما وهبني ،وانطوى الدرب بما حوى من الثقال.

مكري سلطانة

Résumé

Le filage, une technique ancienne de transformation des fibres en fils, a évolué de pratiques artisanales par les fileuses utilisant rouets et fuseaux à des procédés industriels mécanisés. La révolution industrielle a introduit des machines comme la "Spinning Jenny" de James Hargreaves, augmentant la production et l'efficacité. Aujourd'hui, le filage fait partie intégrante de l'industrie textile moderne, utilisant des technologies avancées pour produire des fils utilisés dans divers domaines, y compris les textiles techniques pour l'automobile, la médecine et l'aéronautique. Cette évolution symbolise la transition du savoir-faire traditionnel à l'innovation technologique. Cette étude vise à explorer les fondements théoriques ainsi que les aspects pratiques liés à la conception et à la réalisation d'un dispositif de filage efficace et innovant.

ملخص

الغزل، تقنية قديمة لتحويل الألياف إلى خيوط، تطورت من ممارسات حرفية قامت بها الغزالات باستخدام عجلات الغزل والمغازل إلى عمليات صناعية ميكانيكية. أدخلت الثورة الصناعية آلات مثل "سبيننج جيني" لجيمس هارجريفز، مما زاد من الإنتاج والكفاءة. اليوم، يشكل الغزل جزءًا أساسيًا من صناعة النسيج الحديثة، حيث يستخدم التقنيات المتقدمة لإنتاج خيوط تُستخدم في مجالات مختلفة، بما في ذلك الأنسجة التقنية للسيارات والطب والفضاء. يرمز هذا التطور إلى الانتقال من الحرف التقليدية إلى الابتكار التكنولوجي. تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف الأسس النظرية بالإضافة إلى الجوانب العملية المرتبطة بتصميم وإنشاء جهاز غزل فعال ومبتكر.

Summary:

Spinning, an ancient technique for transforming fibres into yarn, has evolved from artisanal practices by spinners using spinning wheels and spindles to mechanized industrial processes. The Industrial Revolution introduced machines like James Hargreaves' "Spinning Jenny," increasing production and efficiency. Today, spinning is an integral part of the modern textile industry, employing advanced technologies to produce yarns used in various fields, including technical textiles for automotive, medical, and aerospace applications. This evolution symbolizes the transition from traditional craftsmanship to technological innovation. This study aims to explore the theoretical underpinnings as well as the practical aspects of designing and building an efficient and innovative spinning device.

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
المخلص	
Liste de figures	
Liste de tableaux	
Introduction générale	1

Chapitre I

Généralités sur les fibres naturelles

I. 1. Introduction	3
I. 2. Fibres naturelles	3
I. 2. 1. Classification des fibres naturelles	3
I. 2. 1. 1. Fibres animales	3
I. 2. 1. 2. Fibres minérales.....	4
I. 2. 1. 3. Fibres végétales	4
I. 2. 2. Caractéristiques des fibres naturelles.....	5
I. 3. Fibres végétales	5
I. 3. 1. Classification des fibres végétales	6
I. 3. 2. Composition chimique d'une fibre végétale	6
I. 3. 3. Propriétés usuelles des fibres végétales	8
I. 3. 4. Présentations des différentes fibres végétales :.....	10
I. 3. 5. Les avantages et les inconvénients des fibres végétales	11
I. 3. 6. Morphologie de la fibre végétale	13
I. 4. Définition de fibres animales	14
I. 4. 1. Présentations des différentes fibres animales	15
I. 4. 2. Les avantages et inconvénients des fibres animales	16
I. 5. Définition des fibres minérales	17
I. 5. 1. Présentations des différentes fibres minérales	18
I. 6. Conclusion	19

Chapitre II

Filature

II. 1. Introduction	21
II. 2. Historique de filature	21
II. 3. Technique de filature	28
II. 3. 1. Matières premières	29
II. 3. 2. Transformation des matières premières (fabrication des fils)	29
II. 3. 3. Filature	30
II. 3. 4. Phases de la transformation des matières premières naturelles (le Filage)	30

II. 4. Classification des procédés de filature.....	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. La torsion des Fils	32
II. 6. Méthodes de Filage	33
II. 4. Conclusion :	34

Chapitre III :
Conception et réalisation

III. 1. Introduction	35
III. 2. Conception assistée par ordinateur (CAO)	35
III. 2. 1. Logiciel utilisé	35
III. 3. Conception des pièces du dispositif de filage	36
III. 3. 1 Différents composant du système de filage	36
III. 3. 2 Présentation du système de filage	37
III. 3. 3 Dessin de définition des pièces	42
III. 3. 4 Dessin d'ensemble du dispositif de filage	55
III. 3. 5 Assemblage des composants	56
III. 3. 6 Présentation des Assemblages du système de Filage en 3D sous-SolidWorks ...	57
III. 3. 7 Démontage	60
III. 3. 8 Principe de fonctionnement	61
III. 3. 9 Données des composants du filage	62
III. 4. Réalisation du dispositif de filage	63
III. 4. 1 Des exemples des pièces en réel	64
III. 4. 2 Prototype du dispositif de filage	66
III. 4. 3 Tests et Validation du dispositif de filage	67
III. 4. 5 Conclusion	68
Conclusion général et perspectives	70

Liste de figures

Figure. I. 1 Les types de fibres naturelles.	5
Figure. I. 2 Structure d'une fibre végétale.	7
Figure. I. 3 Classification des fibres végétales selon l'origine.	8
Figure. I. 4 Structure moléculaire de la cellulose.	8
Figure. I. 5 Structure chimique d'un type d'hémicellulose.	9
Figure. I. 6 Structure moléculaire d'un modèle de la lignine.	10
Figure. I. 7 Différents constituants d'une fibre végétale.	12
Figure. I. 8 Plante de Chanvre et les fibres de chanvre.	12
Figure. I. 9 Plante de Lin et les fibres de lin.	13
Figure. I. 10 Plante de Coton et ces fibres.	13
Figure. I. 11 Plante de L'Abaca et ces fibres.	14
Figure. I. 12 Plante de Kénaf avec ces fibres.	14
Figure. I. 13 Plante de Jute avec ces fibres.	15
Figure. I. 14 Plante de Sisal avec ces fibres.	15
Figure. I. 15 Plante de Ramie avec ces fibres.	15
Figure. I. 16 Plante de Coco avec ces fibres.	16
Figure. I. 17 Quelques exemples de tissus de fibres végétales.	17
Figure. I. 18 Les fibres de Laine.	18
Figure. I. 19 Les fibres de Soie.	18
Figure. I. 20 Les soies d'araignée.	19
Figure. I. 21 L'amiante et les fibres d'amiante.	20
Figure. I. 22 Le basalte et les fibres de basalte.	23
Figure. II. 1 Les Etablissements Dollfus-Mieg et Cie.	24
Figure. II. 2 Gravure des manufactures JTPF.	25
Figure. II. 3 Les Etablissements Cartier-Bresson.	26
Figure. II. 4 L'encyclopédie de Thérèse de Dillmont.	26
Figure. II. 5 La filature Wallaert Frères.	30
Figure. II. 6 Procédé de filature.	31
Figure. II. 7 Ligne de mélange et de battage.	32
Figure. II. 8 Ligne de cardage.	32

Figure. II. 9 Ligne de doublage et étirage.	33
Figure. II. 10 Ligne de banc à broches.	33
Figure. II. 11 Ligne de filage.	33
Figure. II. 12 La Torsion des Fils	34
Figure. III. 1 Logo SOLIDWORKS.	39
Figure. III. 2 Présentation du dispositif de filage en 3D sous SolidWorks.	40
Figure. III. 3 vis de type (tête fraisée bombée ISO 2010 - M10 * 16).	44
Figure. III. 4 vis de type (tête fraisée bombée ISO 7047 - M10 * 12).	44
Figure. III. 5 vis de type (fraisée ISO 7046 – M3 *30).	45
Figure. III. 6 vis de type (fraisée ISO 7046 – M10 *12).	45
Figure. III. 7 vis de type (tête fraisée ISO 7047 – M10 *30).	45
Figure. III. 8 écrous de type (Hexagonale de construction Grade A ISO 7417 – M12).	46
Figure III. 9 Interface d’assemblage	60
Figure III. 10 Interface d’assemblage	60
Figure. III. 11 Assemblage (1).	61
Figure. III. 12 Assemblage (2).	61
Figure. III. 13 Assemblage (3).	62
Figure. III. 14 Assemblage (4).	62
Figure. III. 15 Assemblage (5).	63
Figure. III. 16 Assemblage (6).	63
Figure. III. 17 Assemblage du dispositif.	64
Figure. III. 18 Mandrin en réel.	68
Figure. III. 19 Bobine en réel.	68
Figure. III. 20 Axe en réel.	68
Figure. III. 21 Assemblage de mandrin et les poulies en réel.	69
Figure. III. 22 Mécanisme Va et vient en réel.	69
Figure. III. 23 Support en réel.	70
Figure. III. 24 Prototype de l’assemblage du dispositif de filage.	71

Liste de tableaux

Tableau I. 1 Composition chimique de quelques plantes à fibres.	10
Tableau I. 2 Propriétés usuelles des fibres végétales.	11
Tableau I. 3 Les avantages et les inconvénients de fibres végétales.	16
Tableau III. 4 Rôles des pièces (filage)	41



Introduction Générale

Introduction générale

Le filage des fibres est une étape cruciale dans le processus de fabrication textile, transformant les matières premières en fils utilisables pour divers produits textiles. Depuis des siècles, cette technique a évolué, passant de méthodes manuelles traditionnelles à des processus mécaniques sophistiqués. Les fileuses, machines utilisées pour filer les fibres, jouent un rôle central dans cette transformation. Elles ont connu des innovations significatives, intégrant des technologies modernes pour améliorer la qualité, la productivité et la durabilité du fil produit.

Le filage des fibres commence par la préparation des matières premières, telles que le coton, la laine, le lin ou les fibres synthétiques. Ces fibres sont nettoyées, cardées et étirées avant d'être filées. Le processus de filage consiste à tordre et à allonger les fibres pour former un fil continu et robuste. Les fileuses modernes, contrairement aux rouets manuels d'antan, utilisent des systèmes automatisés et des contrôles précis pour garantir des fils homogènes et de haute qualité.

Les avancées technologiques dans le domaine des fileuses ont permis de répondre aux défis contemporains de l'industrie textile, tels que la demande croissante de textiles durables, la nécessité de réduire les coûts de production et l'exigence d'une qualité constante. Les fileuses modernes intègrent des innovations telles que la réduction de la consommation d'énergie, l'amélioration des processus de filage pour minimiser les déchets et l'utilisation de matériaux recyclables.

En résumé, le filage des fibres et l'évolution des fileuses illustrent l'importance de l'innovation technologique dans l'industrie textile. La capacité à produire des fils de haute qualité de manière efficace et durable est essentielle pour répondre aux exigences du marché mondial actuel. Cette introduction met en lumière le rôle fondamental des fileuses dans la transformation des fibres brutes en produits textiles finis, tout en soulignant l'importance des avancées technologiques pour l'avenir de l'industrie textile.

Ce mémoire incarne notre dévouement à proposer des solutions innovantes et haut de gamme afin de satisfaire les exigences en constante évolution de l'industrie textile. En travaillant sur cette initiative, nous visons à non seulement répondre aux besoins actuels du secteur, mais également à participer activement à son développement continu. Notre objectif est d'introduire des idées et des technologies nouvelles qui stimuleront la croissance et l'efficacité de l'industrie, tout en maintenant des normes élevées de qualité et de performance. En investissant dans des projets comme celui-ci, nous contribuons à façonner un avenir où

Introduction générale

l'innovation et l'excellence sont au cœur même de l'industrie textile.

Le corps de ce manuscrit est donc constitué de trois chapitres :

Le point de départ qui est le *premier chapitre* repose sur une étude bibliographique qui traite les matériaux avec lesquels nous travaillons. Nous explorerons en détail les différentes fibres naturelles utilisées dans l'industrie textile, en mettant l'accent sur leur présentation, classification et propriétés.

Le deuxième chapitre propose une revue de la littérature sur les techniques de filage ainsi que les principes fondamentaux de fonctionnement de la filature.

Le dernier chapitre détaillera les différentes étapes de conception des pièces et les assembler, depuis la spécification des exigences jusqu'à la validation des prototypes. Avec la réalisation finale des pièces et du dispositif du filage.

Enfin, ce manuscrit se termine par une dernière partie dressant les principales conclusions à travers une synthèse générale qui ouvre également quelques perspectives notamment les améliorations potentielles, les applications industrielles et les pistes de recherche à explorer pour les générations futures d'ingénieurs en textile.



Partie I :
Partie théorique



Chapitre I :
Généralités sur les
fibres naturelles

I. 1. Introduction

Depuis l'Antiquité, l'homme a exploité des matériaux composites en combinant différentes matières pour obtenir des caractéristiques spécifiques, s'inspirant notamment de modèles naturels tels que l'os et le bois. L'émergence des composites à fibres dans les années 1940 a conduit à leur expansion continue, grâce à leurs propriétés mécaniques et leur faible densité, les rendant prisés dans divers secteurs industriels [1, 2].

Cependant, ce développement est confronté à des défis, notamment environnementaux et de sécurité. Afin d'y répondre, l'intégration de fibres naturelles renouvelables et biodégradables est proposée, offrant des avantages en termes de manipulation, de coût et de propriétés mécaniques, bien que leur sensibilité à l'eau et leur faible résistance à la chaleur nécessitent une attention particulière [3].

I. 2. Fibres naturelles

Les problèmes écologiques qui se sont posés au cours de ces deux dernières décennies ont mis en évidence la nécessité de rechercher de nouvelles alternatives qui pourraient remplacer les fibres synthétiques par d'autres ayant un impact moins néfaste sur l'environnement [4]. Cela a suscité un regain d'intérêt pour les matériaux naturels qui pourraient être utilisés comme renforts ou charges dans les composites et sont donc appelés "composites renforcés de fibres naturelles" ou "éco-composites". Ils sont également appelés "bio-composites" [5]. Plusieurs chercheurs ont eu l'idée de renforcer des polymères par différentes fibres naturelles afin de produire des composites écologiques pour plusieurs applications qui ne nécessitent pas d'excellentes propriétés mécaniques, comme les structures de bâtiments secondaires/tertiaires, les panneaux de portes de voitures, les emballages, etc [6]. L'utilisation de fibres naturelles comme renforts dans les composites a augmenté depuis lors et a remplacé plusieurs composites renforcés de fibres synthétiques dans de nombreuses applications telles que l'automobile, la marine, l'aérospatiale, les industries de la construction, etc. [7]. Cela est principalement dû aux recherches approfondies qui ont été menées, à leur caractère écologique / biodégradable, à leur faible coût et à leurs propriétés physiques et mécaniques intéressantes (faible densité, bonne résistance, souplesse de mise en œuvre, rigidité spécifique élevée, etc.) [5].

I. 2. 1. Classification des fibres naturelles :

Les fibres naturelles, comme leur nom l'indique si bien, sont des ressources renouvelables et biodégradable. Elles se répartissent en trois catégories en fonction de leur origine : les *fibres animales* (issues de poils), les *fibres végétales* (provenant de graines, tiges,

feuilles, fruits) et les *fibres minérales* (telles que l'amiante) (**figure I. 1**).

I. 2. 1. 1. Fibres animales

Les fibres animales sont composées principalement de protéines. La kératine constitue les poils (dont les laines en tout genre) et les plumes. La soie est une sécrétion de fibroïne produite par le ver à soie, chenille d'un papillon du genre bombyx et les araignées. La laine et les plumes sont depuis longtemps utilisées dans le domaine textile. Ce sont aussi de très bons isolants pour la construction [8]. La fibre animale la plus utilisée est la fibre de laine grâce à ses propriétés d'isolation thermique, son bon pouvoir absorbant (16% à 18%) et son importante élasticité (45%). Les fibres protéiniques peuvent être classées selon leur provenance en deux familles [9]:

- Des poils issus de la toison des différents mammifères (poils de mouton, chèvre, chameau, alpaga, lapin).
- Des sécrétions comme la soie issue de la bave du ver à soie (*bombyx mori*), les fils d'araignée, etc.

I. 2. 1. 2. Fibres minérales

Ces fibres sont naturelles inorganiques soit intégralement naturelles comme l'amiante ou à partir de sources minérales telles que les roches ou le verre. Beaucoup considère l'amiante comme la seule fibre minérale naturelle qui a attiré l'attention par sa résistance à la chaleur, au feu, aux agressions électriques et chimiques et par son pouvoir absorbant mais l'utilisation de cette fibre a été interdite à cause des risques cancérigènes qu'elle présente (toxicologique, 2004) [8].

I. 2. 1. 3. Fibres végétales :

Le monde végétal représente une ressource inépuisable de matières premières naturelles, susceptibles de rivaliser avec les matériaux d'origine fossile. Les fibres végétales naturelles se caractérisent par des parois cellulaires à structure fibrillaire, principalement composées de cellulose, d'hémicellulose et de lignine, ainsi que de composés minoritaires tels que les cires, les lipides, les matières minérales et les composés hydrosolubles. La proportion de ces divers constituants varie considérablement en fonction des organes, de l'âge et de l'espèce de la plante [10].

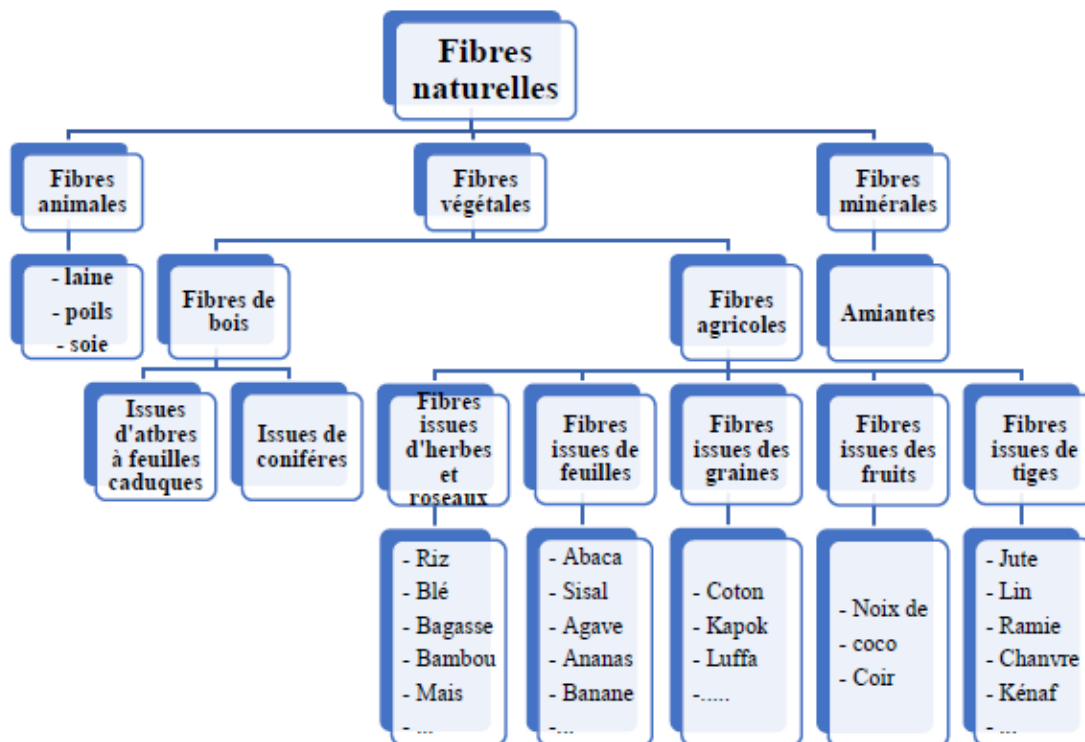


Figure. I. 1. Classification des fibres naturelles selon leur origine [11].

I. 2. 2. Caractéristiques des fibres naturelles

Les fibres sont caractérisées par :

Longueur et diamètre

La longueur des fibres naturelles constitue le principal paramètre influençant les propriétés mécaniques des différentes échelles (fibre, fil, tissu). La morphologie discontinue des fibres naturelles est déterminée par leur structure chimique et physique, ainsi que par leur forme. Le processus d'extraction des fibres joue également un rôle crucial dans la détermination de leur longueur. L'extraction manuelle des fibres élémentaires reste la méthode la plus courante, permettant de préserver l'intégrité des fibres [12]. La longueur des fibres végétales varie en fonction de leur position dans la plante. Les fibres végétales les plus couramment utilisées ont une longueur moyenne de 30 à 70 mm pour les fibres de sisal et de 5 à 80 mm pour les fibres de lin [13, 14].

Le diamètre des fibres naturelles est également un paramètre crucial influençant leurs propriétés mécaniques. La structure complexe des fibres naturelles se manifeste par une section polygonale plutôt que cylindrique. La variation de la rigidité et de la résistance des fibres végétales est liée aux fluctuations du diamètre le long de la fibre. La rupture des fibres végétales est influencée par la présence de défauts, ceux-ci étant plus nombreux et significatifs dans les

fibres de plus grand diamètre, ce qui accélère leur rupture [15].

Densité des fibres

La densité des fibres naturelles est un paramètre crucial influençant directement le poids des matériaux produits à partir de ces fibres. Les fibres de densité plus faible, telles que les fibres naturelles, sont préconisées pour les matériaux composites utilisés dans les secteurs de l'aéronautique et de l'automobile [16].

Les mesures de densité reposent sur la détermination de deux grandeurs : la masse et le volume. La masse peut être mesurée directement, tandis que la détermination du volume peut présenter des défis expérimentaux [17]. En général, la densité est mesurée en immergeant le matériau dans un liquide et en calculant le volume en fonction du déplacement de ce liquide. Cette méthode pose des problèmes pour les matériaux poreux, notamment les fibres naturelles, en raison de leur caractère hydrophile. En effet, les volumes obtenus avec cette méthode ne reflètent pas fidèlement ceux des fibres naturelles à structures creuses [18, 19].

I. 3. Fibres végétales

Les fibres végétales sont des fibres issues de la biomasse. Elles sont essentiellement composées de la cellulose, un polymère naturel ayant de longues chaînes moléculaires de glucose, d'hémicelluloses, de lignines et de pectines. Beaucoup de végétaux se prêtent à l'extraction de fibres, que ce soit à partir des tiges (lin, jute, chanvre), des feuilles (sisal), des graines (coton, kapok) ou encore des fruits (noix de coco). Ces fibres peuvent être classées en deux catégories : des fibres longues et des fibres courtes. Les fibres courtes sont généralement obtenues des fruits, des fleurs ou des graines de certaines plantes alors que les fibres longues sont extraites de l'écorce ou du liber de la tige ou des feuilles des plantes. Les fibres végétales sont très utilisées pour leur faible densité, leur pouvoir d'isolation thermique, leur propriétés mécaniques et notamment pour leur biodégradabilité [20].

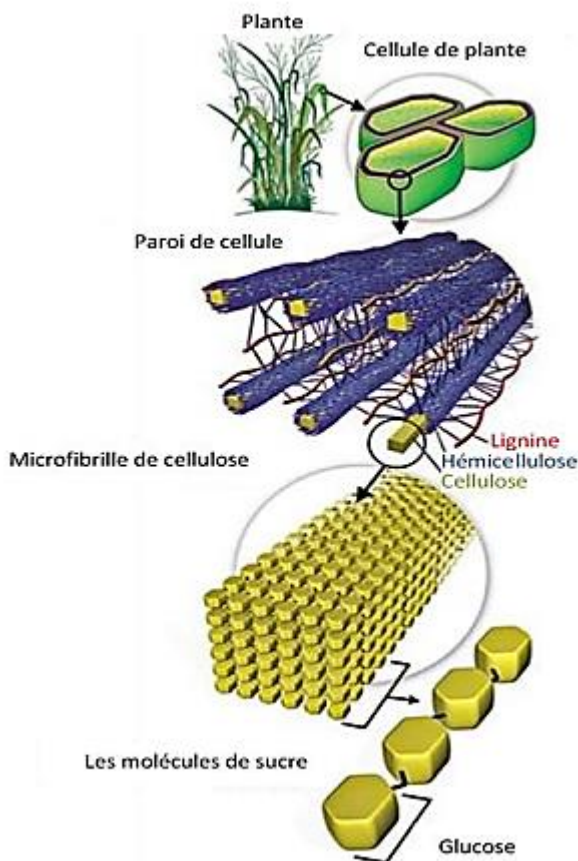


Figure. I. 2. Structure d'une fibre végétale [21].

I. 3. 1. Classification des fibres végétales

La classification des fibres végétales est assez complexe. Selon la littérature, les fibres végétales peuvent être classées en trois catégories selon [22] :

✓ L'origine des fibres (Figure. I. 3) : de **tige** (kéraf, jute, lin, ramie, etc.), de **feuilles** (sisal, abaca, paille de graminées, etc.), de **fruits** (noix de coco) ou de **graines** (coton, kapok, etc.).

✓ La longueur des fibres : qui est fonction du procédé technologique utilisé pour son extraction. La plupart des fibres libériennes et les fibres issues de feuilles, considérées comme fibres longues, présentent des longueurs supérieures à 120-150 mm. En revanche, les fibres ayant une longueur de fibres comprise entre 20 et 60 mm, par exemple le coton, sont considérées comme étant des fibres courtes-discontinues.

✓ Les critères fonctionnels : (i) les fibres de faible rigidité, généralement issues de plantes annuelles pauvres en lignine (coton, chanvre, jute, lin), se caractérisent par un toucher doux ; (ii) les fibres plus grossières présentant une rigidité en torsion et en flexion plus importante, sont plus dures et se caractérisent par une teneur en lignine plus importante. Des

exemples typiques sont le bois, le sisal et l'abaca.

Malgré ces justifications, les classifications de fibres restent quelque peu arbitraires bien que souvent sont assez utiles.

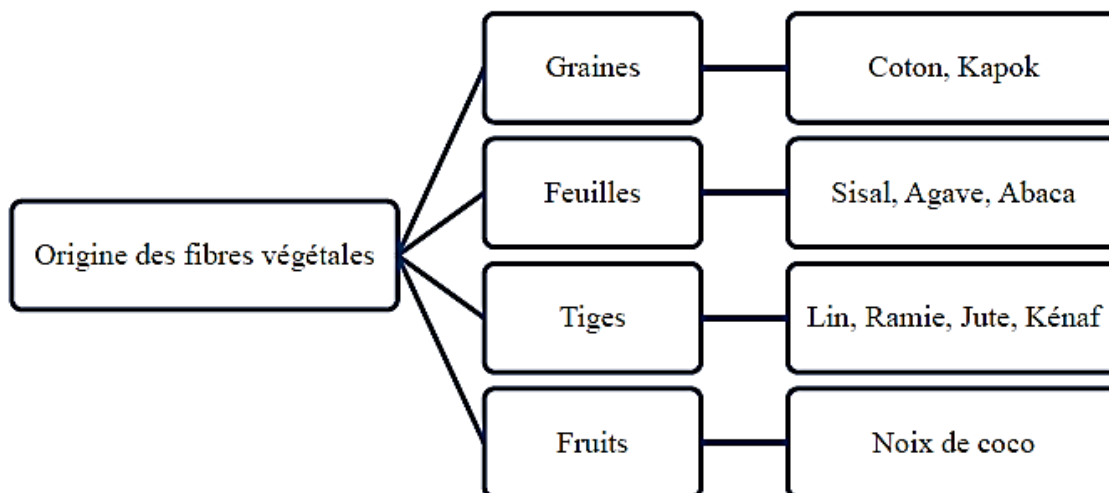


Figure. I. 3. Classification des fibres végétales selon l'origine [5].

I. 3. 2. Composition chimique d'une fibre végétale

Le composant majoritaire des fibres naturelles est la cellulose mais aussi on trouve la lignine et l'hémicellulose, des protéines et d'autres composantes non organiques. Cette composition chimique dépend de l'origine de la fibre, des conditions de croissance, des conditions climatiques, de l'âge de la plante et de la provenance de la fibre (feuilles, tige, fruit,...)

☞ Cellulose

Dès 1838, Anselme Payen établit que la composante principale de la plupart des fibres végétales se caractérise par une structure chimique unique nommée "*cellulose*". La nature macromoléculaire de la cellulose a été démontrée vers les années 1930. Par la suite, il a été montré que la cellulose est un polymère de motifs glucidiques. La cellulose est composée d'unités de D-anhydroglucose reliées entre elles par des liaisons $\sim(I-4)$. Toutefois, le motif répétitif de base de la cellulose est le dimère « cellobiose » qui comprend deux unités de glucose liées par la liaison $\sim(I-4)$ [10]. Une structure typique de cellulose est représentée sur (Figure I. 4).

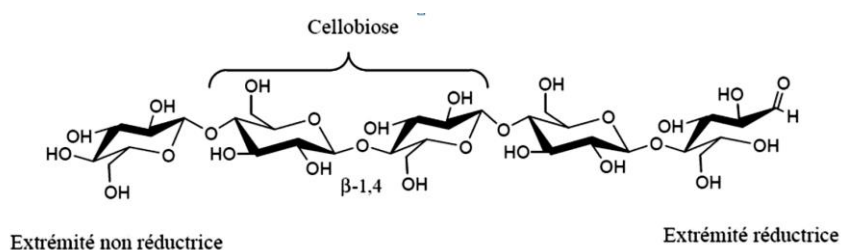


Figure. I. 4. Schéma de molécules de cellulose, avec ses liaisons hydrogène [10].

La manière dont les unités de glucose sont liées dans le polymère linéaire détermine les propriétés de la cellulose [10]. La cellulose, qui se compose de milliers d'unités de glucose, peut s'empiler pour établir des formes cristallines avec des liaisons hydrogènes intramoléculaires fournissant un polymère stable avec une haute résistance à la traction. Les groupements hydroxyles et leur habilité à former des liaisons hydrogènes jouent un rôle majeur dans l'orientation du réseau cristallin et gouvernent les propriétés physiques de la cellulose [10]. En plus des régions ordonnées ou cristallines de la cellulose, il existe d'autres régions moins ordonnées, ou régions amorphes. Ces différences peuvent avoir une influence énorme sur les caractéristiques et les fonctionnalités de la fibre [10].

☞ Hémicellulose

L'hémicellulose est considérée comme étant le glucide le plus abondant dans les parois cellulaires des plantes. Elle est composée d'une association de groupes de polysaccharides très hétérogènes, différant en structure et en composition en fonction de leurs origines. Des polysaccharides non cellulosiques tels que les glucanes ($C_6H_{12}O_6$)_n, les mannanes ($C_6H_{12}O_6$)_n, les galactanes ($C_6H_{12}O_6$)_n, les arabinanes ($(CSHJQO_s)_n$) et les xylanes ($(C_5H_{10}O_s)_n$) représentent l'hémicellulose (Figure. I. 5) [10].

Les hémicelluloses, non linéaires, sont associées aux pectines, aux constituants aromatiques et à la cellulose dans les parois cellulaires des plantes. Elles représentent la matrice support pour les microfibrilles de cellulose. Contrairement à la cellulose, l'hémicellulose est très hydrophile, soluble en milieu alcalin, et facilement hydrolysable dans les acides [10]. Les chaînes d'hémicellulose sont ramifiées et beaucoup moins longues (DP=50-300) par rapport à la cellulose [10].

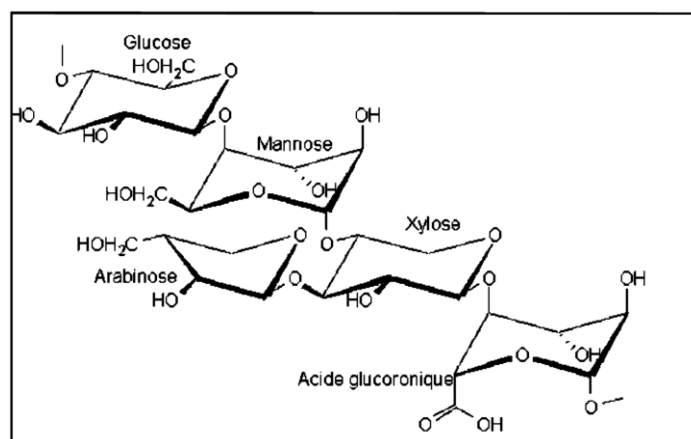


Figure. I. 5. Exemple de Structure hémicellulose [10].

☞ Lignine

La lignine est un copolymère tridimensionnel complexe constitué de composés aromatiques et aliphatiques à très haut poids moléculaire. Elle est constituée de trois unités différentes de type phénylopropane à savoir les alcools p-coumarylique, coniférylique et sinapylique (Figure. I. 6.). C'est un matériau amorphe et hydrophobe de nature. Sa chimie n'a pas encore été précisément établie, mais la plupart de ses groupes fonctionnels et les unités structurales de la macromolécule ont été identifiés. Elle est caractérisée par la forte teneur en carbone mais une faible teneur en hydrogène [10].

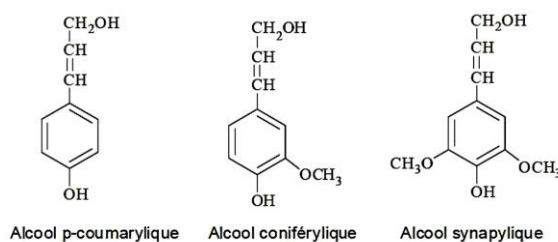


Figure. I. 6. Les monomères de la lignine [10].

☞ Extractibles

Ces matériaux sont considérés comme non structuraux, autrement dit, bien que présents au sein de la paroi cellulaire, ils ne forment pas la structure fondamentale de la paroi comme la cellulose, l'hémicellulose et la lignine. Néanmoins, ils ont un effet considérable sur les matériaux lignocellulosiques. Ces substances chimiques naturelles peuvent être enlevées ou extraites de la matière végétale à l'aide d'un traitement chimique relativement doux, étant donné qu'ils sont généralement solubles dans l'eau et/ou solvants organiques, d'où leur dénomination. La composition en extractibles varie en fonction de l'essence considérée et influe sur la couleur et l'odeur [10].

Le tableau I.1 présente la composition chimique de quelques fibres végétales.

Tableau I. 1. Composition chimique de quelques plantes à fibres [5].

Types de fibre	cellulose	hémicellulose	Lignine
Cotton	82.7	5.7	-
Jute	64.4	12.0	11.8
Zoster	57	28	5
Ramie	68.6	13.1	0.6
Sisal	65.8	12.0	9.9
Chanvre	57-77	14-17	9-13
Kénafe (écorce)	44-60.8	20.3-23	10-19
Kénafe (bois)	37-49	18-24	15-21
Résineux	48.0	15.0	25.3

I. 3. 3. Propriétés usuelles des fibres végétales

Propriétés physiques des fibres végétales

Les fibres végétales sont généralement caractérisées par leur diamètre, leur densité, leur teneur en eau et leur absorption d'eau.

Propriétés mécaniques des fibres végétales

Elle est caractérisée mécaniquement par sa résistance à la traction, son élongation à la rupture et son module d'élasticité [4].

Tableau I. 2. Propriétés usuelles des fibres végétales [5].

Propriétés	Type de fibres							
	lin	chanvre	Jute	ramie	coco	sisal	abaca	Coton
Densité	1.4	1.48	1.46	1.5	1.25	1.33	1.5	1.51
Résistance A la traction (MPa)	800-1500	550-900	400-800	550	220	600-700	980	400
Module D'élasticité (E) (GPa)	60-80	70	10-30	44	6	38		12
(E/densité) spécifique	26-46	47	7-21	29	5	29		8
Allongement A la rupture (%)	1.2-1.6	1.6	1.8	2	15-25	2-3		3-10
Absorption D'eau (%)	7	8	12	12-17	10	11		8-25

Propriétés chimiques des fibres végétales [4]

Les fibres végétales sont caractérisées par leur composition chimique (Tableau.I.1) qui influe énormément sur leur durabilité et spécialement dans les milieux alcalins.

Propriétés écologiques des fibres végétales [5]

- La fibre végétale est une matière naturelle, elle n'irrite donc pas la peau.
- Manipulation et reproductibilité plus confortables.

Autres propriétés spéciales sur les fibres végétales [5]

La fibre végétale contient plusieurs propriétés fondamentales qui définit le comportement de la fibre, il aussi :

- Bonne absorption des vibrations.
- Fibres moins abrasives.
- Bonne isolation acoustique et thermique.

I. 3. 4. Présentations des différentes fibres végétales

➤ Chanvre

Le chanvre est une fibre libérienne similaire au lin, kenaf, jute et ramie, avec des fibres externes allongées et des fibres internes ligneuses. Ces fibres présentent un potentiel technologique important, répondant aux besoins des textiles traditionnels tout en offrant des opportunités pour diverses innovations. Cultivé dans les régions au climat tempéré, le chanvre est présent en Europe de l'Est, en France et en Italie. La France est le principal producteur européen de chanvre, avec environ 9 100 hectares cultivés en 2005. Les fibres libériennes de chanvre sont couramment transformées en textiles (tapis et vêtements) et en produits industriels tels que géotextiles, tissus anti-érosion, renforts composites et rembourrages, constituant les principales utilisations actuelles et futures du chanvre [7].



Figure. I. 8. Plante de Chanvre et les fibres de chanvre.

➤ Lin

Le lin est une plante annuelle cultivée mondialement, en Asie et en Europe. On obtient la fibre de lin à partir de la tige de la plante, ainsi que de l'huile extraite des graines. Cette fibre est appréciée pour sa grande longueur moyenne de 25 mm et son excellente résistance. De plus, le rendement du lin est bien supérieur à celui du coton, atteignant jusqu'à 2 tonnes par hectare par an. La fibre de lin est utilisée dans la fabrication de papiers de haute qualité, tels que le papier à cigarette et le papier Bible, grâce à sa résistance et sa longueur qui lui confèrent les caractéristiques mécaniques essentielles pour ces types de papier [7].



Figure. I. 9. Plante de Lin et les fibres de lin.

➤ **Coton**

Le cotonnier est un petit arbuste annuel mesurant entre 1 et 1,50 m de haut, cultivé dans les régions chaudes d'Amérique, d'Afrique, d'Asie, et même en Europe (Espagne). Les fibres de coton, appelées linters, sont obtenues à partir des graines. Le rendement en linters de coton est faible, environ 0,05 t/ha/an. Cependant, cette fibre est prisée pour ses excellentes propriétés physiques et mécaniques. Les linters de coton mesurent de 2 à 5 mm de long et 18 μm de large. Ils sont utilisés pour fabriquer du papier de haute qualité, y compris les papiers fiduciaires comme les billets de banque, où la résistance au pliage est cruciale. Cette fibre est également largement employée dans l'industrie textile [7].

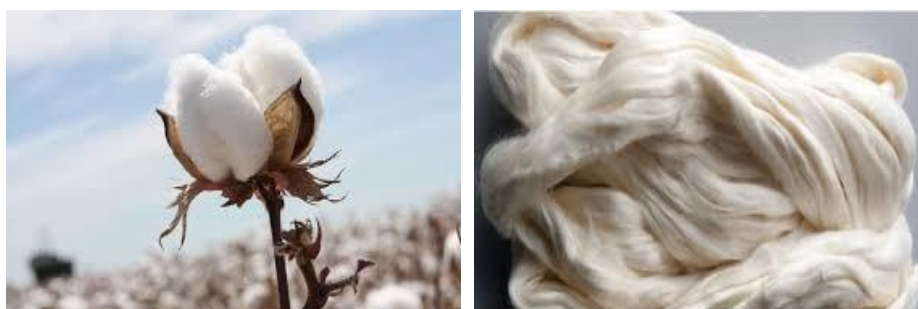


Figure. I. 10. Plante de Coton et ces fibres.

➤ **Abaca**

L'abaca, ou chanvre de Manille, est un bananier textile (Musacées) qui pousse aux Philippines. Les fibres des gaines foliaires forment un pseudo-tronc très prisé pour la fabrication de cordages légers et insubmersibles, ainsi que pour des rabanes, nappes, stores et vêtements. La fibre d'abaca mesure 6 mm de long et 22 μm de diamètre. Elle est principalement utilisée dans la fabrication de papiers filtres et de sachets de thé [7].



Figure. I. 11. Plante de l'Abaca et ces fibres.

➤ **Kéna**

Le Kéna est une plante herbacée pouvant atteindre 3 m de haut, principalement cultivée dans les régions tropicales et en Amérique du Sud, avec une production rare en Europe. Utilisé principalement dans l'industrie du papier, le kéna offre un rendement en fibre atteignant près de 10 tonnes par hectare et par an. La longueur moyenne de ses fibres, de 1,5 mm, se situe entre celle des fibres de feuillus et celle des fibres de résineux [7].



Figure. I. 12. Plante de Kéna avec ces fibres.

➤ **Jute**

Le jute est un arbuste originaire d'Asie du Sud-Est. Les principaux pays producteurs sont l'Inde et le Bangladesh. Le rendement en fibre est de 2 tonnes/ha/an. Les fibres utilisées pour fabriquer le papier poussent et deviennent des déchets de filature. La longueur moyenne des fibres est de 2 mm et la largeur est de 20 μm . Les propriétés de ces fibres sont généralement comparées à celles du kéna [7].



Figure. I. 13. Plante de Jute avec ces fibres.

➤ **Sisal**

Le sisal est une plante vivace tropicale constituée d'une rosette de grandes feuilles triangulaires pouvant atteindre 2 m de long. Principalement cultivé en Amérique du Sud et en Afrique, le sisal produit des fibres d'une longueur moyenne de 3 mm [7].



Figure. I. 14. Plante de Sisal avec ces fibres.

➤ **Ramie**

La ramie est une plante arbustive. Calamus est originaire d'Asie de l'Est et est principalement cultivé en Chine, au Japon et aux États-Unis. Le rendement en fibre est d'environ 2 tonnes/ha par an. La longueur moyenne des fibres est de 40 à 250 mm et le diamètre moyen est de 45 μm .

Ces fibres sont similaires aux fibres de lin, mais sont plus longues, plus résistantes et plus rigides [7].



Figure. I. 15. Plante de Ramie avec ces fibres.

➤ **Coco**

La fibre de coco, obtenue à partir de la couche fibreuse entourant la noix de coco, est trempée dans l'eau, puis filée et tissée. Le filage grossier et irrégulier lui confère un aspect rustique. La fibre de coco est très résistante et possède d'excellentes propriétés isolantes, antiseptiques et antibactériennes. Elle est souvent utilisée dans les grandes pièces ou pour accentuer un aspect rustique [7].



Figure. I. 16. Plante de Coco avec ces fibres.

Quelques exemples de fibres végétales sont répertoriés ci-dessous :



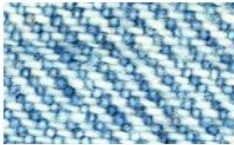
Chanvre



Jute



Sisal



Coton



Coco



Lin

Figure. I. 17. Quelques exemples de tissus de fibres végétales [7].

I. 3. 5. Les avantages et les inconvénients des fibres végétales

L'introduction de fibres végétales dans les matrices polymères peut apporter des avantages notables par rapport aux fibres traditionnellement utilisées dans les composites, telles que les fibres de verre, comme indiqué dans le tableau I. 3 [1].

Tableau I. 3. Les avantages et les inconvénients de fibres végétales [1].

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible densité ✓ Moins chère ✓ Faible renouvelables ✓ Consommation énergétique réduite pour leur production ✓ Fibres biodégradables ✓ Caractéristiques particulières élevés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Taux de reprise en eau important ✓ Difficulté à résister au vieillissement ✓ Résistance thermique réduite. ✓ Pour les applications commerciales, un bon niveau de support est nécessaire pour une qualité durable.

I. 3. 6. Morphologie de la fibre végétale

La morphologie des fibres végétales varie considérablement en fonction de leur origine, de leur maturité et des conditions environnementales de croissance des plantes. Une même fibre végétale peut présenter une grande variation de diamètre.

De plus, les fibres végétales se distinguent par des variations d'épaisseur des parois cellulaires, attribuables à la porosité des fibrilles [10].

I. 4. Définition de fibres animales

Les fibres végétales d'origine animale sont constituées de protéines particulières. Les fibres proviennent des poils d'animaux et des sécrétions d'insectes. Les plus connues sont la laine et le cuir et à une échelle inférieure mais très appréciée et estimée, la soie [5].

I. 4. 1. Présentations des différentes fibres animales :

➤ La laine

La laine est une fibre issue de la fourrure de divers moutons, affichant une variété de couleurs allant du blanc au brun, avec des cheveux bouclés et une forme élastique, et mesurant entre 3 et 30 cm de longueur. Sous microscope, elle révèle une structure de canal irrégulière recouverte d'écailles chevauchantes. À l'état brut, elle est grasse et contient jusqu'à 30 % de sécrétions animales, avec des impuretés pouvant constituer jusqu'à 70 % de sa masse. Principalement composée de protéines, notamment de kératine, elle se décline en différentes catégories telles que la laine mérinos, la laine drap, la laine ordinaire et la laine d'agneau. Cette dernière provient de moutons nouvellement tondus ou de la récupération de toisons d'animaux décédés, voire de la régénération de vieux tissus. Bien que la laine présente une faible résistance par rapport à d'autres fibres, elle offre une grande élasticité et résiste peu au froissement, la rendant idéale pour le filage grâce à l'adhérence et à la mixité aisée de ses fibres avec d'autres types de fibres [7].



Figure. I. 18. Les fibres de Laine.

➤ La soie

La soie est produite à partir des fils élaborés par les chenilles de papillons, telles que le ver à soie argenté, qui tissent un cocon pour se protéger pendant leur métamorphose. Lorsque le cocon est déroulé, un fil de soie est obtenu. À l'œil nu, les fibres de soie apparaissent comme des fils extrêmement longs, mesurant de 700 à 1 500 mètres, d'une texture très fine, brillante et douce. Comme la laine, la soie est composée d'un mélange de protéines, notamment de fibroïne et de séricine, représentant respectivement 65 % et 25 % de son poids total, ainsi que d'eau et de sels inorganiques. La fibroïne constitue la structure principale de la soie, tandis que d'autres

composants sont plus ou moins éliminés lors de la production de la fibre [7].



Figure. I. 19. Les fibres de Soie.

➤ **Le fil d'araignée :**

Les araignées produisent de la soie, composée de protéines, qui intéresse les chercheurs pour ses propriétés mécaniques. Cette soie est utilisée dans les textiles techniques et pour renforcer les matériaux composites. Seules les araignées sédentaires construisent des toiles. Les propriétés de la soie varient selon le type d'araignée et ses utilisations, telles que la capture de proies, la reproduction et la détection des vibrations. La soie d'araignée présente des performances mécaniques remarquables, avec un module initial de 60 GPa, une contrainte à la rupture de 2900 MPa et un allongement à la rupture pouvant atteindre 200 % [7].



Figure. I. 20. Les soies d'araignée.

I. 4. 2. Les avantages et inconvénients des fibres animales

Les fibres animales présentent des propriétés spécifiques importantes telles que les propriétés mécaniques (résistance et rigidité), la biodégradabilité, leur origine renouvelable, etc. Malgré ces avantages, les fibres animales ne sont pas beaucoup utilisées comme renfort dans les matériaux composites à cause de leur prix élevé et leur faible production [5].

I. 5. Définition des fibres minérales

Les fibres dérivées de minéraux naturels proviennent de roches. Les caractéristiques communes sont la résistance à la chaleur et l'isolation. Cependant, la taille des fibres minérales

est très petite, ce qui présente un danger pour l'homme (car elles peuvent être facilement inhalées) [10].

Les renforts d'origine minérale sont à base de silicium, les plus courants étant l'amiante et le basalte [5].

I. 5. 1. Présentations des différentes fibres minérales

➤ L'amiante

L'amiante est un hydrosilicate de magnésium contenant du fer, du sodium ou du calcium, selon le type.

Deux familles se distinguent : – Serpentine, le chrysotile représente 95 % de la production totale d'amiante.

Sa formule chimique est $Mg_6[(OH)_4Si_4O_{11}]_2$.

- Amphibole de formule $Na_2MgFe_5[(OH)_2Si_4O_{11}]$
- Amosite de formule $MgFe_8[(OH)_2Si_4O_{11}]_2$

L'amiante est couramment associée aux résines phénoliques en raison de ses excellentes propriétés adhésives. Il peut également être utilisé en combinaison avec la fibre de verre pour réduire les coûts. Des fibres de sisal sont également ajoutées pour améliorer les propriétés du matériau. Bien que les fibres d'amiante présentent de nombreux avantages, elles posent également d'importants problèmes de santé et de sécurité [7].



Figure. I. 21. L'amiante et les fibres d'amiante.

➤ Le basalte

Le basalte est une roche volcanique formée à partir du refroidissement rapide du magma au contact de l'eau ou de l'air, constituant le principal composant des couches supérieures de la croûte océanique. Le terme "basalte" est dérivé du latin "basalte", probablement issu du mot éthiopien signifiant "roche noire". Il présente une couleur allant du foncé au très foncé, et une structure microlithique, composée principalement de plagioclase (50 %), de pyroxène (25 à 40 %), d'olivine (10 à 25 %), et de 2 à 3 % de magnétite [7].



Figure. I. 22. Le basalte et les fibres de basalte.

I. 6. Conclusion

L'incorporation de fibres naturelles dans les processus industriels offre des avantages significatifs en termes de réduction des coûts et du poids des pièces, ainsi qu'en améliorant les perspectives de recyclage et l'impact environnemental, notamment dans le domaine automobile. Dans le secteur de la construction, l'attention se concentre sur les propriétés économiques et techniques des matériaux isolants, qui surpassent largement les matériaux actuellement utilisés [11].



Chapitre II : **Filature**

II. 1. Introduction

Les fondamentaux de la fabrication de la pâte n'ont pas subi de changement depuis l'Antiquité. Les matières textiles, qu'elles soient d'origine végétale, animale ou synthétique, sont transformées en fils simples ou en brins par le filage, qui consiste en la torsion et l'assemblage de deux brins ou plus. Ces fils sont ensuite utilisés pour la confection de tissus par tissage ou tricot. Le tissage implique le croisement des fils en lignes droites, tandis que le tricot consiste à entrelacer les fils en boucles ou en points. La torsion appliquée aux fils dépend de leur usage : les fils de chaîne doivent être résistants et durables, tandis qu'elle est moindre pour les fils destinés au tricot qui nécessitent de la souplesse. En combinant deux fils ou plus, on obtient un fil plus résistant. Ces brins torsadés ensemble forment un câble utilisé comme fil à coudre. La grosseur du fil est exprimée en grammes pour 1 000 mètres de fil (système nominal) ou en métrique.

Depuis l'invention du métier à tisser au XVIII^e siècle, l'industrie textile a connu une évolution grâce au développement de nouvelles machines. Les tisserands, qui auparavant ne pouvaient tisser que quelques mètres de tissu par jour sur des métiers à main, peuvent désormais produire jusqu'à 5 mètres de tissu par minute sur des métiers à grande largeur. À l'exception des non-tissés comme le feutre, le filage représente la première étape de la transformation des matières premières textiles, tandis que la dernière étape consiste, par exemple, en la confection d'un vêtement. Il convient de noter que la soie est la seule fibre continue à l'état naturel, pouvant mesurer jusqu'à 1 000 mètres de longueur [23].

II. 2. Historique de filature :

Depuis le Moyen Âge, les filatures de coton existent, principalement en Flandre en France, avec Reel comme capitale du fil à coudre en lin. À partir de la révolution industrielle à la fin du XVIII^e siècle et l'introduction du coton en Europe, de nombreuses innovations ont eu lieu dans ces usines. Les familles Dolphus et Tilliers ont été des pionniers dans le domaine, introduisant des fils mercerisés pour leur éclat, suivis par l'utilisation du fil poli en 1860. Les noms de fabricants tels que Wallaert, Thiriez, Cartier-Bresson, JTPF, Dollfus Mieg et Cie ont joué un rôle majeur dans cette évolution, symbolisant l'héritage riche de l'industrie textile [24].

18^{ème} siècle

Dollfus Mieg et Cie a été fondée en 1746 comme filature de lin à Mulhouse (alors Suisse, annexée à la France en 1798, puis annexée à l'Empire allemand de 1871 à 1918, puis de nouveau annexée à la France). Usine. La plus ancienne usine textile française connue. Dollfus Mieg et Cie, initialement appelé Kœchlin Schmalzter Dollfus et Cie, était filé à partir de lin

imprimé à la main, brossé et teinté. En 1756, les trois associés se séparent et forment trois sociétés différentes produisant des toiles peintes appelées « Indiens ». Ce nom vient de l'Inde, où la production de ces toiles florales était très courante. Ainsi est née la manufacture Frères Dollfus Wetter et C à Mulhouse [24].

19^{ème} siècle

En 1800, Daniel Dolphus, qui dirigeait l'entreprise familiale, épousa Anne Marie Mieg. L'entreprise est la plus grande entreprise de toiles peintes d'Alsace, avec 700 salariés. L'entreprise portera le nom collectif Dollfus-Mieg et Cie. En 1812, la première filature mécanique britannique fut construite, la plus grande de toute l'Europe continentale. L'entreprise a donc intégré la filature, le tissage et l'impression du lin en un seul endroit, ce qui était inhabituel à l'époque. La première tentative de fixation de couleur à l'aide de la vapeur a eu lieu en 1815, lors de la construction du bâtiment des machines à vapeur.



Figure. II. 1. Les Etablissements Dollfus-Mieg et Cie.

En 1815, l'entreprise Wallaert est créée à Lille en tant que première filature de coton française.

En 1818, Dollfus-Mieg et Cie emploie 4000 tisserands à bras travaillant à domicile ou dans de petits ateliers ruraux bien souvent dans des caves ou des greniers.

En 1825, Claude Bresson crée une « fabrique à coton », Société Française des cotons à coudre, rue Saint-Denis à Paris. Ce n'est pas encore une filature mais une sorte de grossiste.

En 1826, J & P Coats crée une filature en Ecosse et plus tard à New-York. COATS deviendra le grand concurrent de D. M. C en fusionnant avec différentes filatures et fabriques anglaises et américaines.

Julien Tilliers fonde son entreprise éponyme en 1832 à Loos (près de Lille) comme filature de coton, de lin et de lin, ainsi que d'autres filatures lilloises qui utilisaient déjà des machines à vapeur, comme la Wahlard. En revanche, des métiers à tisser manuels étaient

utilisés. Thiriez compte 1 800 salariés.

En 1834, Dollfus-Mieg et Cie est considéré comme une maison de premier ordre pour les produits imprimés recherchés dans toute « l'Europe et les deux Amériques ».

C'est 1839 que Dollfus-Mieg et Cie fait ses premiers essais de fabrication de coton retors pour la broderie et la couture. En 1840, Dollfus-Mieg et Cie débute la production de fil à coudre vendus au détail sous la marque DM & Cie, l'abrégé de Dollfus-Mieg et Cie. Le nombre de tisserands se réduit suite au développement de la mécanisation.

En 1844, les Ets Wallaert agrandissent leur manufacture avec une filature de lin et d'étoupe.

La Société française des cotons à coudre de Claude Bresson sera cédée à son fils Alphonse et son gendre Claude-Marie Cartier et prendra le nom de Cartier-Bresson en 1842 en tant que filature de coton et autres. Six ans plus tard, cette société compte 150 employés.

Voilà le paysage des principales filatures françaises à la moitié du 19ème siècle.

En 1850, des membres de la famille Dolphus rapportèrent d'Angleterre les techniques de mercerisations. La devise de DM&Cie est « Avec des fils aussi fins, on peut tisser de merveilleuses créations. » Le fil mercerisé est comparable à la soie, la famille utilise donc ce fil mercerisé pour le travail des femmes. Elle commence à s'industrialiser. DM&Cie a développé la première machine de mercerisage au monde. Dans le même temps, l'importance du commerce du fil s'est accrue. DM & Cie propose le plus grand choix de couleurs de fils au monde sous la marque D. M. C. C'est la naissance du coton retors, très prisé des brodeuses traditionnelles. En 1857, le fils de Julien Thiriez rejoint son père et la société Julien Thiriez Père & Fils, JTPF est créée. Ils remplacent le métier à main de leur filature par un manège de 6 chevaux - l'origine du logo à tête de cheval – qui est ensuite remplacé par une machine à vapeur.



Figure. II. 2. Gravure des manufactures JTPF.

En 1859, Cartier-Bresson fait construire une usine à Pantin et le dépôt de la rue Saint-Denis est transféré boulevard de Sébastopol à Paris.



Figure. II. 3. Les Etablissements Cartier-Bresson.

Dès 1860, La société JTPF, est une filature qui profite de l'apparition de la machine à coudre pour fabriquer du fil à coudre en coton. Elle est la première société française à fabriquer du fil pour les machines à coudre et dépose un brevet pour une machine à glacer les cotons fins. JTPF achète le coton aux Etats-Unis, dont le transport peut parfois durer 5 mois. En 1864, les Ets Wallaert changent de nom pour Wallaert Frères. Cette société devient un véritable « empire du textile » à la fin du second empire, en plus d'une filature, elle compte le tissage de toiles et la blanchisserie de toiles de lin.

Entre 1860 et 1870, c'est la généralisation de la machine à coudre, le fil de coton détrône le fil de lin qui est plus cher et moins souple que celui en coton. En 1867, le temps de travail journalier dans la manufacture D. M. C est de 11 heures. A cette époque, D. M. C. fait construire sa « cité ouvrière » qui sera un exemple pour toutes les autres cités ouvrières de France. A la même époque, JTPF préfigure sa future cité ouvrière en créant des cours et des rues proches de sa manufacture pour les logements des ouvriers.

Pendant l'annexion de l'Alsace par l'Allemagne, D. M. C crée un établissement en France, à Belfort, afin de continuer à vendre en France sans payer des droits de douane.

En 1886, l'aristocrate viennoise Thérèse de Dillmont s'installe à Mulhouse. Amie de Jean Dollfus, elle crée avec son soutien une école de broderie près de Mulhouse. La même année, elle écrit *Encyclopedia of Ladies' Works*, qui se vend à deux millions d'exemplaires dans 17 pays. [24]



Figure. II. 4. L'encyclopédie de Thérèse de Dillmont.

20^{ème} siècle :

De 1890 à 1914, l'industrie du fil détrône toutes les autres activités de l'entreprise D. M. C. Avec la construction d'une nouvelle filature, la société décide de fermer ses ateliers centenaires de tissages et d'impression sur tissus. Le temps de travail y est ramené à 10 heures. Ce sont 6600 personnes qui travaillent sur le site de Mulhouse et 1000 à Belfort.

En 1900, l'électricité arrive dans la filature JTPF et les machines modernes qui vont avec. Cette manufacture s'étend sur 20 hectares, compte 2000 ouvriers. La production comprend fils de coton, simples, retors, câblés écrus, blanchis ou teints, pour les fils à coudre, la bonneterie, la ganterie, les tulles...

En 1910, Wallaert Frères compte 2700 ouvriers, 3 filatures de coton, une retorderie, et de l'activité dans le lin.



Figure. II. 5. La filature Wallaert Frères.

Pendant la première guerre mondiale, la société JTPF s'installe dans la Somme car les bâtiments de Loos et Lille sont occupés par l'armée allemande pendant 4 ans. Les bâtiments de

Wallaert Frères sont incendiés en 1914, Ce qui en restait est complètement détruit lors de l'explosion d'un dépôt de munitions en 1916.

A la fin de la première guerre mondiale, l'entreprise D. M. C sort du giron familial. Le temps de travail est ramené à 8 heures avec le samedi après-midi de libre.

Pour mémoire, c'est à partir de 1920 qu'apparaissent les premières machines à coudre électriques.

En 1923, la société D. M. C oriente sa production quasi exclusivement sur le fil à coudre, et à broder, de tricot et crochet. Elle emploie 9000 personnes en produisant 6500 tonnes de fil par an.

En 1924, la société JTPF employait 3 170 salariés et a signé un accord de non-concurrence avec Cartier-Bresson. Plus tard, en 1931, Cartier-Bresson fusionne avec Tillies pour former J. Tillies et Cartier-Bresson TCB, dirigée conjointement par les deux familles. Pendant la Seconde Guerre mondiale, D. M. C cesse son activité de filage en raison de pénuries de coton, tandis que le système métrique devient la norme de numérotation pour le coton en France en 1942. Les usines TCB sont fortement touchées par les bombardements, tandis que les bâtiments de JTPF sont dévastés par les combats en 1940. Dans les années 50, D. M. C et TCB sont les principaux concurrents français, avec des gammes de produits complémentaires.

Dans les années 1950, le milieu textile voit l'émergence des fibres synthétiques. La bakélite, une grande invention de la fin du XIXe siècle, permet à l'entreprise Thiriez de proposer un modèle de bobine novateur. Ces bobines, dotées d'un fil de 93 mètres (100 yards), offrent aux couturières la possibilité d'acquérir différentes couleurs sans avoir à investir dans des bobines trop longues et coûteuses. Les bobines sont facilement reconnaissables grâce à leur bakélite marron imprimée du numéro du fil en blanc sur la tête du Tubino. Ultérieurement, le polyéthylène blanc remplace la bakélite, puis le dernier modèle est équipé d'un mécanisme de fermeture qui empêche le déroulement involontaire du fil.

En 1955, le groupe D. M. C se lance dans la fabrication de fil à destination des industriels de la confection.

En 1959, un premier contact entre TCB et D. M. C est entrepris sur l'idée de créer une filiale commune mais n'aboutit pas, les cadres de D. M. C craignant d'être absorbés par l'entreprise lilloise. Un second rapprochement aura cependant lieu en 1961.

En 1960, D. M. C cède son usine de Belfort.

En 1961 a lieu la fusion entre D. M. C et Thiriez & Cartier-Bresson. Le groupe choisi de porter le nom DMC car l'entreprise est déjà cotée en bourse bien que les Thiriez soient majoritaires dans la direction de l'entreprise. La société DMC commence ainsi son

1973 est l'année de la grande crise pétrolière. Les Thiriez sont toujours à la tête de la société D. M. C. La crise fait augmenter le prix des matières premières et baisser la demande. Il y a aussi la concurrence accrue par la dépréciation du dollar et l'augmentation des salaires des ouvriers du textile. D. M. C cède certaines de ses entreprises, restructure pour fermer plusieurs dizaines d'usines.

Le choc pétrolier modifie la consommation du plastique dans l'industrie avec notamment l'apparition des bobines de fil en plastique.

Le groupe D. M. C compte 26 700 salariés, loin derrière COATS qui en emploie 75 000. Sur le marché français D. M. C pèse cependant 85% du fil pour ouvrages pour dames, 80% du fil à coudre en mercerie, 40% du fil à coudre industriel.

A partir de 1975, D. M. C perd de l'argent jusqu'en 1978. La branche Thiriez du groupe est déficitaire et doit fermer et céder une cinquantaine d'usines.

Ce sont 21 400 salariés qui travaillent dans le groupe en 1979. Le groupe D. M. C retrouve des bénéfices et développe la vente au détail. Cela dit, la crise dans le textile en 1981 n'épargne pas le groupe qui supprime encore des emplois, -5000 postes depuis 1978.

En 1986, le groupe cède la société Wallaert frères à Le Blan qui déposera le bilan en 1989 [24].

21^{ème} siècle :

En 2000, COATS, le concurrent de longue date de D. M. C, acquiert les activités historiques de fil à coudre industriel et l'équipement de l'usine Thiriez à Loos, qui sera ensuite fermée. L'usine historique subit une démolition majeure en 2008. Ensemble, COATS et D. M. C représentent 70% du marché mondial du fil à coudre et à broder.

En 2008, D. M. C, confronté à une dette de 14 millions d'euros et n'employant plus que 1150 salariés, se sépare notamment de sa chaîne de magasins Loisirs & Création, désormais en redressement judiciaire. Avec seulement 800 salariés restants, le groupe se recentre sur la fabrication de velours (Velcorex, D. M. C tissus) et de fil à broder en coton mouliné (D. M. C). En raison d'erreurs stratégiques, D. M. C est placé en liquidation, et son principal actionnaire, Guinness Peat, qui détient également 100% de COATS, se retire en 2014.

En 2014, une partie importante du patrimoine industriel de D. M. C est démolie, y compris la filature historique construite en 1812 et le bâtiment abritant la machine à vapeur.

En 2016, D. M. C est racheté par le fond d'investissement britannique BlueGem Capital Partners basé à Londres, qui détient entre autres Mamas&Papas (mode enfant et puériculture) et Liberty ainsi que Wool and The Gang. D. M. C ne compte plus de 300 salariés.

En 2017, les deux derniers sites de production du groupe emploient environ 200

personnes à Illzach et Mulhouse. Le développement est essentiellement axé sur la présence de D. M. C sur internet, sa plateforme digitale avec des diagrammes téléchargeables et le lancement de nouvelles couleurs de fils de coton mouliné.

En 2018, D. M. C change à nouveau d'actionnaire majoritaire en passant dans le giron de Lion Capital, un fond de pension anglais également actionnaire de Picard ou encore Afflelou.

D. M. C réalise toujours la filerie et retorderie sur son site de Mulhouse où elle réalise la teinture des fils et le retordage des échevettes de coton d'Egypte (117 MC, coton perlé. . .). Elle semble vouloir relocaliser sa fabrication de toile à broder en France. En 2021, DMC est autonome dans son développement et compte 500 salariés.

A l'heure actuelle, il reste très peu de filatures françaises de fil à coudre ou à broder.

Tout le monde Père et Fils est l'une des dernières manufactures de coton et de lin en France. En 1998, elle acquiert Texmonde, spécialisée dans la production de fil à coudre, et en 2007, elle rachète la Maison Vlau en faillite avec ses marques célèbres Fill aux Chinois et Reine St. J. Tourmond Père et Fils continue de produire dans son lieu historique. La maison Sajou, fondée en 1830 et spécialisée dans les ouvrages pour dames et les albums de modèles à broder, voit sa marque redéposée en 2004 par une collectionneuse de mercerie. Cette dernière décide de commercialiser des marques telles que Fil au Chinois et Laines Saint-Pierre, mettant en valeur la fabrication exclusivement française [24].

II. 3. Technique de filature :

Le filage des fibres naturelles, une technique ancestrale, consiste à transformer des fibres brutes en fils continus. Utilisée depuis des millénaires, cette méthode permet de produire des fils de laine, de coton, de lin et d'autres fibres naturelles. Le filage des fibres naturelles est une étape cruciale dans la fabrication de produits textiles tels que les vêtements, les tapis et les tentures murales. Toutefois, cette technique requiert beaucoup de compétences et de patience, étant souvent laborieuse, surtout lorsqu'elle est réalisée manuellement. Heureusement, grâce aux nouvelles technologies, le filage des fibres naturelles peut désormais être automatisé, rendant le processus plus efficace et plus rapide [25].

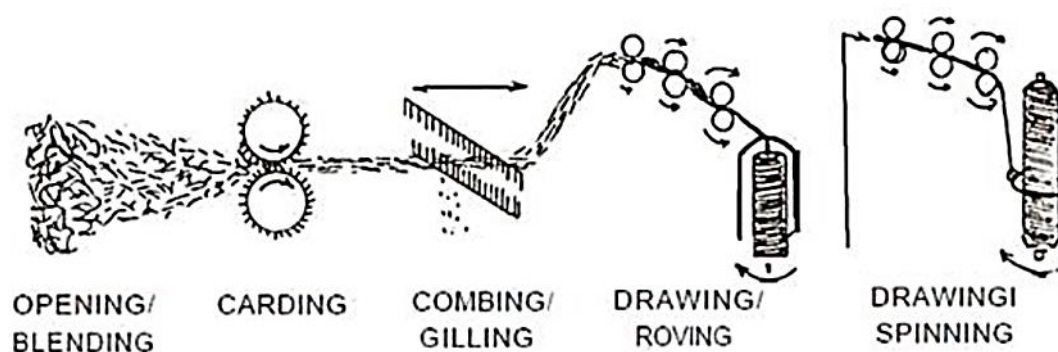


Figure. II. 6. Procédé de filature [26].

II. 3. 1. Matières premières :

À ses débuts, l'industrie textile se concentrait principalement sur l'utilisation de matières premières naturelles, majoritairement produites localement et provenant de plantes telles que le coton, le lin, le sisal, la ramie et le jute, ou d'animaux comme la laine, la soie et les poils.

Actuellement, en plus des fibres naturelles, une part croissante provient de fibres synthétiques. Ces fibres synthétiques incluent des matériaux tels que la soie artificielle, les fibres de cellulose régénérées comme le Fibran, ainsi que des fibres entièrement synthétiques telles que les polyamides, les polyacryliques et les polyesters. Ces dernières sont généralement dérivées du pétrole [27].

II. 3. 2. Transformation des matières premières (fabrication des fils)

Un textile est un matériau utilisé pour fabriquer des fils et des tissus, afin de confectionner des vêtements, des rideaux, etc...

Le mot textile peut désigner :

- Des fibres naturelles (coton).
- Des fibres synthétiques (polyester).

➤ **Fibre de coton** Le coton est une fibre végétale. Le fil de coton est fabriqué à partir du poil ou le duvet soyeux qui recouvre les graines du cotonnier arbuste appelé « *grews gossypium* » et qui est constitué de cellulose en proportion importante.

➤ **Fibre de polyester** Le polyester est utilisé dans l'industrie textile pour fabriquer des fibres synthétiques, dont les plus connues sont le Tergal et le Dacron. Il représente la fibre synthétique la plus produite dans le monde et est employé pour différents types de vêtements.

Les fibres de coton et de polyester ne peuvent pas servir directement à fabriquer des fils. Il faut d'abord la transformer en fil continu de l'épaisseur nécessaire (procédé de filature) [27].

II. 3. 3. Filature

La filature regroupe l'ensemble des processus industriels permettant de transformer les matières textiles en fil. Autrement dit, il s'agit de créer un cylindre d'épaisseur uniforme, où les fibres sont maintenues ensemble par une torsion variable [29].

Il existe deux types de filage :

- La filature type coton fibres courtes
- La filature type laine fibres longues

La seule différence qui les sépare est le réglage des machines [27].

II. 3. 4. Phases de la transformation des matières premières naturelles (le Filage)

Il faut savoir qu'il y a beaucoup plus de modifications apportées aux fibres naturelles et cette partie de la production dure plus longtemps qu'avec des fibres artificielles ou synthétiques.

1^{ère} phase Préparation du matériau Les fibres (coton, laine, etc.) arrivent à l'usine dans des emballages compressés. Après la livraison, la balle doit être ouverte et démêlée. Ensuite, des casse-dalles, des chargeurs et des ouvreurs (machines) sont utilisés pour déchirer les ensembles de fibres compacts afin d'obtenir des flocons grossiers [27].

2^{ème} phase Mélange et battage Son but est d'homogénéiser l'origine des fibres qui proviennent de différentes parties de la terre, démêles puis élimine les impuretés. A la sortie du batteur, un rouleau ou une nappe de fibres sont obtenues [27].



Figure. II. 7. Ligne de mélange et de battage.

3^{ème} phase Le cardage La cardage parallélise les fibres entre-elles grâce à ces tambours comportant des garnitures d'aiguilles métalliques en mouvement [27].



Figure. II. 8. Ligne de cardage.

4^{ème} phase Doublage et étirement Un banc de parallélisme est utilisé pour assurer un parfait alignement des fibres. Ces bancs vous permettent également d'ajuster la taille de vos bandes en les mélangeant et en les étirant [27].



Figure. II. 9. Ligne de doublage et étirage.

5^{ème} phase Banc d'étirage/ Banc à broches Dans cette phase, l'étirage du ruban il est finalisé pour aboutir au fil le ruban passe par le banc d'étirage, il est transformé en plusieurs mèches [27].



Figure. II. 10. Ligne de banc à broches.

6^{ème} phase le filage Pour finaliser la production, le fil est embobiné sur un cône avec un dernier paraffinage. Le fil est ainsi prêt à être teinté [27].



Figure. II. 11. Ligne de filage.

I. 5. Torsion des Fils :

Tous les fils comportent une torsion, qu'ils soient issus de fibres textiles continues naturelles ou chimiques. Cette torsion a pour objectif d'assembler les filaments continus et de garantir la cohésion entre les filaments ou les fibres composant le fil. La torsion influence de nombreuses caractéristiques des fils, telles que leur résistance à la tension, au frottement et leur apparence. Il est crucial de déterminer la torsion adéquate pour maximiser les propriétés du fil tout en maintenant un coût de production raisonnable, car la torsion est liée au coût de fabrication.

Deux termes désignent la direction de la torsion :

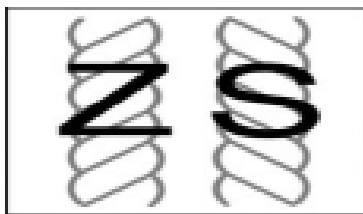


Figure. II. 12. La Torsion des Fils [28].

S ou Z

La torsion « S » signifie une rotation de droite à gauche.

La torsion « Z » signifie une rotation de gauche à droite.

Ces termes se réfèrent au sens de rotation des broches lors de l'application de la torsion dans les procédés de filage ou de retordage. Le taux de torsion est exprimé en nombre de tours par pouce (ou spires par mètre). La torsion en S est parfois utilisée pour équilibrer un tricot qui aurait tendance à biaiser. Dans ce cas, le tricot est réalisé en alternant un fil avec une torsion en S et un fil avec une torsion en Z [29].

II. 6. Méthodes de Filage

Il existe plusieurs méthodes pour filer les fibres :

Méthode « ring » Le fil est enroulé sur un fuseau (petit support en carton ou en plastique) qui tourne. Le sens de rotation détermine le sens de la torsion S si le fuseau tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, et Z s'il tourne dans le sens horaire.

Méthode « open-end » Le fil est formé par la force centrifuge dans une turbine tournant à très haute vitesse. Contrairement à la méthode « ring », le fil open-end n'a pas de sens de torsion, car la torsion appliquée aux fibres est uniquement périphérique, laissant le cœur du fil non tordu.

Méthode « ply-fil » ou « reppo » Le fil est tordu par frottement, ce qui entraîne une alternance de petites longueurs avec torsion S, sans torsion, puis avec torsion Z.

La méthode la plus utilisée est la méthode « open-end », qui produit des fils avec une grande résistance à la rupture et une régularité élevée. Ces fils se teignent et s'impriment facilement, car le colorant pénètre rapidement. Les fils open-end sont creux, comme des cylindres, car les fibres constitutives, soumises à une rotation très rapide (70 000 à 140 000 tours par minute), se disposent principalement sur la périphérie du fil. Ils se caractérisent par un volume gonflé, un toucher plus rugueux et un allongement plus important que les fils classiques [28].

II. 7. Conclusion

Il est essentiel de souligner l'importance de cette technique de filature dans divers domaines industriels. La filature représente un maillon essentiel dans la chaîne de production textile, permettant de transformer les fibres brutes en fils utilisables pour la fabrication de tissus et de nombreux produits finis.

Au cours de ce chapitre, nous avons exploré les différentes étapes du processus de filature, depuis la sélection des fibres jusqu'à l'obtention de fils de qualité prêts à être utilisés dans la fabrication.



Partie II :
Partie pratique



**Chapitre III :
Conception et
réalisation**

III. 1. Introduction :

Comme le filage est un procédé de base dans la technologie textile, nous devons aborder dans notre chapitre la conception et la réalisation de ce dispositif par assemblant de nombreuses pièces mécaniques parmi eux en tenant compte des spécifications dimensionnelles et géométriques de ces pièces. Cette conception est basée sur un logiciel informatique.

La réalisation de la fileuse sera décrite en détail, en mettant en avant les étapes de fabrication, d'assemblage et de mise en service. Nous aborderons également les défis rencontrés et les solutions apportées pour surmonter ces obstacles. Enfin, des tests de performance seront effectués pour évaluer la machine selon des critères de qualité et d'efficacité définis en amont.

III. 2. Conception assistée par ordinateur (CAO) :

La CAO (Conception Assistée par Ordinateur) est un logiciel permettant de réaliser une modélisation géométrique d'un objet pour pouvoir concevoir, tester et simuler un produit aux vues de sa fabrication. En d'autres termes, la CAO est une méthode de conception numérique d'un produit manufacturé.

En utilisant un logiciel de CAO, vous obtenez une vision globale de la structure et du fonctionnement d'un objet avant même sa fabrication. Ces objets peuvent être réalisés en deux ou trois dimensions (2D ou 3D). Différentes apparences (filaire, volumique, surfacique) et textures peuvent être appliquées. La CAO n'est pas à confondre avec la DAO, qui est un logiciel de dessin technique, souvent réalisé en mode vectoriel [30].

Il existe un grand nombre de logiciels de CAO par exemple

- Free CAD.
- Open CASCADE.
- QCAD.
- SolidWorks.

- Ce dernier est l'outil employé dans cette étude de conception avec sa version 2016.

III. 2. 1. Logiciel utilisé :

Solidworks est un logiciel de conception assistée par ordinateur, appartenant à la société Dassault Systèmes. Il utilise le principe de conception paramétrique et génère trois types de fichiers qui sont liés la pièce, l'assemblage, et la mise en plan. Ainsi toute modification sur un de ces trois fichiers sera répercutée sur les deux autres [31].



Figure. III. 1. Logo SOLIDWORKS [32].

III. 3. Conception des pièces du dispositif de filage

La conception du dispositif de filage est un processus clé dans l'industrie de fabrication de textiles. Ses pièces sont spécialement conçues par SolidWorks pour faciliter le processus de filage et garantir des résultats optimaux.

III. 3. 1 Différents composant du système de filage

Parmi les pièces clés, on retrouve notamment :

- Moteur DC (M1)
- Moteur DC 2 (M2)
- Bobine
- Axe
- Mandrin
- 2 poulies
- Roulements
- Fil
- Fibres naturelles
- Mécanisme de va-et-vient
- Vis de fixation
- Ecrous
- Table en bois
- Courroie
- Support en bois
- Boite de commande

III. 3. 2. Présentation du système de filage

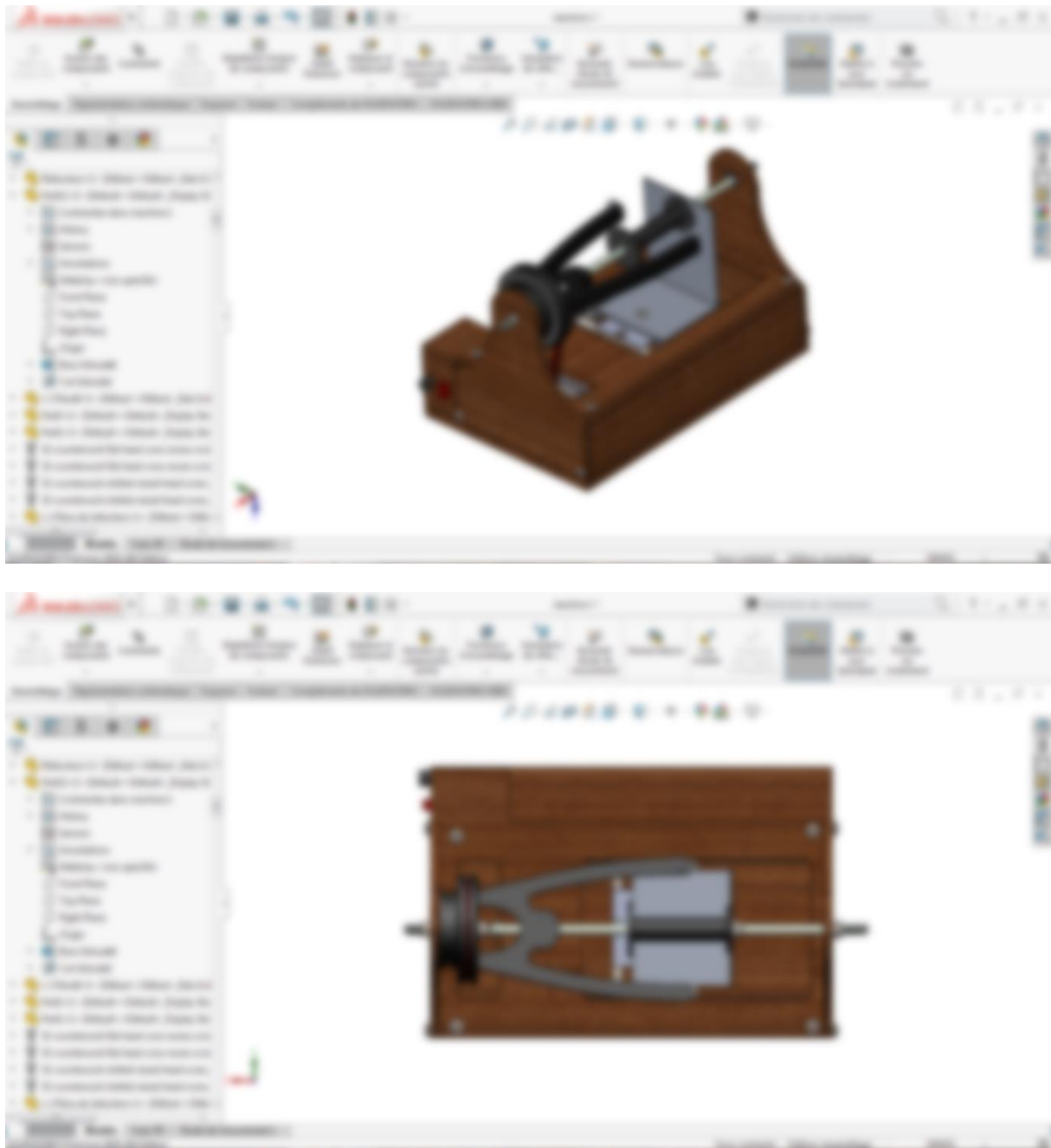
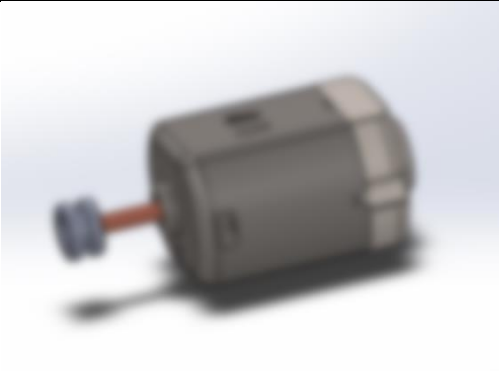
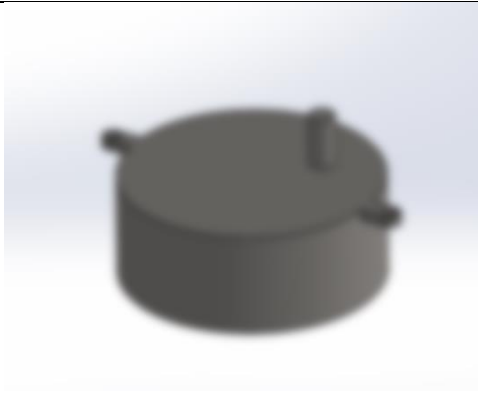

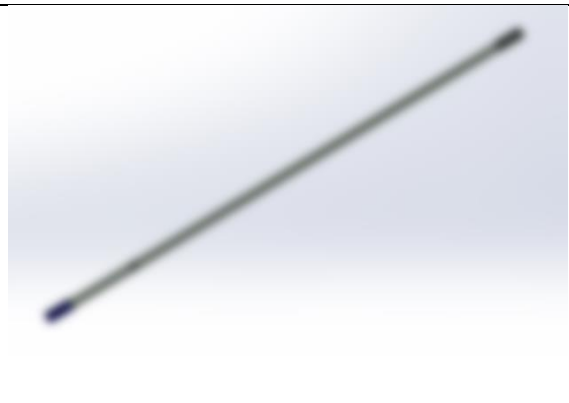




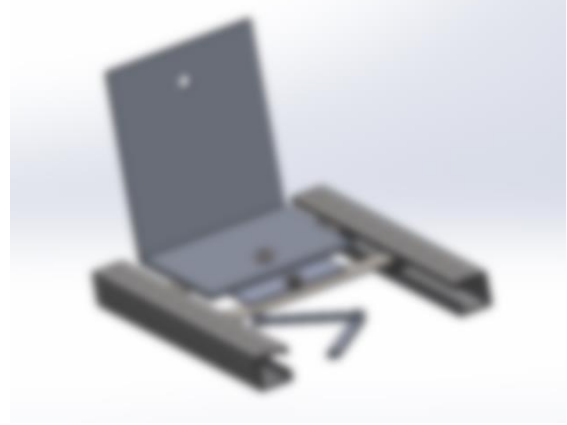







Figure. III. 2. Présentation du dispositif de filage en 3D sous SolidWorks.

Tableau III. 1 Rôles des pièces (filage)

Nom des pièces	N°	Rôle	Figure
Moteur DC (M1)	1	Convertit l'énergie électrique en énergie cinétique pour alimenter le système.	
Moteur DC 2 (M2)	2	Il déplace le bras connecté à le mécanisme de vas et vient.	
Bobine	3	Tourner pour enrouler le fil.	
Axe	4	transmission de mouvement rotatif.	

Mandrin	5	Tourner de fil sur bobine.	
Poulie 1	6	Reliées à l'axe de rotation et permettent de transférer le mouvement rotatif à partir de moteur. (vitesse moyenne)	
Poulie 2	7	Reliées à l'axe de rotation et permettent de transférer le mouvement rotatif à partir de moteur. (vitesse grande)	
Roulements	8	Faciliter le mouvement rotatif de l'axe	

<p>Mécanisme de va-et-vient</p>	<p>9</p>	<p>Il distribue régulièrement le fil sur la bobine.</p>	
<p>Table en bois</p>	<p>10</p>	<p>Pour l'installation des pièces.</p>	
<p>Courroie</p>	<p>11</p>	<p>S'enroule autour de la poulie responsable de la transmission.</p>	
<p>Support en bois</p>	<p>12</p>	<p>Support.</p>	

			
Boite de commande	13	Contrôle de vitesse, fonctionnement et arrêt.	

Les vis et les écrous de fixation du dispositif de filage :



Figure. III. 3. Vis de type (tête fraisée bombée ISO 2010 - M10 * 16).

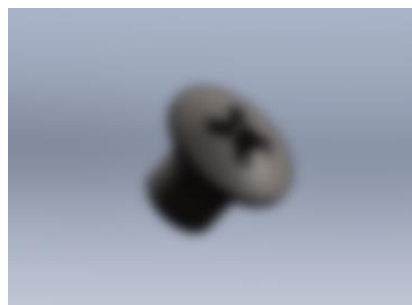


Figure. III. 4. Vis de type (tête fraisée bombée ISO 7047 - M10 * 12).



Figure. III. 5. Vis de type (fraisée ISO 7046 – M3 *30).



Figure. III. 6. Vis de type (fraisée ISO 7046 – M10 *12).



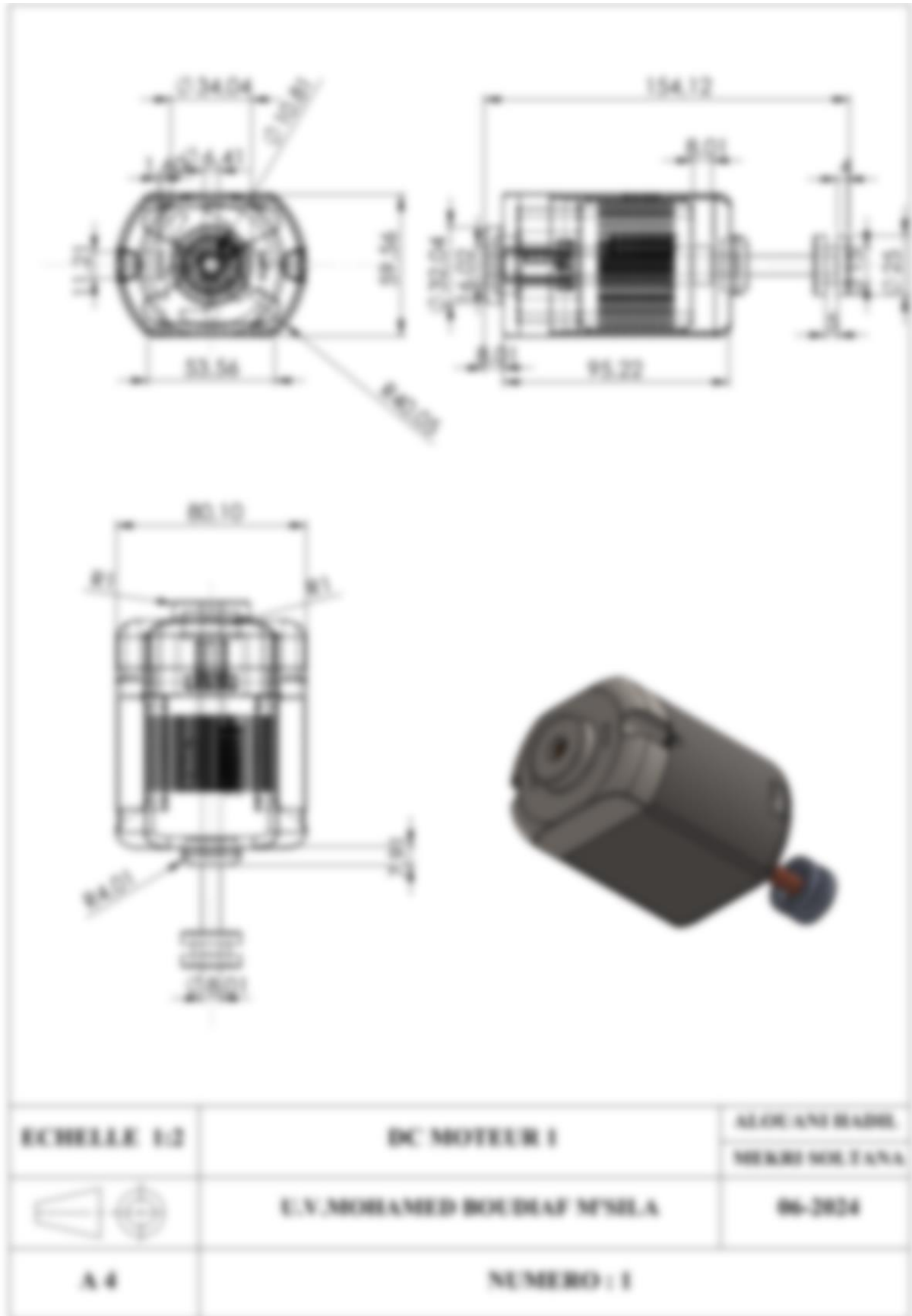
Figure. III. 7. Vis de type (tête fraisée ISO 7047 – M10 *30).



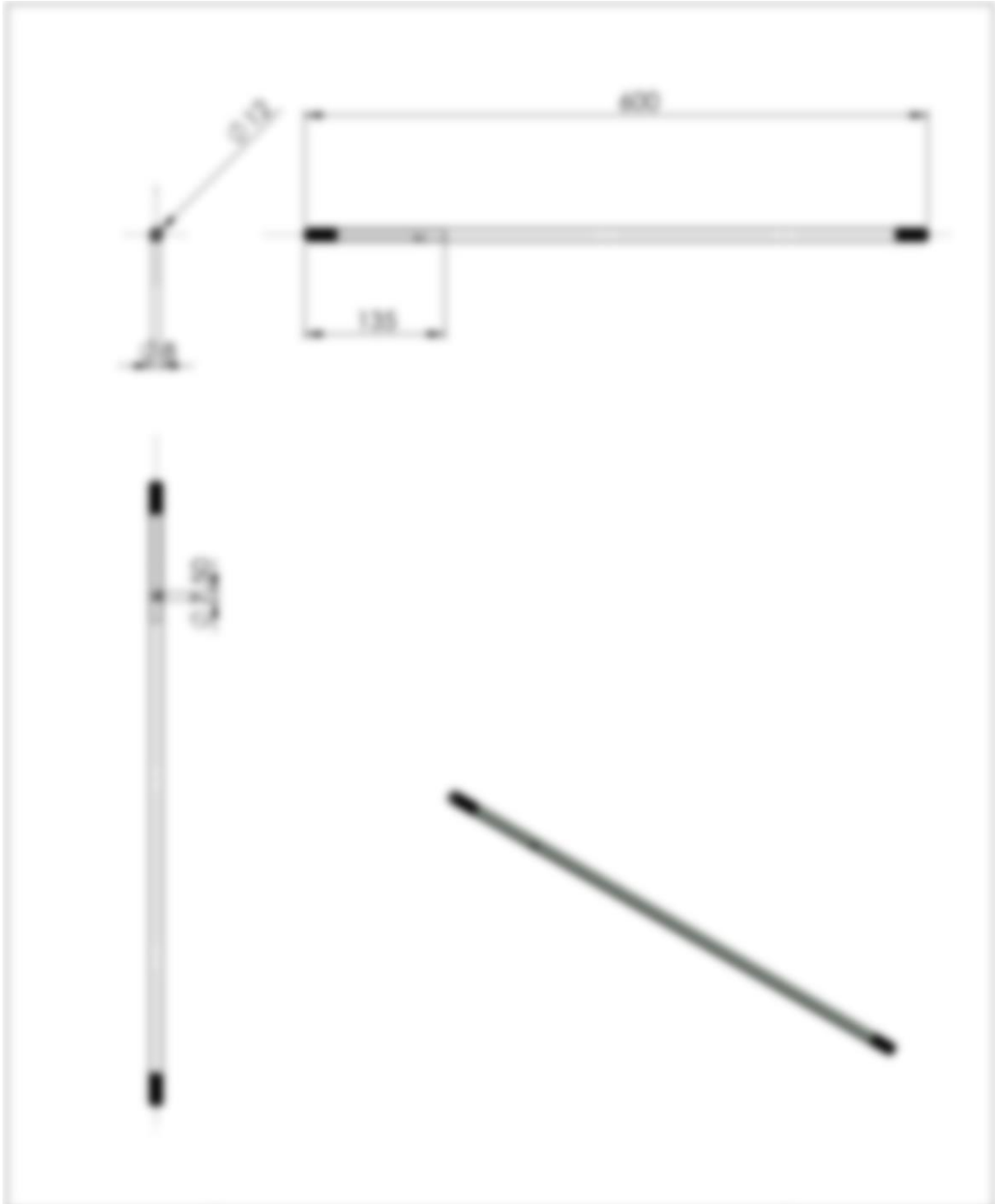
Figure. III. 8. Ecrous de type (Hexagonale de construction Grade A ISO 7417 – M12).

III. 3. 3 Dessin de définition des pièces

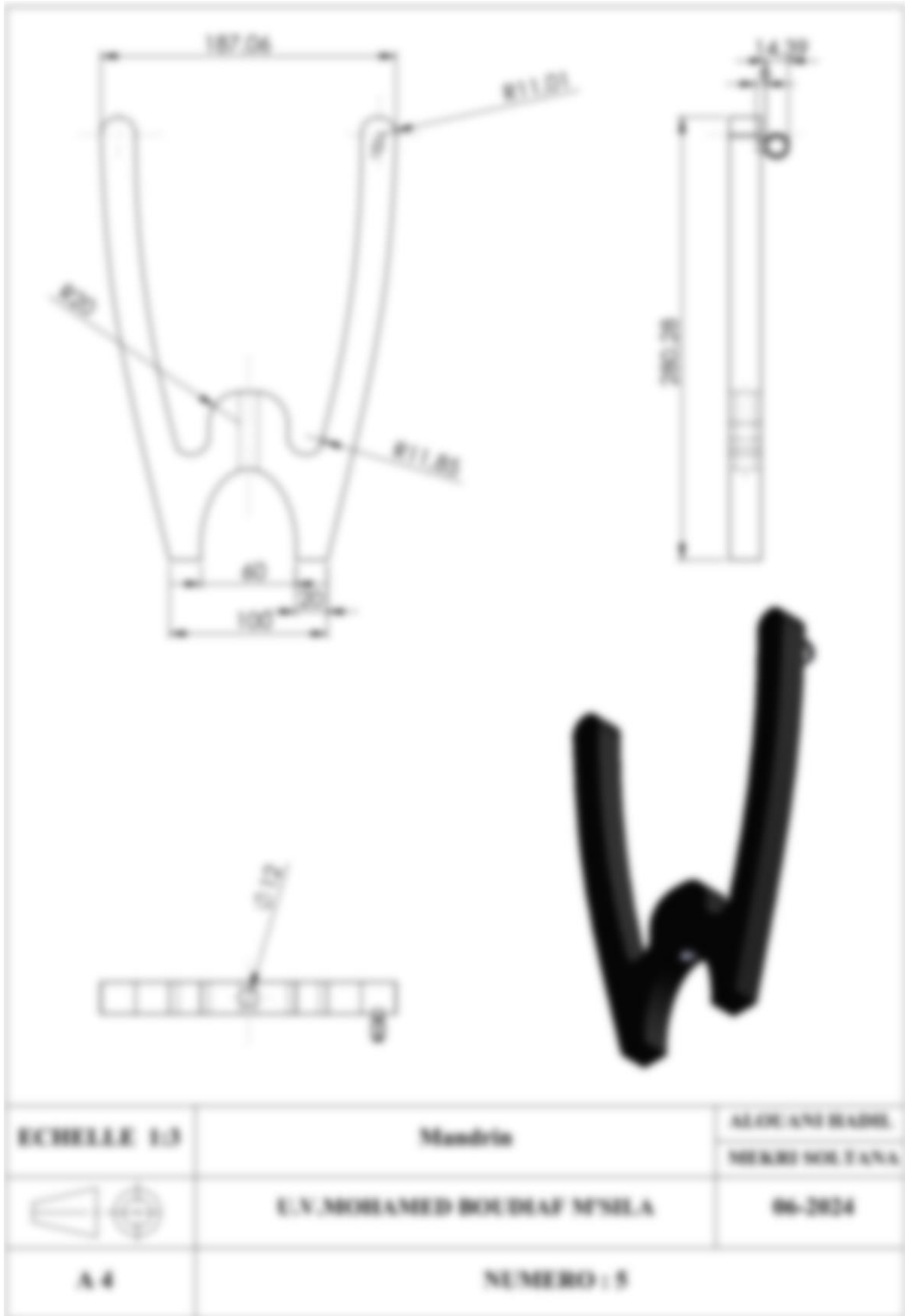
Pour faire la conception des pièces du dispositif de filage, il est essentiel de faire le dessin de définition (mise en plan) de chaque pièce. Voici les mises en plan des pièces :

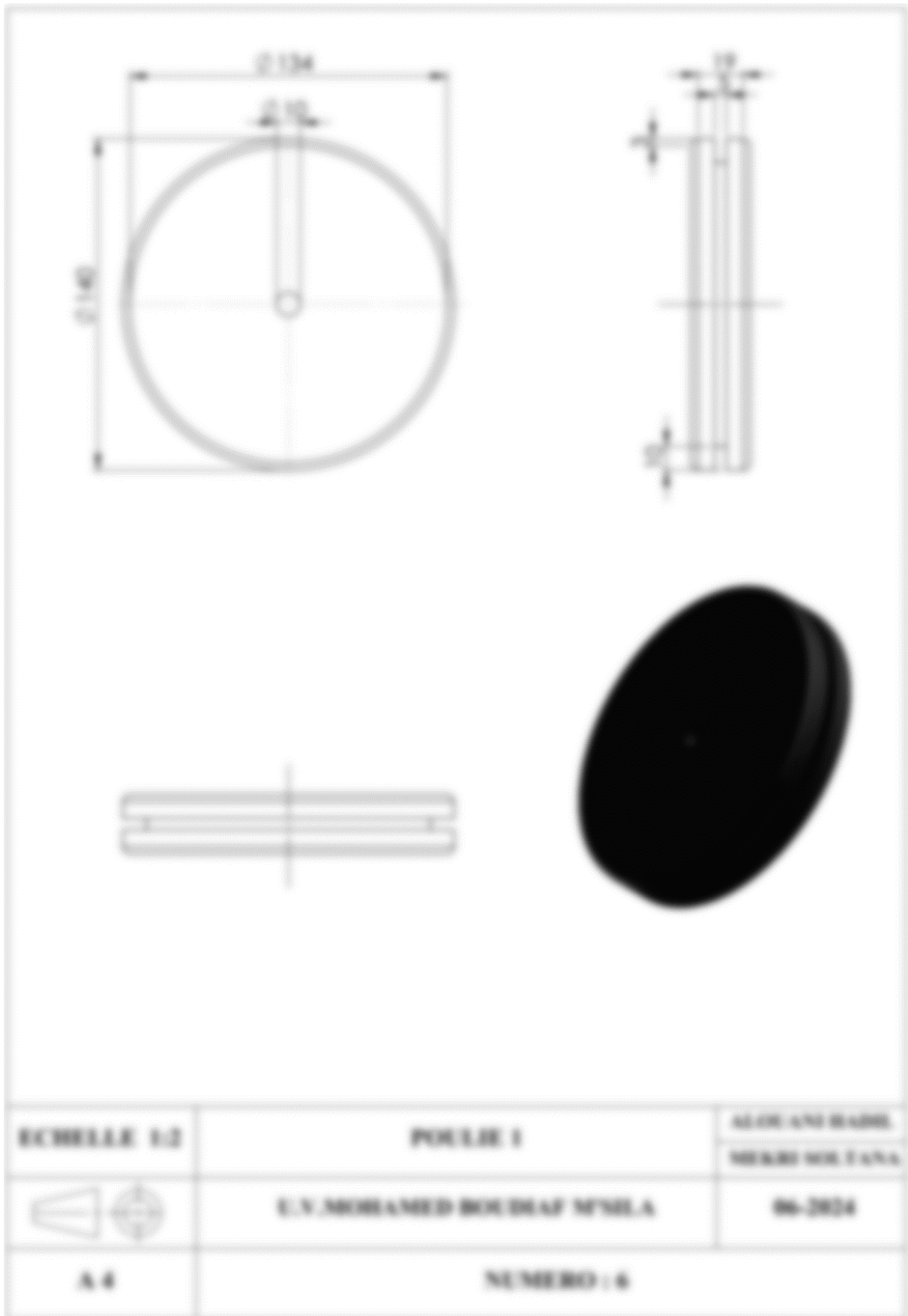


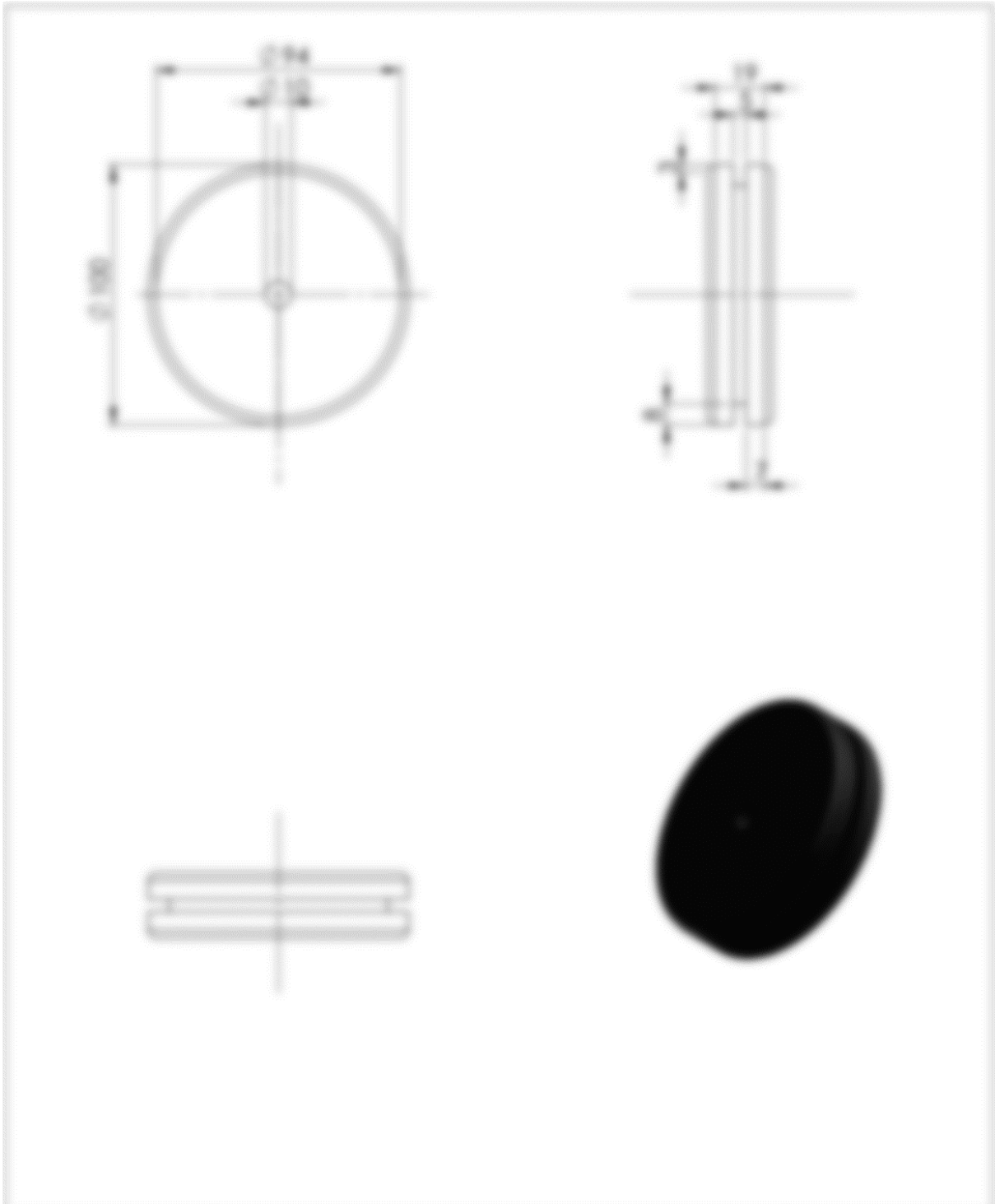
NUMÉRIQUE 110	DESIGNATION 1	DATE DE RÉVISION
	OBJET DE LA RÉVISION	REVISION
110	NUMÉRIQUE 1	




ECHELLE 1:5	ANE	ALOR AND BARRIL MORROCOCCO S.p.A
	E.V. MECHANICAL BOX HEAD M'SOLA	96-2024
A4	NUMERO: 4	



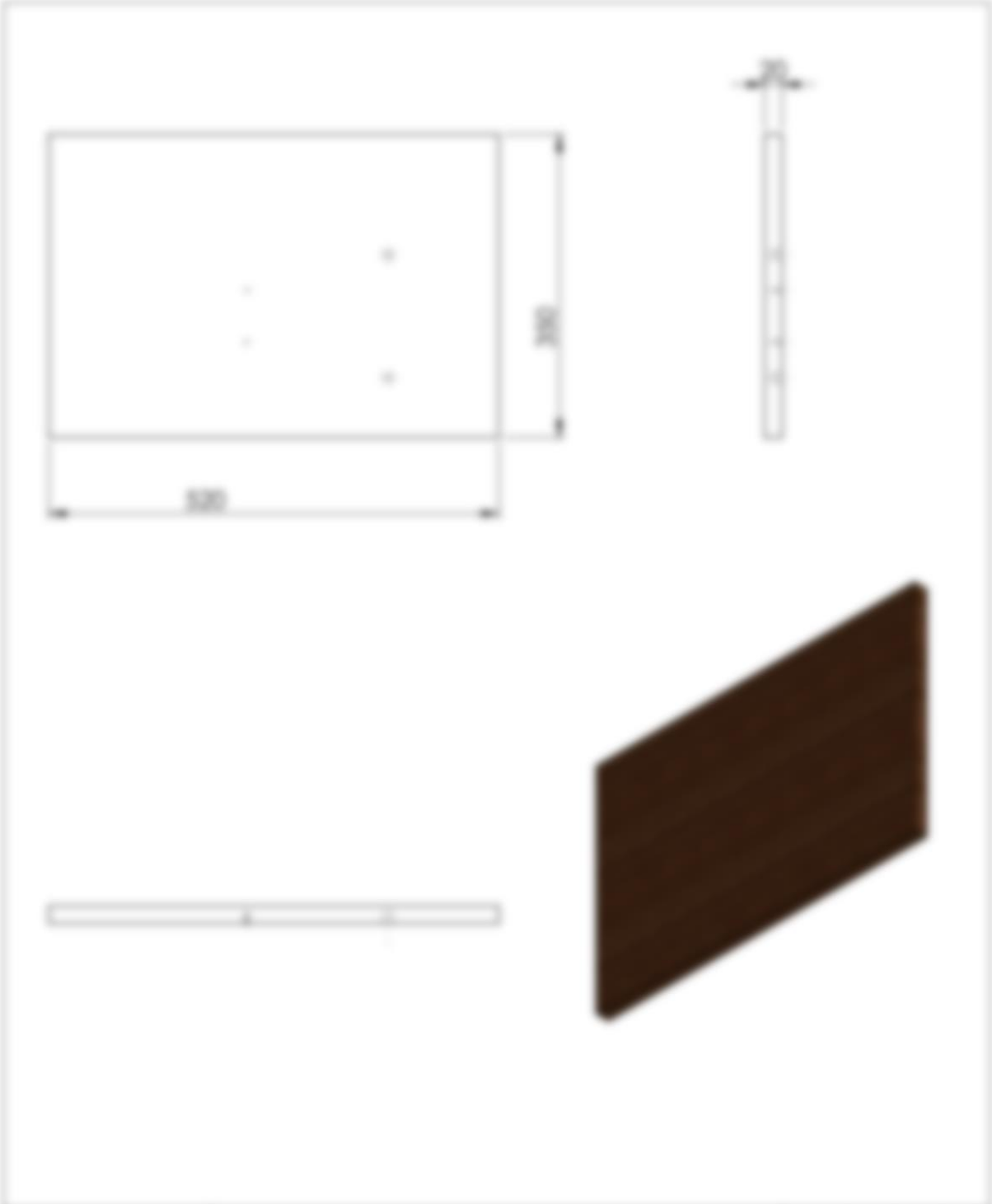




ECHELLE 1:2	POULIE 2	ALU ANO DADO MERO MILTANA
	E.V. MEROANED BOU DEAF M'NOLA	06-2024
A4	NUMERO: 7	

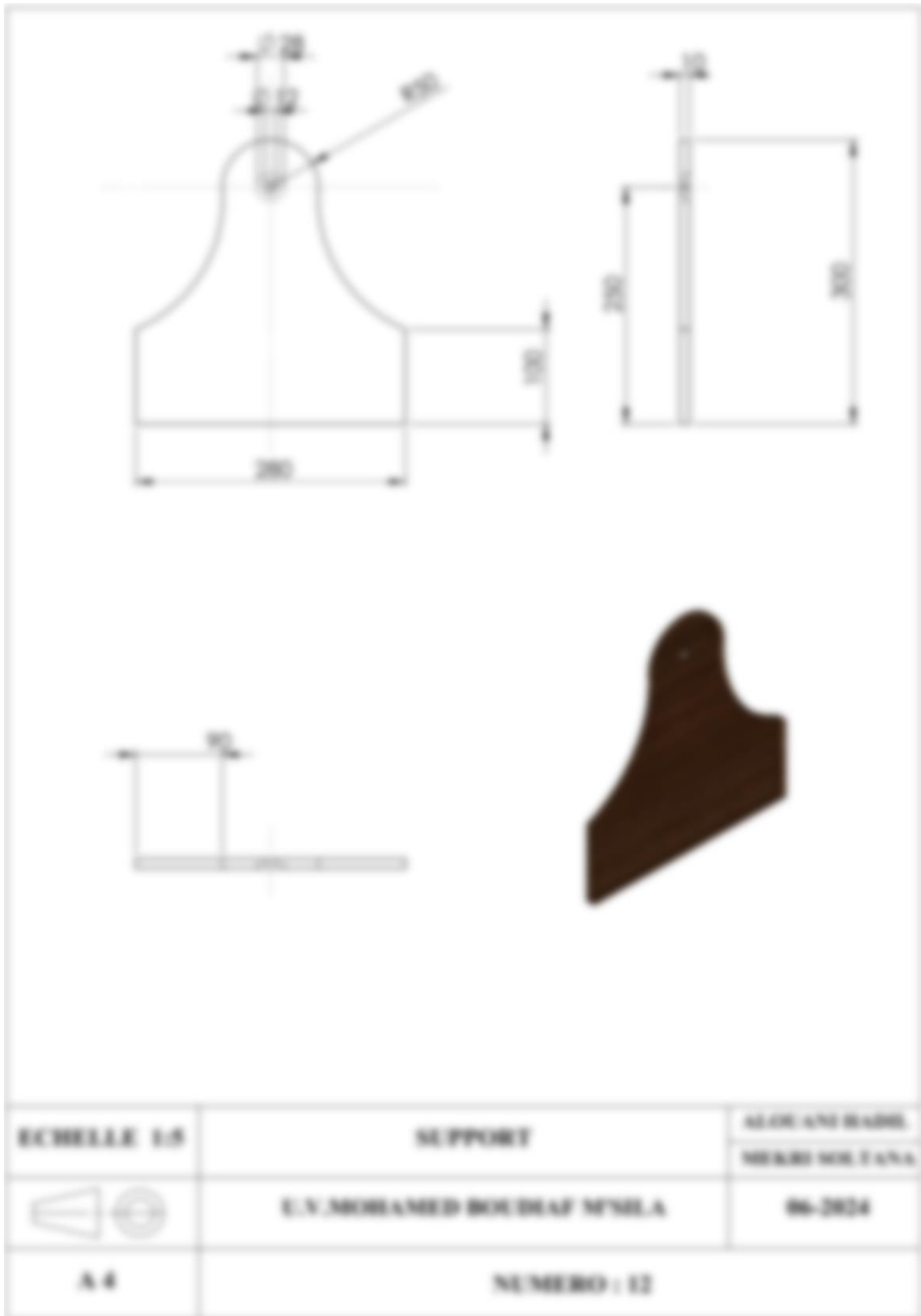


ECHELLE 2:1	ROULEMENT	ALOUANE BACHO, MERSI MOLTANA
	E.V. MOHAMMED BOU DRAF M'SILA	06-2024
A4	NUMERO : 8	

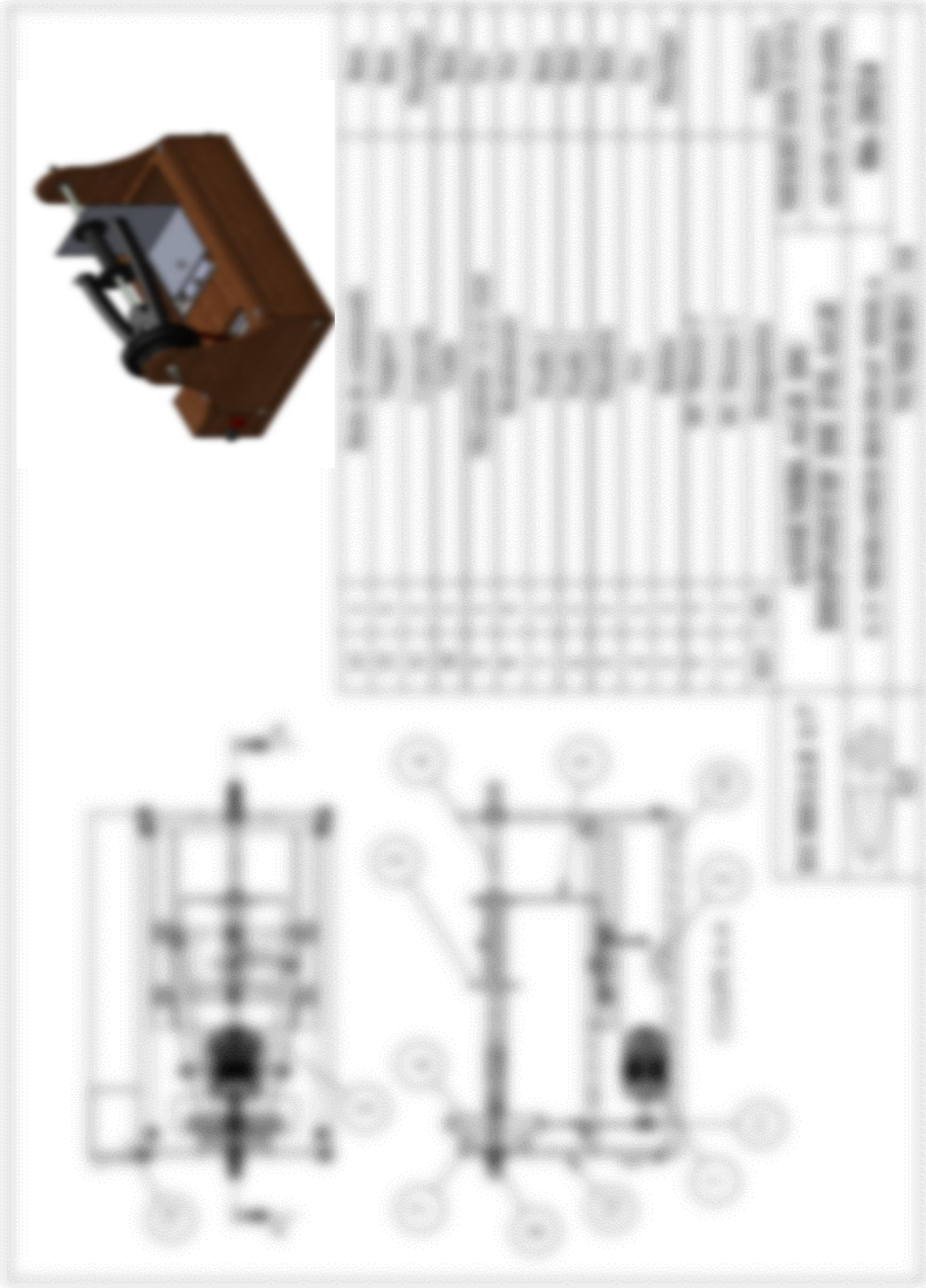


ECHELLE 1:6	TABLE	ALUMIUM BARRIL MEDIU MOLA
	E.V. MICHANED BUCHEAF M'SILA	06-2024
A4	NUMERO : 10	





III. 3. 4 Dessin d'ensemble du dispositif de filage



III. 3. 5. Assemblage des composants

Les différentes étapes d'assemblage sont présentées comme suite :

- Ouvrir l'interface d'assemblage du logiciel SolidWorks

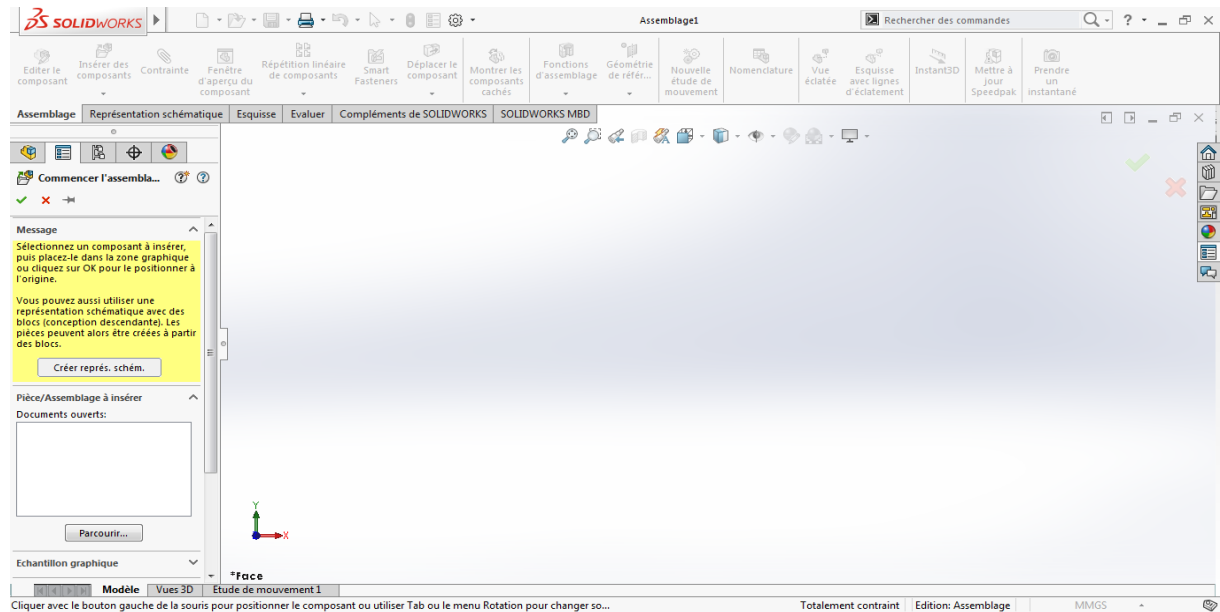


Figure III. 9. Interface d'assemblage

Afin de parcourir les pièces on clique sur parcourir, une fenêtre s'ouvre pour nous permettre de choisir les éléments nécessaires. Ouvrir le dossier à assembler les différentes pièces

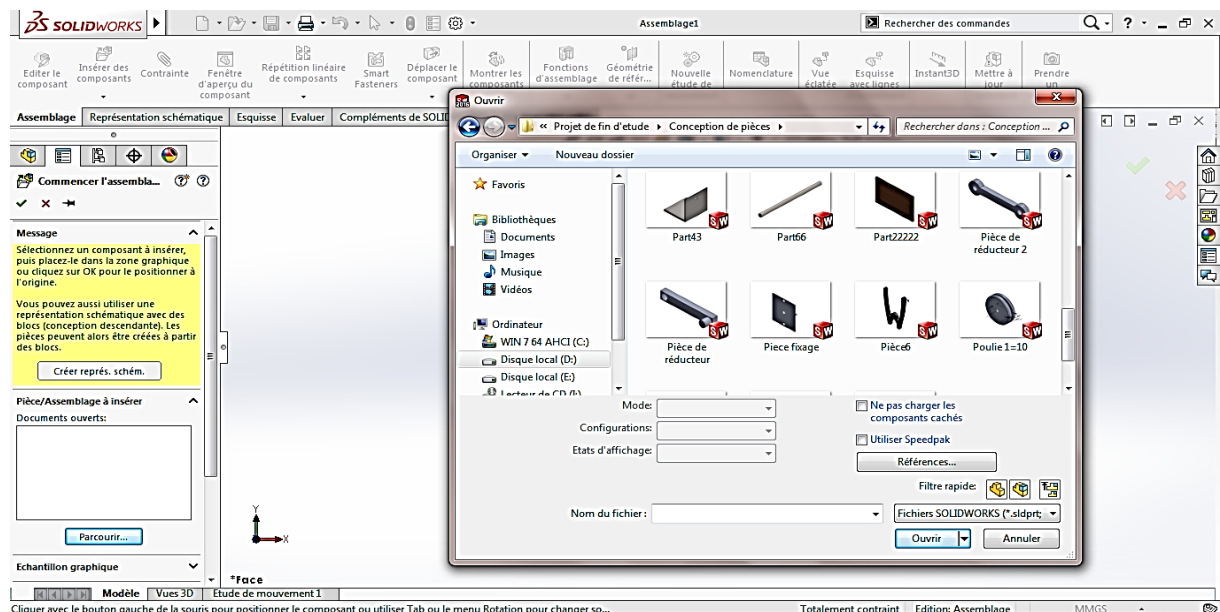


Figure III. 10. Interface d'assemblage

SOLIDWORKS nous permet de choisir plusieurs pièces en même temps afin de faire leur assemblage.

- Pour compléter l'assemblage du dispositif il faut
- Choisir les surfaces ou bien les arrêtes en contact dans les éléments.
 - Sélectionner les deux surfaces ou surface et arrête.
 - Choisir les Contraintes.
 - Valider et faire rapprocher.
 - Valider.

III. 3. 6. Présentation des Assemblages du système de Filage en 3D sous-SolidWorks

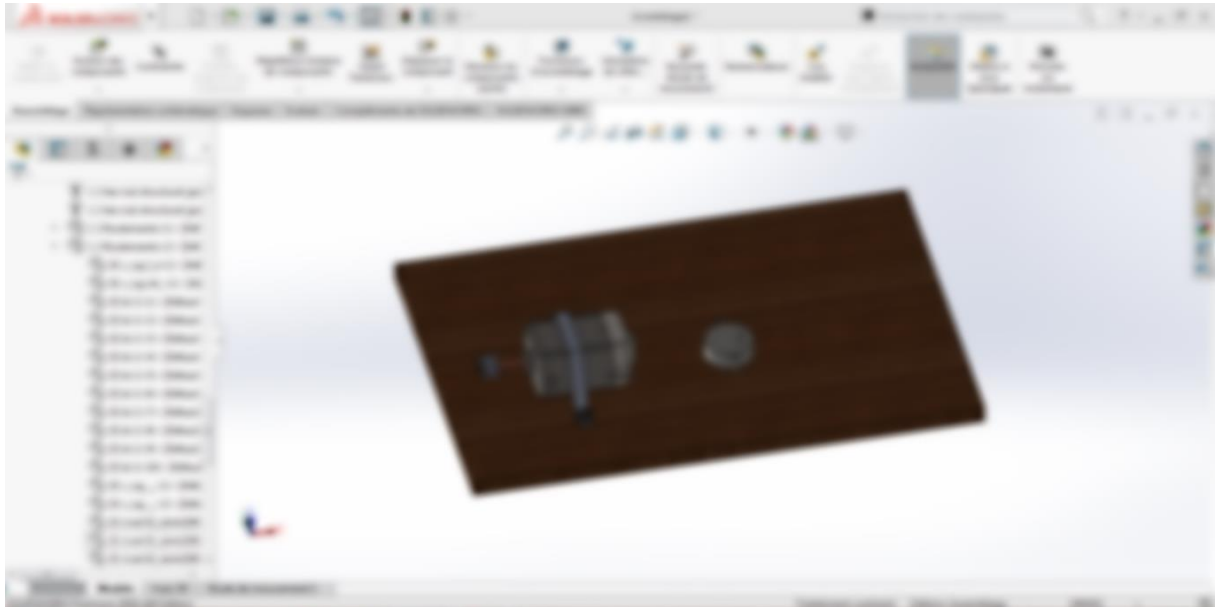


Figure. III. 11. Assemblage (1).

Assemblage (1) = Pièce 1 + Pièce 2 + Pièce 10

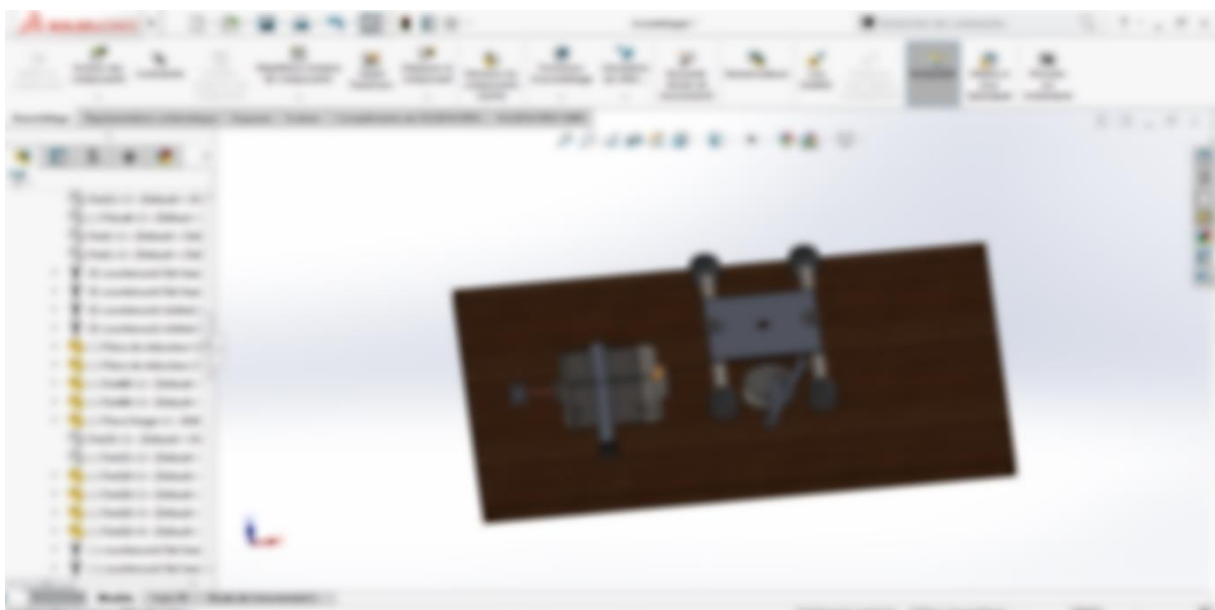


Figure. III. 12. Assemblage (2).

Assemblage (2) = Assemblage (1) + Pièce 9

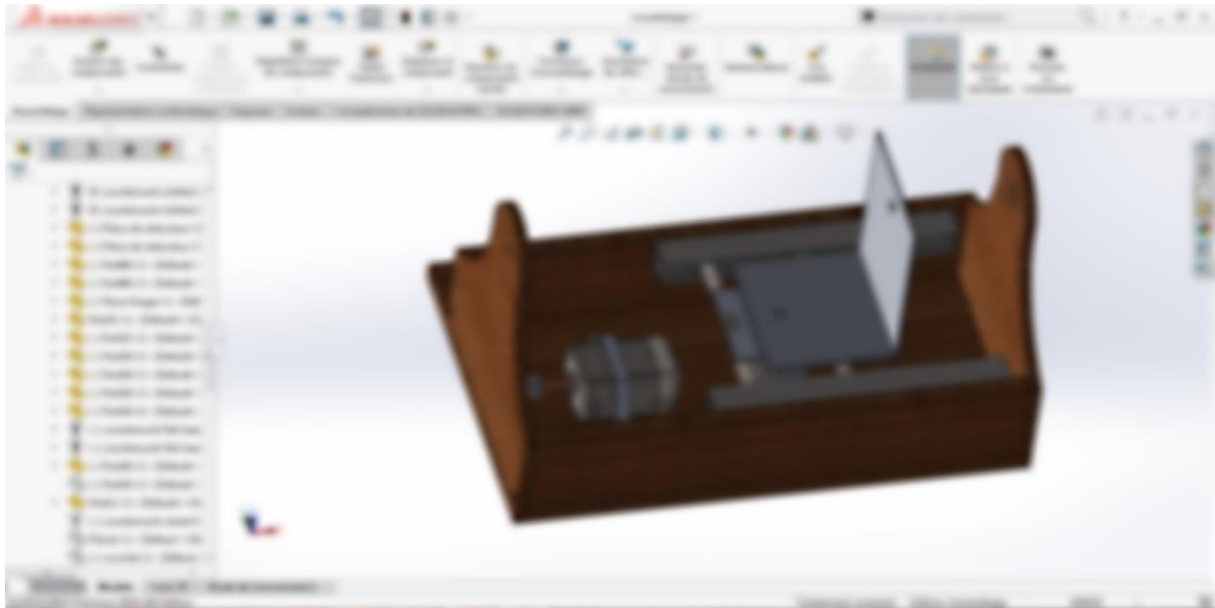


Figure. III. 13. Assemblage (3).

Assemblage (3) = Assemblage (2) + Pièce 12

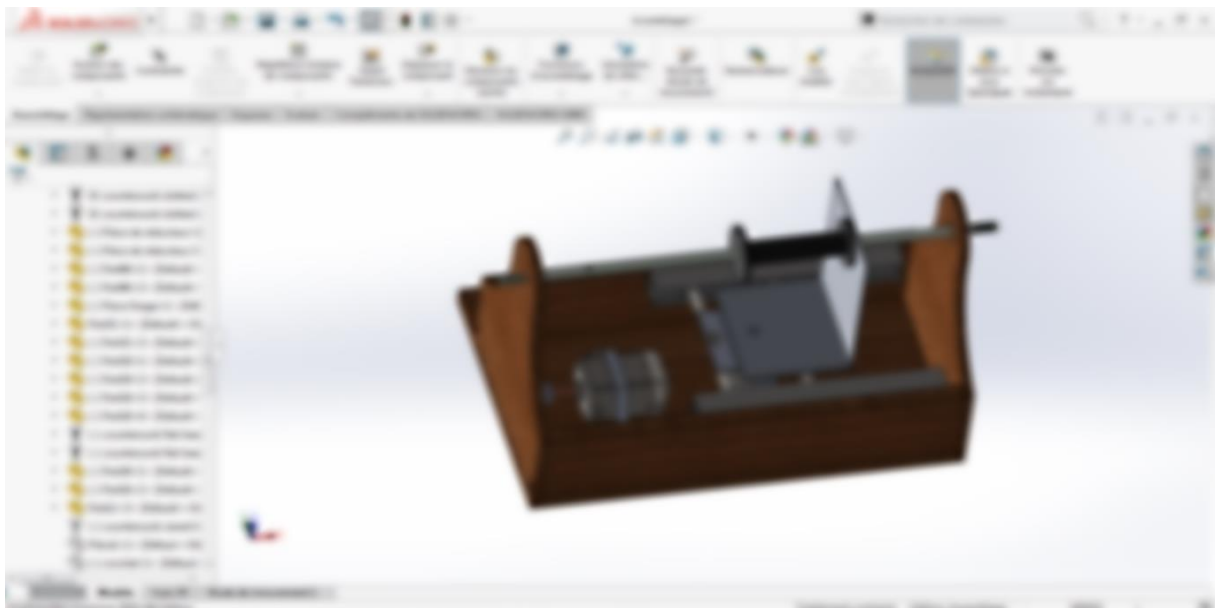


Figure. III. 14. Assemblage (4).

Assemblage (4) = Assemblage (3) + Pièce 3 + Pièce 4

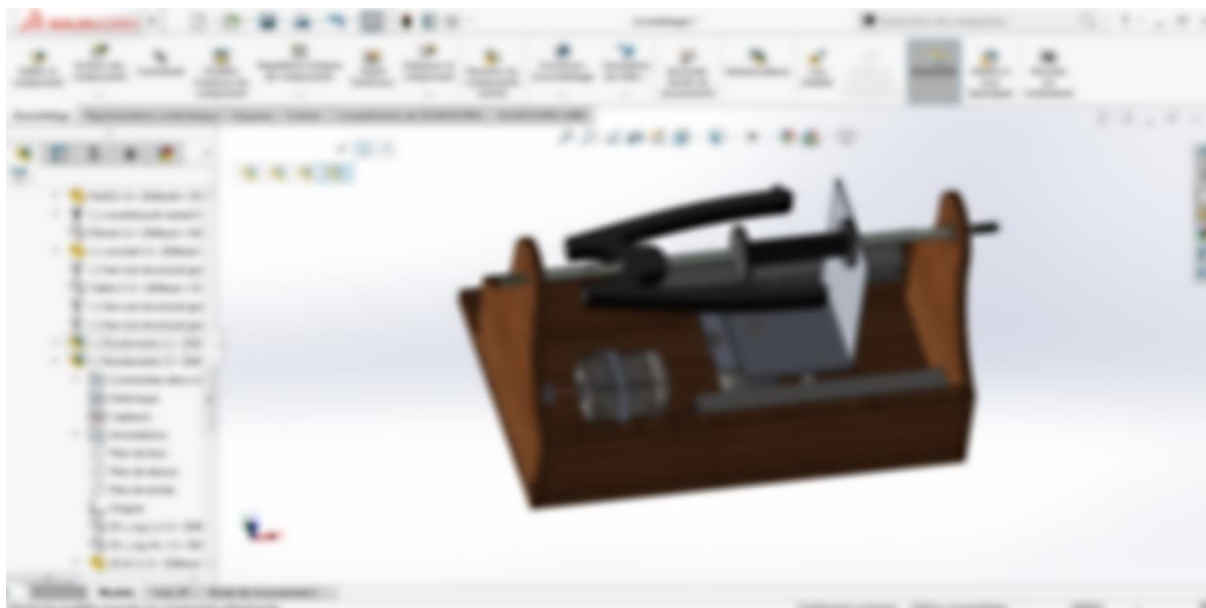


Figure. III. 15. Assemblage (5).

Assemblage (5) = Assemblage (4) + Pièce 5 + Pièce 8

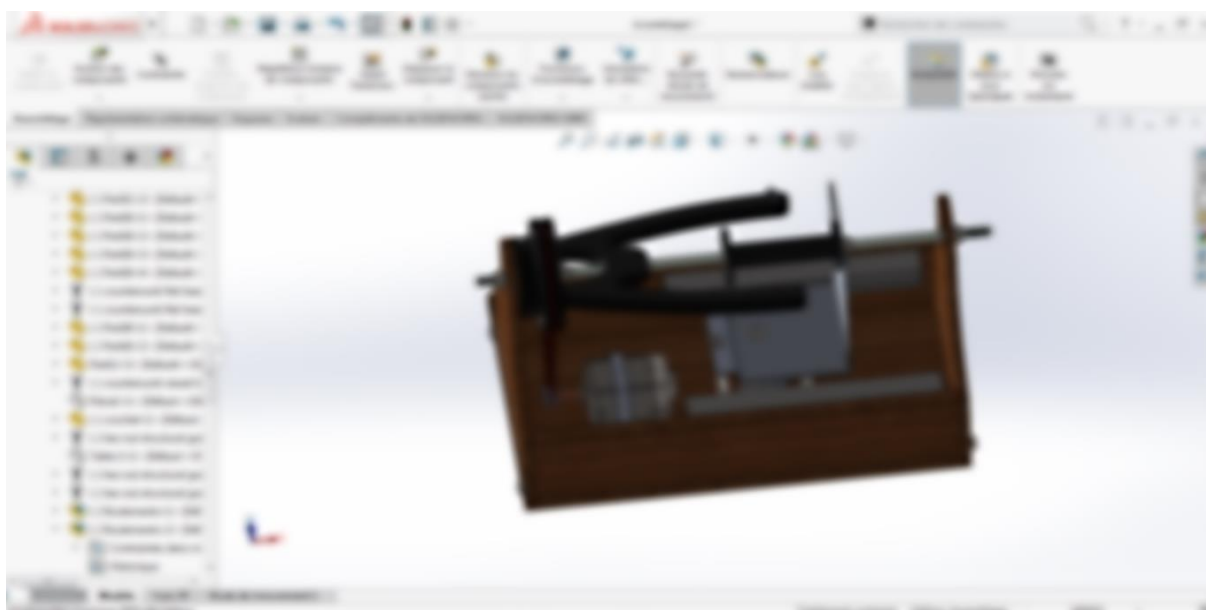


Figure. III. 16. Assemblage (6).

Assemblage (6) = Assemblage (5) + Pièce 6 + Pièce 7 + Pièce 11

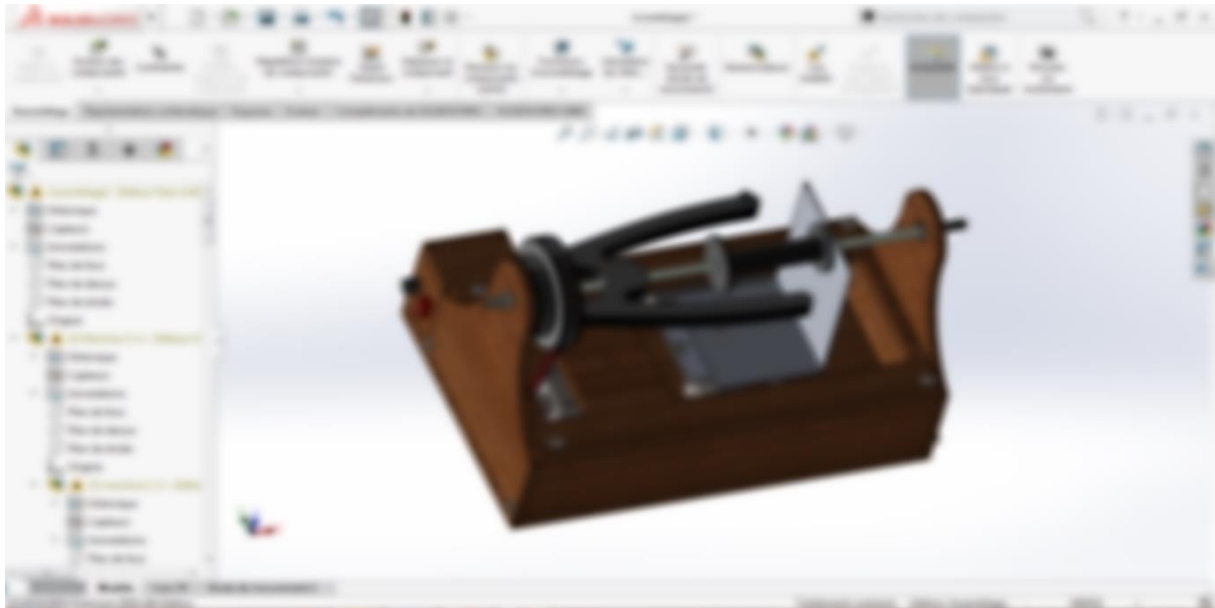
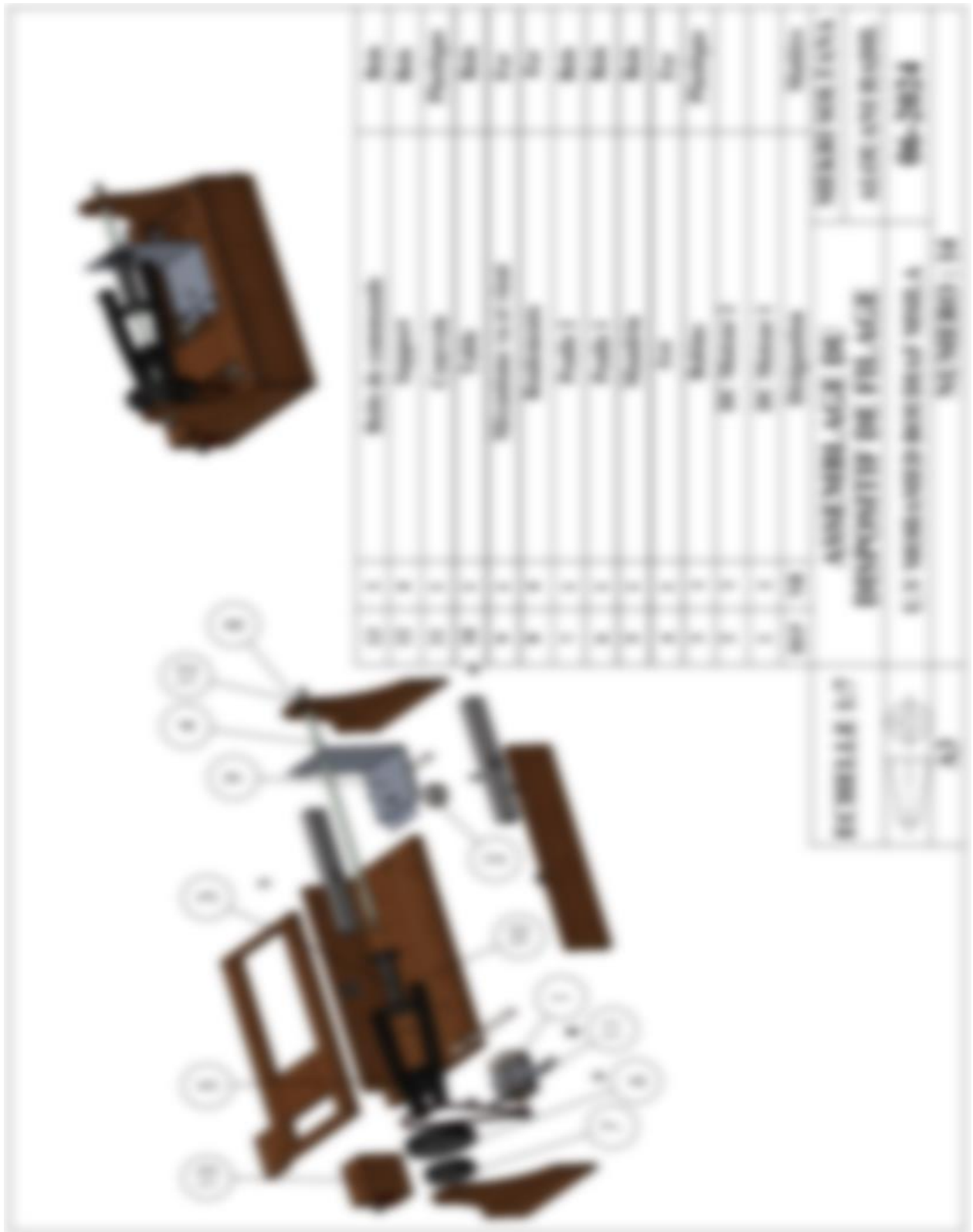


Figure. III. 17. Assemblage du dispositif.

Assemblage Assemblage (6) + Pièce 13

III. 3. 7 Démontage



III. 3. 8. Principe de fonctionnement :

Le principe de fonctionnement de cette conception est basé sur la transition de l'énergie électrique à l'énergie cinétique, dans le but de convertir les fibres naturelles en fils. Voici comment cela se déroule en détail :

Alimentation électrique La machine est alimentée par une source d'énergie électrique, qui est convertie en énergie cinétique par un moteur électrique.

Transmission de mouvement Le moteur entraîne les différents composants mécaniques de la machine, tels que les cylindres et les bobines, en utilisant des courroies pour assurer une transmission de mouvement fluide et efficace.

Introduction des fibres Les fibres naturelles sont introduites dans la machine via un système d'alimentation continue, où elles sont automatiquement distribuées pour garantir un flux constant de matière première.

Étirement et extension Les fibres passent à travers une série de cylindres rotatifs qui les étirent et les allongent, améliorant ainsi leur alignement et leur résistance. Ce processus est essentiel pour préparer les fibres pour le filage.

Filage Les fibres étirées sont ensuite enroulées ensemble par des broches tournantes à haute vitesse, formant ainsi des fils continus. Ce processus de filage assure que les fibres sont bien fusionnées et donnent des fils homogènes et robustes.

Enroulement Les fils produits sont enroulés sur des bobines ou des fuseaux. Ce système d'enroulement automatique maintient la tension adéquate des fils pour éviter leur emmêlement et facilite leur stockage et leur transport.

Contrôle et surveillance La machine est équipée de systèmes de contrôle électronique qui surveillent en temps réel les différentes étapes du processus. Ces systèmes permettent d'ajuster automatiquement les paramètres pour garantir la qualité des fils produits, tout en minimisant les déchets et les consommations énergétiques.

Grâce à cette conception, la machine à filer transforme efficacement les fibres naturelles en fils de haute qualité, en utilisant l'énergie électrique pour actionner les composants mécaniques nécessaires à chaque étape du processus de filage.

III. 3. 9. Données des composants du filage :

Puissance (M1)=100w

Alimentation (v=230v, 50hz)

Vitesse moteur (M1) variable de 0 à 3000 tr/min

Et

Puissance (M2)=30w

Alimentation (v=230v, 50hz)

Vitesse moteur (M2)=5 tr/min

Rapport des vitesses

Entre poulie (1) et Moteur (M1)

$$R = 1,5/14$$

Entre poulie (2) et Moteur (M1)

$$R = 1,5/10$$

III. 4. Réalisation du dispositif de filage

Après la conception d'un dispositif de filage, la réalisation passe par plusieurs étapes clés pour transformer le concept en une machine fonctionnelle. Voici un aperçu des principales étapes :

III. 4. 1. Prototypage**Fabrication d'un prototype :**

- Modélisation 3D Utilisation de logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) pour créer un modèle détaillé de la machine.
- Fabrication de pièces Production des pièces individuelles du prototype, souvent en utilisant des techniques de fabrication rapide comme l'impression 3D ou l'usinage CNC.
- Assemblage Montage du prototype pour tester les assemblages et les mécanismes.

III. 4. 2. Tests et Validation**Tests de fonctionnalité :**

- Essais mécaniques Vérification que les pièces mobiles fonctionnent correctement sans interférences ou usures excessives.
- Tests de filature Utilisation de fibres pour tester le processus de filage, ajuster les paramètres de torsion, d'étirage et de vitesse.
- Contrôle de la qualité du fil Mesure de la résistance, de la régularité et de la pureté du fil produit.

Validation des résultats :

- Analyse des performances Comparaison des résultats obtenus avec les spécifications initiales.
- Optimisation Ajustement des composants ou des réglages pour améliorer les performances et corriger les défauts identifiés.

III. 4. 3 Des exemples des pièces en réel



Figure. III. 18. Mandrin en réel.



Figure. III. 19. Bobine en réel.



Figure. III. 20. Axe en réel.



Figure. III. 21. Assemblage de mandrin et les poulies en réel.



Figure. III. 22. Mécanisme Va et vient en réel.



Figure. III. 23. Support en réel.

III. 4. 4. Prototype du dispositif de filage

La réalisation d'un dispositif de filage nécessite une combinaison de connaissances en ingénierie mécanique, en technologie textile et en contrôle de la qualité, pour produire des fils de haute qualité adaptés à diverses applications textiles.





Figure. III. 24. Prototype de l'assemblage du dispositif de filage.

III. 4. 5 Tests et Validation du dispositif de filage

Après la fabrication du prototype du dispositif de filage, la phase des tests et de la validation est essentielle pour s'assurer que le dispositif fonctionne efficacement et répond aux spécifications requises.

Les tests et la validation du dispositif de filage ont été menés avec succès, confirmant que le dispositif répond aux spécifications requises. Le dispositif a été soumis à une série de tests rigoureux pour évaluer sa fonctionnalité, sa durabilité et la qualité du fil produit.

Résultats des tests :

- **Essais mécaniques** Les pièces mobiles fonctionnent correctement sans interférences ni frottements indésirables.
- **Tests de durabilité** Les composants ont démontré une grande résistance et longévité sous des conditions d'utilisation intensives.
- **Tests de filature** Le dispositif a produit des fils de haute qualité, avec une résistance, une régularité et une pureté conformes aux standards exigés.

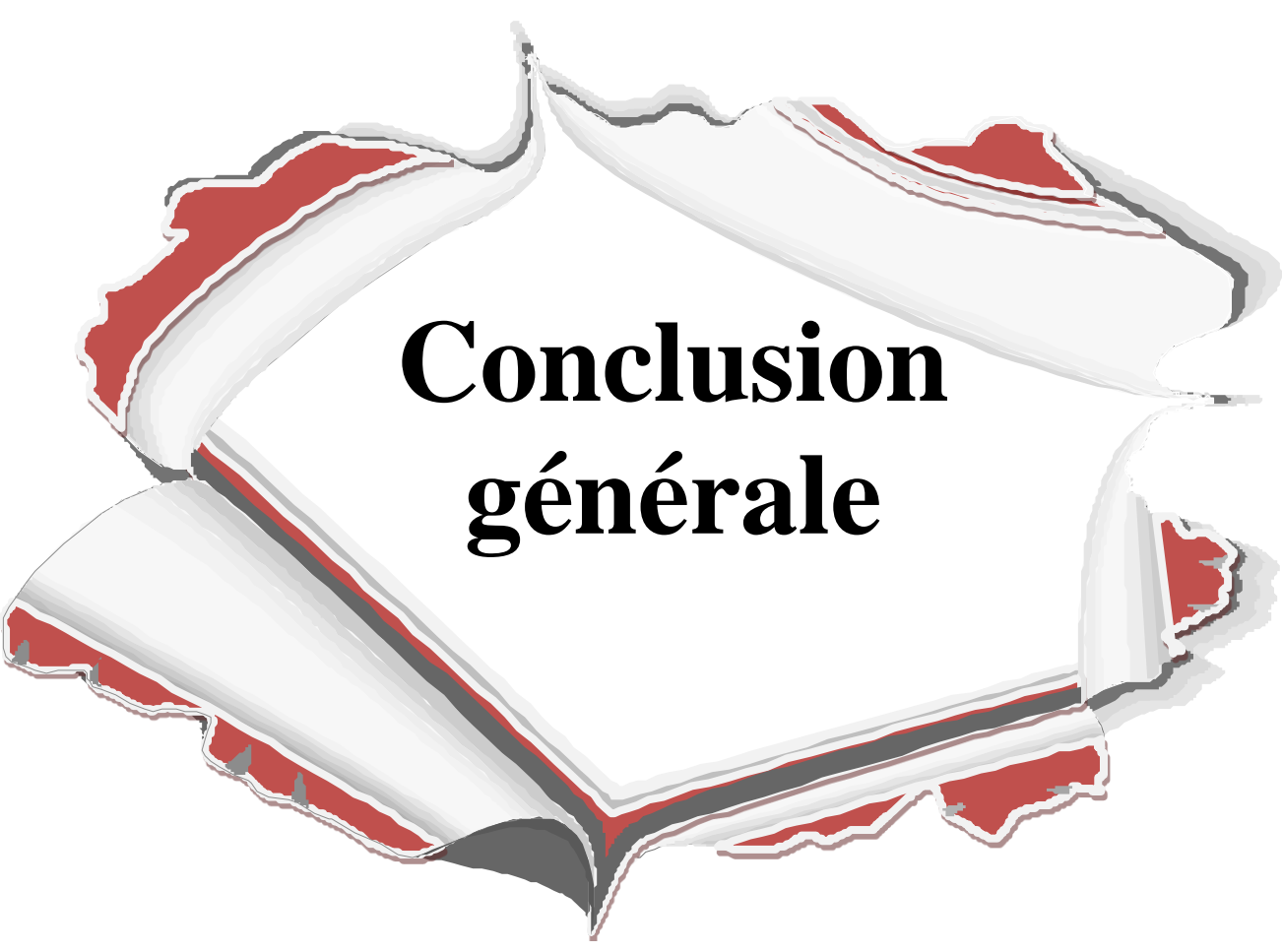
Validation :

- **Analyse des performances** Les résultats des tests ont été comparés aux spécifications techniques initiales et ont montré une conformité totale.
- **Optimisation** Les ajustements nécessaires ont été effectués pour optimiser les performances, assurant ainsi un fonctionnement efficace du dispositif.

Le dispositif de filage a été testé dans des conditions réelles et a démontré une fiabilité et une efficacité remarquables. Par conséquent, il est maintenant validé pour une production à grande échelle.

III. 5. Conclusion :

La conception et la réalisation d'un dispositif de filage doivent optimiser l'efficacité et la productivité tout en garantissant la qualité du produit final. L'intégration de technologies avancées comme l'automatisation et le contrôle intelligent est essentielle. Ces éléments combinés permettent de produire des fils de haute qualité de manière durable, améliorant ainsi la compétitivité de l'industrie textile.



Conclusion générale

Conclusion générale et perspectives

Le développement de cette fileuse innovante a permis de répondre aux besoins actuels du marché en offrant une solution capable de transformer les fibres naturelles comme le coton, le lin, la laine et la soie en fils de haute qualité. Les principaux bénéfices de cette nouvelle technologie incluent

Augmentation de la productivité grâce à l'automatisation, le processus de filage est plus rapide et nécessite moins d'interventions manuelles.

Amélioration de la qualité des fils Les systèmes de contrôle intelligent permettent de surveiller et d'ajuster les paramètres en temps réel, assurant une uniformité et une robustesse accrues des produits finis.

Réduction des coûts et des déchets L'efficacité accrue du processus et la réduction des erreurs humaines contribuent à diminuer les coûts de production et les pertes de matériaux.

Durabilité environnementale En optimisant l'utilisation des ressources et en réduisant le gaspillage, cette technologie aide à minimiser l'impact environnemental de la production textile.

L'avenir de cette technologie de fileuse est prometteur, et plusieurs perspectives peuvent être envisagées pour son développement et son amélioration continue

Intégration de nouvelles fibres La recherche pourrait se concentrer sur l'adaptation de la fileuse pour traiter de nouvelles fibres naturelles ou recyclées, élargissant ainsi son champ d'application.

Amélioration des systèmes de contrôle Le développement de logiciels plus sophistiqués et de capteurs avancés pourrait améliorer encore la précision et l'efficacité du processus de filage.

Personnalisation des produits La capacité à produire des fils sur mesure en fonction des besoins spécifiques des clients pourrait ouvrir de nouveaux marchés et applications.

Évaluation de l'impact environnemental Des études approfondies sur le cycle de vie des produits fabriqués avec cette technologie pourraient fournir des données précieuses pour optimiser encore plus les pratiques durables.

L'avenir de cette technologie de filage est riche en possibilités, avec plusieurs axes de développement potentiel

Intégration de nouvelles fibres Poursuivre les recherches pour adapter la fileuse à de nouvelles fibres naturelles ou recyclées, élargissant ainsi son champ d'application.

Amélioration des systèmes de contrôle Développer des logiciels et des capteurs plus avancés pour améliorer encore la précision et l'efficacité du filage.

Personnalisation des produits offrir la possibilité de produire des fils sur mesure selon les besoins spécifiques des clients, ouvrant ainsi de nouveaux marchés.

Évaluation de l'impact environnemental réaliser des études approfondies sur le cycle de vie des produits pour optimiser les pratiques durables et réduire encore plus l'empreinte écologique. Formation et transfert de technologie développer des programmes de formation pour les opérateurs et les ingénieurs afin de maximiser l'efficacité de la nouvelle technologie dans différents contextes industriels. En conclusion, la fileuse développée au cours de ce projet représente une avancée significative pour l'industrie textile. En continuant à innover et à affiner cette technologie, nous pouvons non seulement améliorer les processus de production et réduire l'impact environnemental, mais aussi répondre aux besoins changeants et croissants de l'industrie.

Ce mémoire ouvre ainsi la voie à des recherches et des applications futures qui promettent de transformer durablement le secteur du textile.



**Référence
bibliographique**

- [1] NENONENE. A. Y. , *Elaboration et caractérisation mécanique de panneaux de particules de tige de kénaf et de bioadhésifs à base de colle d'os, de tannin ou de mucilage*, thèse de doctorat de l'université de Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse, Sciences des Agro ressources, 2009.
- [2] F. Laurans, A. Déjardin, J. Pilate, ''Physiologie de la formation des parois de fibres de bois'', *composites et matériaux avancés*, Vol. 16, pp. 27-39,2006.
- [3] NARDIN. M. , *interface fibre-matrice dans les matériaux composites application aux fibres végétales''*, *revue des composites et des matériaux avancés*, Vol 16, pp 49-61, 2006.
- [4] BLEDZKI, A. and J. Gassan, *Composites reinforced with cellulose based fibres*. *Progress in polymer science*, 1999. 24(2): p. 221-274.
- [5] MOHANTY, A. , M. a. Misra, and G. Hinrichsen, *Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: An overview*. *Macromolecular materials and Engineering*, 2000. **276**(1) p. 1-24.
- [6] LA MANTIA, F. and M. Morreale, *Green composites: A brief review*. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2011. **42**(6): p. 579-588.
- [7] Koronis, G. , A. Silva, and M. Fontul, *Green composites: A review of adequate materials for automotive applications*. *Composites Part B Engineering*, 2013. **44**(1) p. 120-127.
- [8] VISSAC Aurélie, *Matière en fibres*, Mémoire du Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement
DSA – Architecture de Terre, INSA, Grenoble, 2014.
- [9] BEN MLIK Yosr, *Valorisation des fibres de kénaf dans des applications textiles et paratextiles*, thèse de doctorat, Génie Textile, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir, 2018.
- [10] MOUSSAOUI Nafissa, *Etude de l'amélioration de l'interface fibres naturelles/résine par différents traitements*, thèse de doctorat, Génie mécanique, université mohamed Boudiaf, 2022.
- [11] BENHAMADOUCHE Lamia, *Etude de l'endommagement et rupture des stratifiés composites à base de fibres végétales*, thèse de doctorat, Génie mécanique, université mohamed Boudiaf, 2022.
- [12] GRÉGOIRE, Marie, BARTHOD-MALAT, Benjamin, LABONNE, Laurent, et al. « Investigation of the potential of hemp fiber straws harvested using a combine machine for the production of technical load-bearing textiles », *Industrial crops and products*, 2020, vol. 145, p.
- [13] PIETAK, Alexis, KORTE, Sandra, TAN, Emelyn, et al. « Atomic force microscopy characterization of the surface wettability of natural fibers », *Applied surface science*, 2007, vol. 253, no 7, p. 3627-3635
- [14] SILVA, Rafael, HARAGUCHI, Shirani K. , MUNIZ, Edvani C. , et al. « Aplicações de

Référence bibliographique

fibras lignocelulósicas na química de polímeros e emcompósitos. *Química Nova* », 2009, vol. 32, p. 661-671

[15] PLACET, V. , TRIVAUDEY, F. , CISSE, O. , et al « Influence du diamètre sur le module d'Young apparent des fibres de chanvre. Effet géométrique ou microstructural », Proc. 20ème Congrès Français de Mécanique, 2011, p. 3864-3869

[16] DALLEL, Mohamed « Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (Stipa Tenacissima L.) Caractérisation physico-chimique de la fibre au fil. 2012 », Thèse de doctorat. Université de Haute Alsace-Mulhouse.

[17] YAHI, Fatima Zahra « Caractérisation physique d'une fibre végétale (le DISS. 2016 », Thèse de doctorat. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.

[18] MAYA, M. G. , GEORGE, Soney C. , JOSE, Thomasukutty, et al. « Mechanical properties of short sisal fiber reinforced phenol formaldehyde eco-friendly composites » *Polymers from Renewable Resources*, 2017, vol. 8, no 1, p. 27-42.

[19] TEUSCHER, Jan-Markus. « Neue experimentelle Designs zum Thema Naturstoffe im Chemieunterricht Chemie mit Pilzen », Thèse de doctorat, 2011.

[20] SHERELY Annie Paul et al. , "Effect of fiber loading and chemical treatments on thermophysical properties of banana fiber/polypropylene commingled composite materials," *Composite Part A: Applied Science And Manufacturing*, vol. 39, pp. 1582-1588, 2008.

[21] NOUBOU SILATCHOM Marcellin, Elaboration et caractérisation d'un matériau composite a base de fibre de pseudo-troncs de Bananier, DIPET II, Fabrication Mécanique, Université de YAOUNDE I, 2021.

[22] Batra, S. K, Other long vegetable fibers: abaca, banana, sisal, henequen, flax, ramie, hemp, sun and coir In M. Lewin, *Handbook of Fiber Chemistry*, (p. 453-520). USA: CRC Press, Taylor and Francis (3ème edition), 2006.

[23] <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/textile/96856>.

[24] <https://www.audeherrard.com/blog/lhistoiredesfilaturesfrancaises>.

[25] MADANI. I et KHETTOUT, « Etude et conception des dispositifs de filage et de tissage », mémoire master de l'université Mohamed Boudiaf - M'sila, 2023

[26] WULFHORST, B. , GRIES, T. , ET VEIT, D, «Textile technology (English ed.) » Munich: Cincinnati, Ohio: Hanser, 2006.

[27] HAMMACHI Dounia « Procédés de teinture des fils en coton et en polyester appliqués à MEDIFIL », Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira, 2019.

[28] Mme NDENGUE Adélaïde Epse MANGA, « FILATURE », Institut Universitaire et

Référence bibliographique

Stratégique de l'Estuaire, Estuary Academic and Strategic Institute (IUEs/Insam).

[29] www.csmotextile.qc.ca.

[30] <https://open-prod.com/lexique/cao-definition/>.

[31] <https://www.sculpteo.com/fr/glossaire/solidworks-definition-fr/>.

[32] <https://indoittraining.com/3d-designing-with-solidwork/>.