

Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Fabrication Mécanique

Présenté par :

MADANI Ilyes & KHETTOUT Said

Thème

ETUDE ET CONCEPTION DES DISPOSITIFS DE FILAGE ET DE TISSAGE

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
ROUABHI Youcef	MCB	Président
MOUSSAOUI Nafissa	MCB	Encadreur
BENHAMADOUCHE Lamia	MCB	CO-Encadreur
MOUSSAI Ahmed Toufik	MAA	Examineur



Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu de nous avoir accordé le succès dans la réalisation de ce travail simple et humble.

Ce travail a été effectué sous la supervision de : Drs. Moussaoui Nafissa et Benhamadouche Lamia, enseignantes au Département de génie mécanique de la Faculté de technologie - Université M'sila -. Nous leurs exprimons notre gratitude et nous les remercions chaleureusement de leurs efforts, de leurs encouragements et de leur suivi attentif de notre travail, de leurs conseils, et nous les remercions chaleureusement pour leurs nobles qualités humaines et leurs hautes mœurs avec nous. Nous avons tout l'honneur parce qu'elles ont accepté de nous accompagner et de nous guider dans ce travail.

Nous tenons aussi à remercier nos familles, en particulier nos parents, pour leur soutien et leur confiance dans nos efforts. Nous remercions également 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, et nous exprimons nos sincères remerciements.

Nos vives salutations.

Ilyes Madani & Said Khettout



Dédicaces

Nous dédions ce mémoire aux :

Personnes les plus chers à nos cœurs : nos pères et nos mères qu'ils nous ont apporté soutien et réconfort tout au long de nos études.

Nos enseignantes :
Drs. Moussaoui Nafissa et Benhamadouche Lamia.

A nos frères et nos sœurs.

Tous nos amis sans exception.

Et sans oublier nos enseignants qui nous ont soutenu durant toutes nos années d'études.

Ilyes Madani & Said Khettout

إهداء

نهدي هذه الرسالة إلى:

أعز شخصين على قلوبنا هما آباؤنا وأمهاتنا الذين قدموا لنا الدعم والراحة
طوال فترة دراستنا.

لأساتذتنا بن حمادوش لمياء وموساوي نغيسة

لإخواننا وأخواتنا.

كل أصدقائنا بدون استثناء.

لكل من له مكانة في نفوسنا.

ودون أن ننسى أساتذتنا الذين دعمونا أثناء

كل سنوات دراستنا.

الياس & سعيد

RESUME

La conception des dispositifs de filage et de tissage est un élément clé de l'industrie textile, qui s'applique à la fabrication de tissus à partir de fibres naturelles ou synthétiques. Les progrès techniques ont permis de développer de nouvelles générations de fibres et de mettre au point des procédés de filature et de tissage de plus en plus sophistiqués. Les textiles techniques sont un exemple de l'innovation technologique dans l'industrie textile, qui permet de produire des textiles de plus en plus performants pour des applications industrielles spécifiques. Les dispositifs de filage et de tissage sont également utilisés dans la fabrication de matériaux composites, qui sont de plus en plus utilisés dans l'industrie aéronautique, automobile et de la construction.

ملخص

يعد تصميم أجهزة الغزل والنسيج عنصراً أساسياً في صناعة النسيج، والذي ينطبق على صناعة الأقمشة من الألياف الطبيعية أو الاصطناعية. أتاح التقدم التقني إمكانية تطوير أجيال جديدة من الألياف وإتقان عمليات الغزل والنسيج المعقدة بشكل متزايد. المنسوجات التقنية هي مثال على الابتكار التكنولوجي في صناعة النسيج، مما يجعل من الممكن إنتاج منسوجات عالية الأداء بشكل متزايد لتطبيقات صناعية محددة. تُستخدم أجهزة الغزل والنسيج أيضاً في تصنيع المواد المركبة، والتي تُستخدم بشكل متزايد في صناعات الطيران والسيارات والبناء.

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des figures	

INTRODUCTION GENERALE	1
------------------------------------	----------

CHAPITRE I

TRAITEMENTS DES FIBRES NATURELLES

I. 1 Introduction	2
I. 2 Présentation des fibres naturelles	2
I.2. 1. Classification des fibres naturelles	3
I. 3 Propriétés physico-chimiques des fibres naturelles	4
I. 3. 1 Composition des fibres naturelles.....	4
I. 3. 2 Longueur et diamètre des fibres naturelles.....	8
I. 3. 3 Densité des fibres naturelles	8
I. 4. Propriétés mécaniques des fibres naturelles	9
I. 5 Traitements de surface appliqués aux fibres naturelles	10
I. 5. 1 Traitements physiques	10
I. 5. 1. 1 Traitements corona.....	10
I. 5. 1. 2 Traitements au plasma.....	11
I. 5. 2 Traitements chimiques.....	11
I. 5. 2. 1 Traitements alcalins.....	12
I. 5. 2. 2 Acétylation.....	13
I. 5. 2. 3 Traitements aux silanes.....	13
I. 5. 2. 4 Traitements de décomposition thermique.....	14
I. 6 Conclusion	14

CHAPITRE II

MÉTIER À TISSER

II. 1 Introduction	15
II. 2 Technique de filage	15
II. 2. 1 Procédés de fabrication	15
II. 2. 2 Procédés de filature.....	16
II. 2. 2. 1 Préparation des fibres.....	16
II. 2. 2. 2 Cardage.....	16
II. 2. 2. 3 Peignage.....	16
II. 2. 2. 4 Étirage.....	16
II. 2. 2. 5 Filage.....	16

II. 2. 2. 6 Retors (facultatif).....	17
II. 2. 2. 7 Bobinage.....	17
II. 2. 2. 8 Contrôle de qualité.....	18
II. 3 Technique de tissage.....	19
II. 3. 1 Définition.....	19
II. 3. 2 Principe de la machine à tisser	20
II. 3. 3 L'armure	22
II. 3. 3. 1 Les armures fondamentales.....	23
<i>La toile</i>	23
<i>Le sergé</i>	24
<i>Le satin</i>	25
II. 3. 4 Préparation du tissage.....	26
II. 3. 4. 1 Préparation de la chaîne.....	26
II. 3. 4. 2 Préparation de la trame.....	26
II. 3. 4. 3 Ourdissage.....	26
II. 3. 4. 4 Encollage.....	27
II. 3. 4. 5 Rentrage et nouage	28
II. 4 Conclusion.....	29

CHAPITRE III

CONCEPTION DES DISPOSITIFS FILAGE ET DE TISSAGE

III. 1 Introduction.....	29
III. 2 Conception assistée par ordinateur (CAO).....	29
III. 2. 1 Logiciel utilité	29
III. 3 Conception du dispositif de filage.....	30
III. 3. 1 Présentation du système de filage.....	30
III. 3. 2 Composants du système de filage.....	31
III. 3. 3 Présentation des composants du système de filage en 3D sous SolidWorks	35
III. 3. 4 Assemblage des composants.....	41
III. 3. 5 Présentation des assemblages du système de filage en 3D sousSolidWorks	45
III. 3. 6 Exemples des mises en plan des entités et des assemblages	49
III. 3. 7 Principe de fonctionnement.....	53
III. 3. 8 Les données.....	53
III. 4 Conception du dispositif de tissage.....	54
III. 4. 1 Présentation du système de tissage	54
III. 4. 2 Composants du système de tissage.....	54
III. 4. 3 Présentation des composants du système de tissage en 3D sousSolidWorks	56
III. 4. 4 Présentation des assemblages du système de tissage en 3D sousSolidWorks	59
III. 4. 5 Mises en plan des entités et des assemblages.....	60
III. 4. 6 Principe de fonctionnement.....	64
III. 5 Conclusion.....	64

<i>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIV</i>	65
Bibliographie.....	66

Liste des figures

Figure I. 1 :	Exemples des fibres naturelles.....	3
Figure I. 2 :	Classification des fibres naturelles selon leurs origines	4
Figure I. 3 :	Représentation schématique d'une cellule de la fibre végétale.....	5
Figure I. 4 :	Positionnement des fibrilles de cellulose dans la paroi secondaire de la fibre végétale.....	5
Figure I. 5 :	Structure moléculaire d'un modèle de la cellulose	6
Figure I. 6 :	Structure moléculaire d'un modèle de la lignine	6
Figure I. 7 :	Structure chimique d'un type d'hémicellulose.....	7
Figure I. 8 :	Structure moléculaire des pectines.....	7
Figure I. 9 :	Pycnomètre à Hélium de précision.....	9
Figure II. 1 :	L'influence de procédé de filage (voie sèche) sur les propriétés du fil	16
Figure II. 2 :	A-coups de filature B- Bobine	17
Figure II. 3 :	A-faiblesse, B-grosueur, C- nœud, D-poil.....	17
Figure II. 4 :	Schéma du processus de bobinage.....	18
Figure II. 5 :	Procédé de filature.....	18
Figure II. 6 :	file de chaîne et de trame.....	19
Figure II. 7:	Principe du tissage	20
Figure II. 8 :	Principe de la machine à tisser.....	21
Figure II. 9 :	Armure de rapport de 5	22
Figure II. 10 :	Armure complexe	23
Figure II. 11:	L'armure toile, l'image de tissu et prise.....	24
Figure II. 12 :	Armure sergé 4 effet chaîne, l'image de tissu et prise.....	24
Figure II. 13 :	Armure satin 5 effet chaîne d= 3.....	25
Figure II. 14 :	Ourdissoir	27
Figure II. 15 :	Schéma du processus d'encollage	28
Figure II. 16 :	Schéma du processus de rentrage	28
Figure III. 1 :	Logo SOLIDWORKS.....	30
Figure III. 2 :	Présentation du dispositif de filage en 3D sous-SolidWorks.....	31
Figure III. 3 :	Moteur de machine à coudre (M1) en 3D sousSolidWorks	35
Figure III. 4 :	DC moteur de ventilateur (M2) en 3D sous-SolidWorks.....	35
Figure III. 5 :	Bobine perforée en 3D sous SolidWorks	36
Figure III. 6 :	Réducteur+ axe en 3D sous SolidWorks	36
Figure III. 7 :	Poulie (a) en 3D sous SolidWorks	37
Figure III. 8 :	Poulie (b) en 3D sous SolidWorks	37

Figure III. 9 :	Poulie (c) en 3D sous SolidWorks	38
Figure III. 10 :	Poulie (d) en 3D sous SolidWorks	38
Figure III. 11 :	Mécanisme de bielle-manivelle en 3D sousSolidWorks	39
Figure III. 12:	Mécanisme de tordage et filage en 3D sous-SolidWorks	39
Figure III. 13:	Table en 3D sous-SolidWorks	40
Figure III. 14:	Tôle de (forme L) en 3D sous-SolidWorks	40
Figure III. 15 :	Support de forme (T) en 3D sous-SolidWorks	41
Figure III. 16:	Interface d'assemblage	41
Figure III. 17:	Parcourir le dossier des composants	42
Figure III. 18 :	Les composants avant l'assemblage.....	42
Figure III. 19 :	Assemblage (1).....	45
Figure III. 20 :	Assemblage (2).....	46
Figure III. 21 :	Assemblage (3).....	46
Figure III. 22 :	Assemblage (4).....	47
Figure III. 23 :	Assemblage (5).....	47
Figure III. 24 :	Assemblage (6).....	48
Figure III. 25 :	Assemblage (7).....	48
Figure III. 26 :	Mise en plan (mécanisme de bielle-manivelle)	49
Figure III. 27 :	Mise en plan (moteur 1)	49
Figure III. 28 :	Mise en plan (Tôle en forme L)	50
Figure III. 29 :	Mise en plan (mécanisme de tordage et filage)	50
Figure III. 30 :	Mise en plan (bobine perforé).....	51
Figure III. 31 :	Mise en plan (Assemblage 1).....	51
Figure III. 32 :	Mise en plan (roulement a bille).....	52
Figure III. 33 :	Mise en plan (Assemblage 2).....	52
Figure III. 34 :	Présentation du dispositif de tissage en 3D sous SolidWorks).....	54
Figure III. 35 :	Support de chaîne (1)	56
Figure III. 36 :	Support de chaîne (2)	56
Figure III. 37 :	Port files	57
Figure III. 38 :	Traverse	57
Figure III. 39 :	Navette	58
Figure III. 40 :	Peigne	58
Figure III. 41 :	Assemblage 1	59
Figure III. 42 :	Assemblage 2	59
Figure III. 43 :	Mise en plan (support de chaîne 1).....	60
Figure III. 44 :	Mise en plan (support de chaîne 2).....	60
Figure III. 45 :	Mise en plan (la navette).....	61
Figure III. 46 :	Mise en plan (Peigne).....	61
Figure III. 47 :	Mise en plan (Port files).....	62
Figure III. 48 :	Mise en plan (la traverse).....	62
Figure III. 49 :	Mise en plan (assemblage 1).....	63

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le tissage est l'un des plus anciens procédés de fabrication textile, permettant de créer des tissus en entrecroisant des fils de chaîne et des fils de trame. Au fil des siècles, cette technique a évolué pour répondre aux besoins croissants de l'industrie textile moderne.

Le tissage textile joue un rôle essentiel dans l'industrie des matériaux composites. Il s'agit d'un processus de fabrication qui implique l'entrecroisement de fils de différentes orientations pour former une structure solide et résistante. Cette technique permet de produire des textiles techniques à partir de fibres de carbone, de verre, d'aramide, de fibres naturelles ou d'autres matériaux à haute performance. Les tissus obtenus sont utilisés comme renforts dans la fabrication de pièces composites, offrant une résistance exceptionnelle, une légèreté et une durabilité accrues.

Grâce à l'utilisation de machines spécialisées, le tissage textile permet de produire des motifs et des formes variés, offrant ainsi une grande flexibilité pour répondre aux besoins spécifiques des applications industrielles. Ce processus contribue grandement aux progrès technologiques et à l'innovation dans l'industrie des matériaux composites.

Les entreprises textiles sont constamment à la recherche d'innovations pour améliorer la qualité de leurs produits et réduire leur impact environnemental. Certaines entreprises se sont associées pour mener ensemble des projets pour un avenir responsable et durable. D'autres initiatives visent à encourager le recyclage textile et à développer une filière textile haut de gamme. Les entreprises textiles peuvent ainsi contribuer à répondre aux nouvelles obligations liées à la loi Anti-gaspillage pour l'économie circulaire

Aujourd'hui, la conception des dispositifs de tissage performants sont des enjeux majeurs pour améliorer la productivité, la qualité et l'efficacité énergétique de ce processus.

La conception des dispositifs de filage et de tissage est l'une des étapes importantes dans le processus de fabrication des textiles. Ces dispositifs sont utilisés pour transformer les fibres en fils et les fils en tissus. La conception de ces équipements doit prendre en compte plusieurs facteurs tels que la nature des fibres à traiter, le niveau de production attendu, les coûts de fabrication et la qualité des produits finis.

Introduction générale

Les ingénieurs en textile travaillent à la conception de ces dispositifs en utilisant des logiciels de modélisation et de simulation, ce qui permet d'optimiser les processus de fabrication et de minimiser les coûts. La conception des dispositifs de filage et de tissage est donc un processus crucial pour produire des textiles de qualité et améliorer l'efficacité de la production textile.

Dans ce contexte, ce mémoire se concentre sur l'étude et la conception d'un dispositif de tissage novateur, visant à répondre aux exigences de l'industrie textile contemporaine dans les laboratoires de recherche et les entreprises industrielles.

Le premier chapitre de ce mémoire mettra l'accent sur une étude théorique du traitement des fibres naturelles (présentation, classification, propriétés.... etc.).

Le deuxième chapitre se concentrera sur le métier à tisser (technique de filage, Technique de tissage).

Ensuite, le troisième chapitre sera consacré à la conception des dispositifs de filage et de tissage.

Finalement nous avons terminé le travail par une conclusion générale qui illustre notre projet en signalant, les remarques observées, ainsi nous envisageons quelques perspectives aux futures promotions.

CHAPITRE I
TRAITEMENT DES FIBRES NATURELLES

I. 1 Introduction

Un matériau composite est constitué d'un ensemble de fibres résistantes noyées dans une matrice dont les propriétés mécaniques sont nettement plus faibles. Les fibres jouent le rôle de renfort tandis que la matrice assure la cohésion du composite et le transfert des efforts aux fibres [1]. L'utilisation de fibres naturelles, et en particulier de fibres végétales comme renfort de matériaux composites, présente deux principaux avantages. Tout d'abord, ces fibres sont largement disponibles à faible coût et leur utilisation en construction constitue de nouveaux débouchés pour les matières agricoles [2]. D'autre part, la valorisation des fibres végétales permet la réduction des impacts environnementaux par rapport aux composites conventionnels puisque ce sont des matières premières renouvelables, biodégradables, neutres vis-à-vis des émissions du dioxyde de carbone CO₂ et demandant peu d'énergie pour être produites. Avant la fabrication de renforcement, la recherche en profondeur sur le comportement mécanique et physique et thermique des fibres naturelles est une étape clé dans une meilleure compréhension des caractéristiques spécifiques des renforts.

Aujourd'hui, la transition vers une économie durable et plus respectueuse de l'environnement s'effectue tout d'abord par un changement dans les cultures des plantes, la consommation alimentaire, la production d'énergie, la quête de ressources renouvelables, ainsi que l'incitation aux cultures non vivrières, afin de réduire la production pétrochimique et l'émission des gaz à effet de serre [3]. C'est dans cette perspective que l'intérêt pour les fibres lignocellulosiques provenant de tissus végétaux s'est accru, tenant compte du fait qu'elles constituent des ressources renouvelables. Ces dernières se voient ainsi très prometteuses pour la transition vers une économie durable [4].

I. 2 Présentation des fibres naturelles

Les fibres naturelles sont des matériaux biodégradables et renouvelables comparativement aux fibres synthétiques [5, 6]. Leur polyvalence, leur production raisonnée et leur fort impact social à l'échelle mondiale facilitent leur utilisation industrielle. Le composite à renfort végétal est un domaine intéressant pour l'utilisation de fibres naturelles. Les alternatives naturelles aux renforts synthétiques ont donc contribué à l'étude initiale de la classification des fibres naturelles pour identifier les types de fibres les plus adaptés dans le domaine des composites.



Végétal (coton)

Animal (soie)

Minérale (amiante)

Figure I. 1 Exemples de fibres naturelles.

I. 2. 1 Classification des fibres naturelles

Généralement, les fibres naturelles sont divisées en trois groupes selon leurs origines (Figure I. 2)

➤ Le premier groupe comprend les fibres d'origine végétale. Les fibres végétales sont regroupées en fonction de la région à partir de laquelle la fibre est récoltée dans la plante. Ils peuvent être obtenus à partir de tiges (lin...), de feuilles (sisal...), ou de graines (coton...) [7].

➤ Les fibres animales sont constituées de protéines (kératine dans la laine, fibroïne dans la soie). La fibre animale la plus utilisée est la laine, grâce à ses propriétés isolantes, sa bonne capacité d'absorption (16% à 18%) et sa grande élasticité (45%). Les fibres protéiques peuvent être divisées en deux familles en fonction de leur origine :

- ✓ Divers poils de mammifères (mouton, chèvre, chameau, alpaga, poil de lapin).
- ✓ Fil de soie, soie d'araignée et autres sécrétions du mucus des vers à soie (*Bombyx mori*) les fils d'araignée, etc... [8].

Le troisième groupe comprend les fibres d'origine minérale. Les fibres minérales proviennent des roches (amiante, basalte, etc.). Utiliser avec prudence en raison des effets sur le système respiratoire humain.

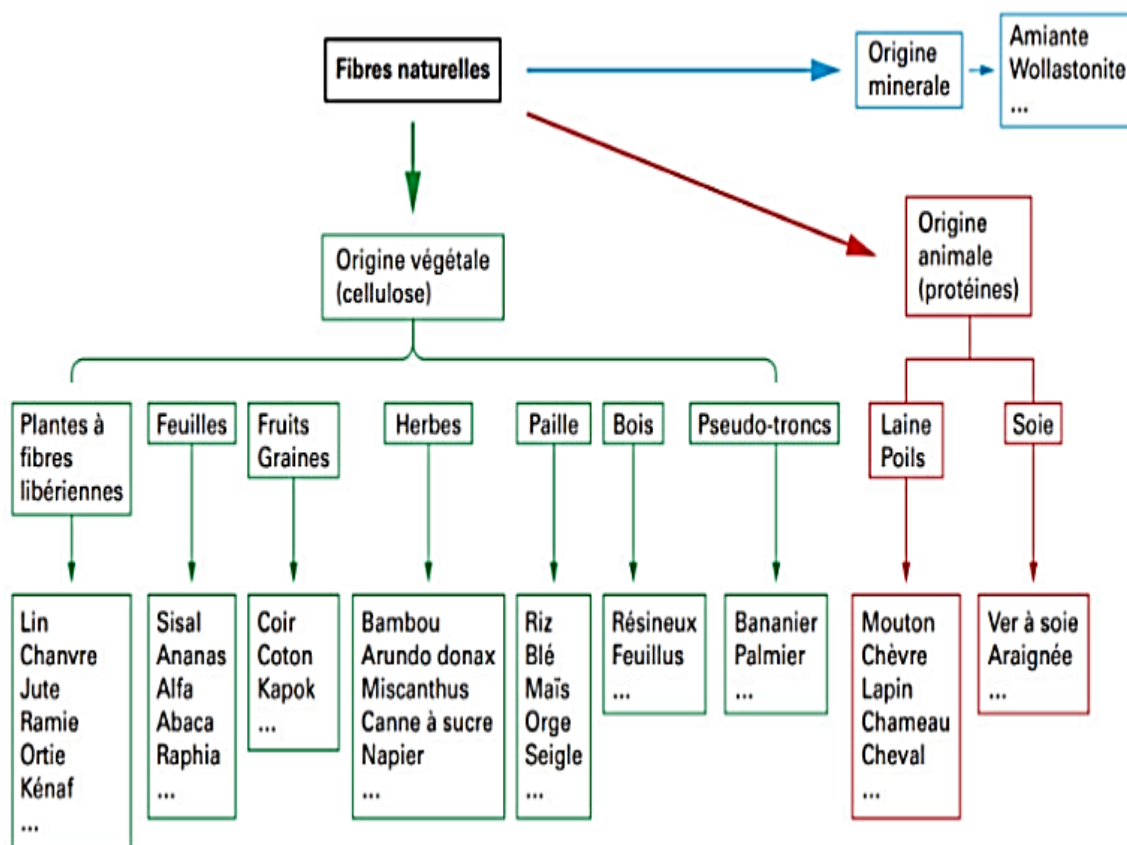


Figure I. 2 Classification des fibres naturelles selon leurs origines [7].

Observation

La classification des fibres naturelles démontre la variabilité de ces fibres selon leur origine. Les fibres végétales apparaissent comme les fibres les plus prometteuses pour le développement des matériaux composites avec un impact environnemental et un coût de fabrication réduit.

I. 3 Propriétés physico-chimiques des fibres naturelles

I. 3. 1 Composition des fibres naturelles

Les caractéristiques des fibres naturelles et plus précisément des fibres végétales dépendent de la structure des constituants des fibres. La structure de la fibre sisal est assimilée à matériau composite renforcé par la fibre de cellulose [9, 10]. La fibre a de nombreuses cellules fibreuses allongées qui rétrécissent aux deux extrémités. Les cellules fibreuses sont reliées entre elles par des lamelles centrales qui comprend l'hémicellulose, la lignine et la pectine [11]. Les fibres de sisal contiennent environ 100 cellules fibreuses [12]. La fibre végétale est constituée d'une paroi primaire, d'une paroi secondaire et d'une zone centrale de lumen (Figure I.3). La paroi primaire de la fibre comporte peu de cellulose, environ 8 à 14% [9, 13], elle est située dans une matrice de composition proche des pectines de la lamelle

moyenne [7]. La paroi secondaire contient la majeure partie de la cellulose dans les trois couches (65-85%) (S1, S2 et S3) sur la figure I.4, en particulier la couche S2 située au milieu de la paroi secondaire. L'orientation des fibrilles de cellulose au sein de la paroi secondaire suit l'angle micro-fibrillaire par rapport à l'axe longitudinal de la fibre (Figure I.4). L'angle des micros fibrillaire et la teneur en cellulose des fibres sont des facteurs importants dans l'évaluation des propriétés mécaniques des fibres. La lamelle moyenne réunit les parois de la fibre contenant les pectines et la substance amorphe. L'observation microscopique (MEB/MET) des parois cellulaires a permis de mesurer le diamètre à différentes échelles des fibrilles. Le diamètre des macro- fibrilles, des microfibrilles et des fibrilles élémentaires de la fibre de lin est de 0,5 μm , de 10 nm et de 3,5 nm respectivement [14].

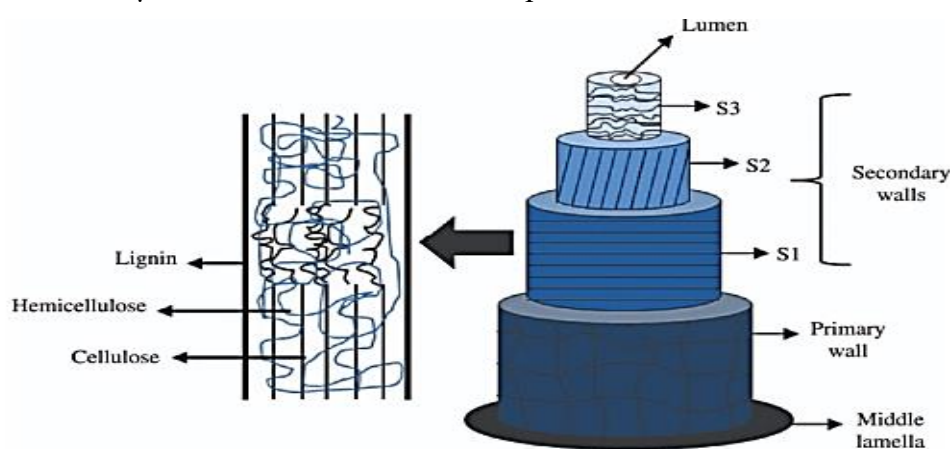


Figure I. 3 Représentation schématique d'une cellule de la fibre végétale [15].

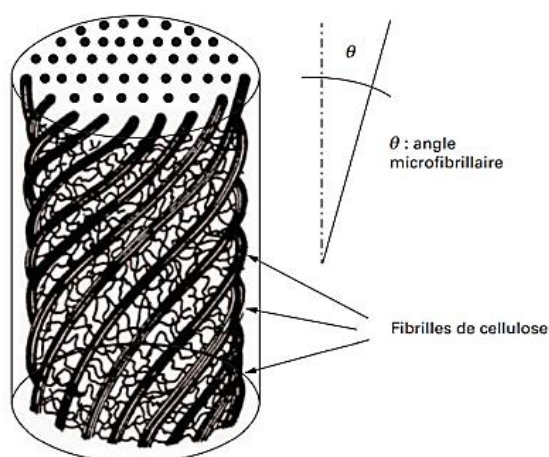


Figure I. 4 Positionnement des fibrilles de cellulose dans la paroi secondaire de la fibre végétale [17].

La nature de la fibre végétale permet d'identifier l'eau comme molécule indispensable ainsi que les polymères à base de sucre (glucides) dans la composition de la fibre. La

composition de la fibre varie en fonction des conditions climatiques et de l'endroit où poussent les plantes. Les principaux constituants chimiques des fibres végétales sont la cellulose, l'hémicellulose, la lignine et la pectine [18]. La cellulose est le composant principal des fibres et sa structure moléculaire (Figure I.5) montre la présence de groupes hydroxyles responsables de l'hydrophilie des fibres naturelles.

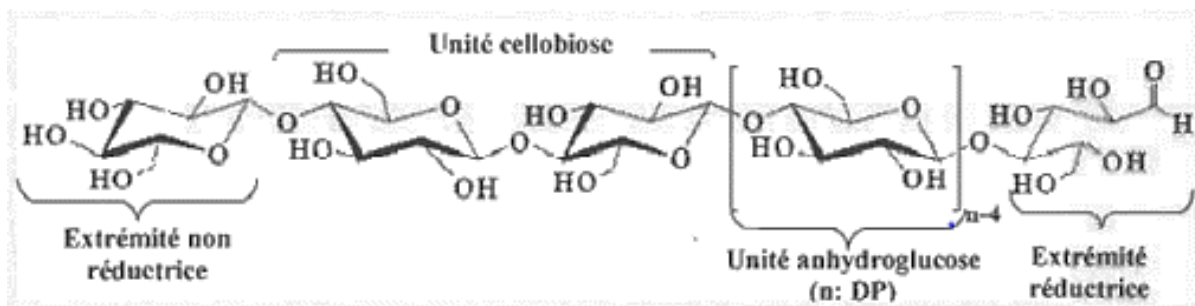


Figure I. 5 Structure moléculaire de la cellulose [19].

La lignine est le deuxième composant majeur en termes de teneur. Son rôle est d'assurer la rigidité, l'imperméabilité à l'eau et le stockage des déchets du végétal. Sa structure moléculaire (Figure I. 6) comprend une macromolécule hétérogène à partir de trois alcools phénoliques (syringyle, guaiacyle et p-hydroxyphényle) [19].

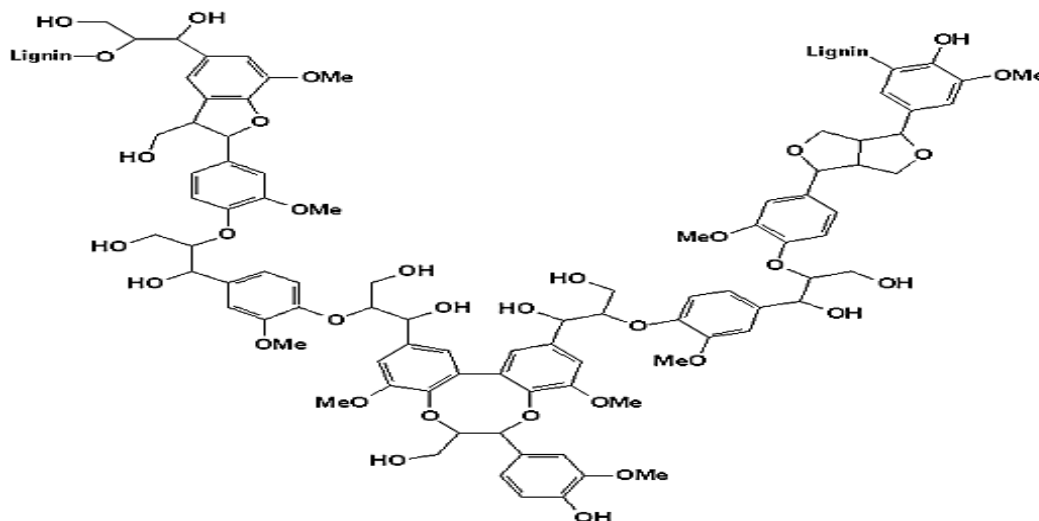


Figure I. 6 Structure moléculaire d'un modèle de la lignine [20].

L'hémicellulose est le troisième composant majeur de la composition des fibres, et fait partie des polysaccharides amorphes (Figure I. 7) solubles dans l'eau et extraits des cellules végétales par des solutions alcalines. Il établit des liaisons avec les microfibrilles de cellulose et les autres composants afin d'assurer la cohésion de la paroi [21].

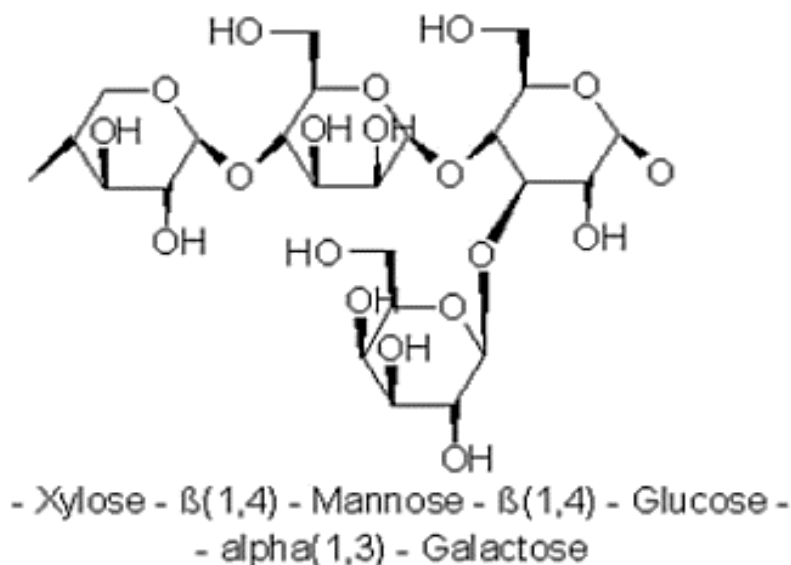


Figure I. 7 Structure chimique d'un type d'hémicellulose [21].

Les pectines se positionnent dans le lumen et la paroi primaire des cellules végétales en proportion minimale par rapport aux principaux composants. Sa fonction est de maintenir la cohésion intercellulaire du tissu végétal en assurant la rigidité de la cohésion. Les pectines appartiennent à la famille des polysaccharides linéaires. Son rôle de ciment intercellulaire permet d'avoir les liaisons avec d'autres composants (cellulose, lignine, hémicellulose) [21].

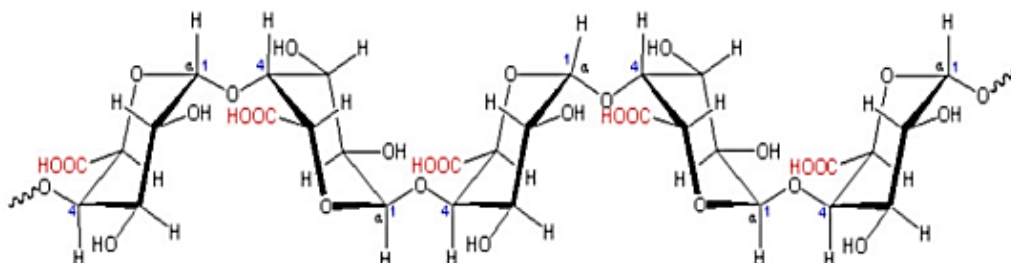


Figure I. 8 Structure moléculaire des pectines [21].

La structure hiérarchique des différents composants de l'architecture des fibres végétales représente la complexité de leur composition chimique. La détermination des pourcentages des différents constituants de la fibre par rapport à la masse sèche de la fibre permet de mieux appréhender les performances de la fibre. Le Tableau I-1 indique la composition chimique et les proportions en pourcentage des constituants des fibres végétales les plus performantes.

Tableau I. 1 : Composition Chimique des fibres végétales [22-25].

Fibre	Cellulose (%)	Lignine (%)	Hémicellulose & pectines (%)	Origine
Fibre de sisal	64,4	10,4	13,7	Chine
	65-68	9,9-14	10-22	Malaisie
Fibre de lin	71	2,2	18,6-20,6	France
Fibre de chanvre	70-74	3,7-5,7	17,9 – 22,4	France

I. 3. 2 Longueur et Diamètre des fibres naturelles

La longueur des fibres naturelles est le premier paramètre important affectant les propriétés mécaniques des différentes écailles (fibre, fil, tissu). La morphologie discontinue des fibres naturelles dépend de leur structure chimique et physique et de leur morphologie. Le processus d'extraction des fibres est également un facteur qui affecte la longueur des fibres. L'extraction manuelle des fibres élémentaires est la méthode la plus courante sans dégradation des fibres [26]. La longueur des fibres végétales dépend de leur position au sein de la plante. La longueur moyenne des fibres végétales les plus couramment utilisées est de 30 à 70 mm pour les fibres de sisal et de 5 à 80 mm pour les fibres de lin [15 , 27]. Une étude détaillée de la distribution et de la diffusion de la longueur des fibres sont des indicateurs importants de la qualité des fibres [20].

Le diamètre des fibres naturelles est également un paramètre important qui influence les propriétés mécaniques des fibres. L'organisation complexe de la structure des fibres naturelles s'illustre dans la section des fibres avec une géométrie polygonale et non cylindrique. La variation de la rigidité et la résistance des fibres végétales sont liés à la variation du diamètre tout au long de la fibre. La rupture des fibres végétales est pilotée par la présence de défauts, en particulier plus le diamètre des fibres est élevé plus la présence de défauts est significative en accélérant la rupture des fibres [28].

I. 3. 3 Densité des fibres naturelles

La densité des fibres naturelles est un paramètre important qui affecte directement le poids des matériaux fabriqués à partir de ces fibres. Les fibres avec une plus faible densité, comme les fibres naturelles, sont recommandées pour les matériaux composites appliqués dans les domaines de l'aéronautique et de l'automobile [20].

Les mesures de densité sont basées sur la détermination de deux grandeurs : la masse et le volume. La masse est une grandeur directement accessible par la mesure, contrairement au

volume dont la détermination peut poser des difficultés expérimentales [29]. Généralement, la densité est mesurée en immergeant le matériau dans Liquide, le volume est calculé en fonction du déplacement du liquide. Cette méthode pose des problèmes pour les matériaux poreux et plus spécifiquement, pour les fibres naturelles compte tenu de leur caractère hydrophile. En effet, les volumes mesurés avec cette méthode ne correspondent pas à ceux des fibres naturelles à structures creuses [11, 21]. La méthode la plus recommandée pour la densité des fibres naturelles est la mesure par pycnomètre à gaz. L'utilisation de l'hélium comme gaz de référence permet d'accéder aux pores les plus fins, ce qui rend les mesures de densité très précises. La densité des fibres végétales varie entre 1,4 et 1,5 g/cm³ [29].



Figure I. 9 Pycnomètre à Hélium de précision.

I. 4 Propriétés mécaniques des fibres naturelles

Les propriétés mécaniques des fibres naturelles sont affectées par plusieurs paramètres. Ces paramètres sont notamment ceux liés à la croissance des plantes (maturité, variété des plants), aux conditions climatiques (saison, température) et aux étapes de préparation des fibres (procédé d'extraction, séchage). Les fibres naturelles doivent être manipulées avec soin de la récolte à l'extraction pour assurer de bonnes propriétés mécaniques des fibres naturelles [30]. L'impact de ces paramètres sur la structure interne et la composition chimique des fibres naturelles se traduit au niveau du module de Young et de la résistance à la traction des fibres lors de l'application des sollicitations mécaniques [31]. Les propriétés en traction des fibres naturelles sont identifiées par deux méthodes, soit par des essais sur fibre unitaire ou à partir d'essai d'IFBT sur des faisceaux ou des fils imprégnés [32], suivis à l'aide de la loi des mélanges, de la détermination des propriétés des fibres.

I. 5 Traitements de surface appliqués aux fibres naturelles

La détérioration des fibres naturelles dans les matrices cimentières est principalement liée à la présence de lignine, cellulose, hémicellulose et autres substances extractibles qui composent sa structure et qui, au contact de l'environnement alcalin du béton donne lieu à une interface fibre-matrice peu durable et résistant, Dans ce contexte, il convient de noter que :

En tant que matériau d'origine naturelle, les propriétés des fibres peuvent varier en fonction de leur provenance et de la méthode d'extraction utilisée pour leur obtention. Étant donné sa simplicité, sa rapidité et son économie, la méthode la plus utilisée pour l'extraction des fibres naturelles est la méthode d'extraction mécanique par laquelle on obtient des faisceaux de fibres à texture irrégulière, l'application de traitements de surface pour l'élimination des impuretés qui affectent leur performance en tant que matériaux de renforcement dans les matrices de cémentation est nécessaire [33].

Les traitements appliqués aux fibres naturelles sont définis comme les modifications apportées aux propriétés superficielles des fibres pour améliorer leur adhérence avec différentes matrices généralement en éliminant les substances qui restent collées aux parois des fibres après le processus d'extraction mécanique [34]. Ces traitements peuvent être classés selon la méthodologie utilisée dans les traitements physiques, tels que le traitement corona et le traitement plasma, qui permettent de modifier la rugosité de la surface et la cristallite des fibres sans provoquer de grands changements dans leur structure chimique, et dans les traitements chimiques, qui cherchent à améliorer l'adhérence de la fibre à la matrice à travers des réactifs tels que le silane, l'hydroxyde de sodium et l'utilisation de procédés d'acétylation et de décomposition thermique [35].

I. 5. 1 Traitements physiques

Les traitements physiques permettent de modifier les propriétés structurelles et superficielles des fibres naturelles et donc d'améliorer la liaison mécanique avec la matrice, par des procédés tels que l'étirement, calandrage et la production de fils hybrides sans affecter considérablement les propriétés chimiques des fibres [34]. Ainsi, les traitements physiques sont appliqués pour modifier la morphologie des fibres principalement par la séparation des fibres en filaments individuels, générant ainsi des pores et donc une rugosité accrue pour améliorer l'ancrage mécanique avec la matrice [36].

I. 5. 1. 1 Traitements corona

Le traitement couronne consiste essentiellement en l'application d'une décharge à haute fréquence entre une électrode et une contre-électrode et constitue l'une des techniques les plus importantes pour obtenir l'oxydation superficielle des fibres, produisant un

changement d'énergie de surface dans les fibrilles de cellulose qui permet d'améliorer la compatibilité entre les fibres hydrophiles et la matrice [34]. Il convient de noter que ce procédé électrique utilise de l'air ionisé pour augmenter la tension de surface des substrats non poreux.

I. 5. 1. 2 Traitements au plasma

Les traitements plasma permettent de réaliser une grande variété de modifications de la surface des fibres en fonction de la nature et du type de gaz utilisés, et en profiter les propriétés du plasma pour induire des changements dans le matériau. Le plasma, compris comme un gaz ionisé avec une densité égale de charges positives et négatives, ainsi que des espèces neutres, est utilisé comme traitement dans les fibres naturelles pour améliorer l'adhésion avec la matrice et améliorer la rigidité du matériau composite [35].

Selon leur équilibre thermique, les plasmas peuvent être classés en thermiques ou non thermiques. Les plasmas froids ou non thermiques sont formés par l'exposition d'un gaz à un champ électrique, dans lequel le transfert d'énergie se produit du champ électrique vers le gaz, générant des électrons libres qui entrent en collision avec des molécules et des électrodes. Ensuite, les plasmas froids libèrent de manière contrôlée un flux uniforme de ces particules énergétiques à la surface de la fibre, produisant une surface aux propriétés physiques différentes en raison de cette rapidité de dépôt [37].

I. 5. 2 Traitements chimiques

Les traitements chimiques sont les plus utilisés dans le traitement des fibres naturelles, car ils permettent de réduire la polarité des fibres pour les rendre moins hydrophiles [36] en modifiant ses propriétés chimiques à travers les réactions acide-base de l'interface, l'énergie de surface et les phénomènes de mouillage [34]. Ces traitements sont généralement basés sur l'utilisation de réactifs contenant des groupes fonctionnels capables de réagir pour former des liaisons chimiques avec les groupes hydroxyles du matériau lignocellulosique formant la structure des fibres naturelles, maintenir ainsi une bonne compatibilité avec la matrice de ciment [38].

En réalisant la compatibilité entre la fibre naturelle et la matrice de béton ou de mortier, selon le cas, l'adhésion à l'interface est améliorée et, par conséquent, des améliorations sont apportées dans la transmission des efforts entre les composants, améliorant ainsi les propriétés physico-mécaniques de l'élément renforcé et sa performance selon sa fonction dans différents types de travaux de génie civil.

I. 5. 2. 1 Traitements alcalins

Les traitements alcalins sont un type de traitement chimique dans lequel les fibres naturelles sont soumises à une solution aqueuse d'une base forte, produisant en elles des gonflements qui changent leur structure, dimension, morphologie et propriétés mécaniques. C'est la méthode chimique la plus économique, simple et facile à mettre en œuvre [38].

La modification la plus importante obtenue lors de l'application de traitements alcalins aux fibres naturelles est la rupture des liaisons hydrogènes dans la structure du réseau, ce qui augmente la rugosité de la surface, en éliminant un pourcentage considérable de lignine, cires et huile qui recouvre la surface externe de la paroi cellulaire de fibre [34].

Comme indiqué ci-dessus, la cellulose est la principale composante structurelle des fibres naturelles et, en conjonction avec la lignine et l'hémicellulose, déterminent dans une large mesure leurs propriétés caractéristiques. Les traitements alcalins permettent d'éliminer l'hémicellulose, qui est sensible à ce type de produits chimiques, ce qui entraîne une réduction de la densité et rigidité de la région inter fibrillaire, de sorte que les fibrilles se réassemblent dans la direction des efforts de tension ; ainsi, lorsque les fibres naturelles sont répandues, cette réacommodation entraîne une meilleure répartition des charges et, donc, forme une meilleure performance à la tension. La lignine, quant à elle, est retirée progressivement, ce qui conduit à ce que la section centrale qui lie les cellules soit plus plastique et homogène par l'élimination des micro-vides [38]. Ainsi, cette réduction de lignine augmente considérablement la liaison chimique et la mécanique des fibres avec les matrices cimentations.

Le traitement alcalin le plus utilisé actuellement pour le traitement des fibres naturelles est la mercerisation, dans lequel les fibres sont exposées à de l'hydroxyde de sodium (NaOH), qui soumet la lignine à une hydrolyse de base, produisant une augmentation significative de la rugosité de la fibre et améliorant ainsi l'adhérence mécanique avec la matrice de ciment [36]. En outre, ce traitement entraîne une diminution de l'angle spiral, c'est-à-dire le plus proche de l'orientation des fibres, ce qui augmente l'orientation moléculaire et augmente le module élastique des fibres [38]. De cette façon, les traitements avec de l'hydroxyde de sodium permettent d'obtenir des matériaux composites plus rigides avec moins de porosité, plus de densité et plus résistants à l'action du milieu extérieur.

Les paramètres les plus importants à considérer dans le processus de mercerisation sont la concentration d'hydroxyde de sodium, le temps de traitement et la température, car une concentration élevée de NaOH peut dépolymériser la cellulose et définit les limites des fibres la fibre excessivement, produisant des effets indésirables dans la résistance des fibres [38].

I. 5. 2. 2 Acétylation

L'acétylation est un type de traitement chimique qui consiste à générer une réaction d'estérification du groupe hydroxyle des fibres naturelles, c'est-à-dire un processus dans lequel un groupe acétyle ($-\text{COCH}_3$) est transféré à un composé, dans ce cas aux fibres, ce qui implique le remplacement du groupe acétyle par un atome d'hydrogène. Ainsi, le remplacement de cet atome d'hydrogène d'un groupe hydroxyle par un groupe acétyle produit un ester spécifique, l'acétate [38]. Ainsi, l'acétylation est une méthode qui permet de modifier les fibres naturelles et de les rendre plus hydrophobes en introduisant un groupe fonctionnel acétyle, ce qui permet de recouvrir les groupes hydroxyles (OH) des fibres, responsables de leur caractère hydrophile [34].

Ce type d'estérification favorise la plastification des fibres cellulosiques de sorte qu'il a été largement utilisé pour stabiliser la paroi cellulaire de la cellulose qui constitue la structure des fibres naturelles végétales, en améliorant sa stabilité dimensionnelle et sa résistance à la dégradation environnementale. En outre, l'acétylation réduit considérablement la nature hygroscopique des fibres naturelles, c'est-à-dire leur capacité à absorber l'humidité du milieu environnant, de sorte qu'elle ne gonflera pas ou ne se contractera pas dans le matériau composite [39]. Ensuite, le principal avantage de l'utilisation de ce type de traitement réside dans le fait qu'il permet de réduire l'absorption de l'humidité et l'épaississement de la fibre, en améliorant l'interface matrice-fibre.

Dans la réaction d'acétylation, les fibres cellulosiques sont d'abord immergées dans de l'acide acétique qui agit comme diluant puis traitées avec de l'anhydride acétique qui se comporte comme un agent acétylant. Cette réaction peut inclure ou non de l'acide sulfurique comme catalyseur [40].

I. 5. 2. 3 Traitements aux silanes

Le silane est un composé chimique utilisé comme agent de liaison pour modifier les propriétés chimiques des fibres naturelles. Les molécules de silane présentent un groupe terminal hydrophobe à l'une de ses extrémités, ce qui leur permet de développer une interaction Van der Waals avec la matrice du composé, et un groupe hydrophile à l'autre extrémité, capable de réagir avec les groupes hydroxyles (OH) des fibres, formant ainsi, un pont entre les fibres et la matrice [36].

Le traitement aux silanes vise à réduire le nombre de groupes hydroxyles présents dans la cellulose des fibres en ajustant leur pH [41]. De cette façon, les agents de couplage de silane peuvent adopter des propriétés hydrophiles à l'interface, particulièrement quand les silanes aminés fonctionnels comme les époxydes. Ce type de traitement permet d'améliorer la

résistance à la traction, le module de traction, la résistance à la déchirure et la durée de vie des fibres, bien qu'il s'avère être un processus avec des coûts considérablement plus élevés [34].

I. 5. 2. 4 Traitements de décomposition thermique

Les traitements de décomposition thermique appliqués aux fibres naturelles permettent de réduire pourcentage de cellulose, lignine et hémicellulose présents. Le processus de décomposition thermique en l'absence d'oxygène des substances lignocellulosiques produit des changements significatifs dans la structure chimique des fibres. Ponctuellement, l'hémicellulose commence ses processus de la décomposition thermique est proche de 180° C, tandis que celle de la cellulose commence à se dégrader vers 240° C et la lignine à 280°C [42]. L'un des traitements thermiques les plus couramment utilisés dans les fibres naturelles sont les traitements à la vapeur dans lesquels les fibres sont soumises à des températures et des pressions élevées pour provoquer une expansion soudaine qui permet de nettoyer les substances présentes à la surface de la fibre, qui produisent un affaiblissement de sa paroi extérieure et, par conséquent, une diminution de son comportement mécanique [43]. De plus, les traitements à la vapeur diminuent l'hygroscopicité des fibres naturelles végétales, favorisant la solubilité de l'hémicellulose et la conversion enzymatique de certains polysaccharides.

I. 6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'étude des fibres naturelles en termes de leur classification et de leurs propriétés physiques, chimiques et mécaniques comme nous avons abordé le traitement des fibres naturelles.

Les fibres naturelles sont de plus en plus demandées dans l'industrie des matériaux composites pour répondre aux préoccupations environnementales mondiales. Les avantages des fibres naturelles, tels que faible densité et biodégradabilité, conduisent à remplacer les fibres synthétiques pour le renforcement des matériaux composites.

CHAPITRE II
MÉTIER À TISSER

II. 1 Introduction

Le métier à tisser est un outil utilisé pour tisser des fils et créer des tissus. Il est utilisé depuis des milliers d'années par les artisans pour fabriquer des textiles de toutes sortes, du simple torchon à des tissus complexes pour des vêtements et des tapisseries. Le principe de base du métier à tisser est relativement simple : des fils sont tendus sur une structure et des fils de chaîne sont passés à travers eux à l'aide d'une navette pour créer des motifs. Au fil du temps, ces métiers à tisser ont évolué en différentes formes et tailles, ce qui a permis aux artisans de créer des designs variés et d'élaborer des techniques plus avancées pour tisser des textiles. Même aujourd'hui, le métier à tisser est utilisé par des artisans du monde entier pour créer des tissus uniques et de haute qualité [44].

Le métier à tisser est un outil important dans l'industrie des matériaux composites. Les composites sont des matériaux qui sont fabriqués en combinant plusieurs matériaux différents pour créer des propriétés améliorées et des performances supérieures. Ces matériaux sont largement utilisés dans l'aérospatiale, l'automobile, l'électronique, la construction et de nombreux autres secteurs d'activité.

En résumé, le métier à tisser est un outil indispensable dans la fabrication de matériaux composites. Il permet la production de pièces résistantes et légères avec des propriétés supérieures à celles de nombreux autres matériaux.

II. 2 Technique de filage

Le filage des fibres naturelles est une technique ancienne qui consiste à transformer des fibres brutes en fils continus. Cette technique est utilisée depuis des milliers d'années pour produire des fils de laine, de coton, de lin et d'autres fibres naturelles. Le filage des fibres naturelles est une étape essentielle dans la fabrication des produits textiles tels que les vêtements, les tapis et les tentures murales. Cependant, cette technique nécessite beaucoup de compétences et de patience car elle peut être assez laborieuse, surtout lorsqu'elle est effectuée manuellement. Heureusement, avec l'avènement des nouvelles technologies, le filage des fibres naturelles peut désormais être automatisé et donner lieu à des techniques plus efficaces et plus rapides.

II. 2. 1 Procédés de fabrication

Le procédé de fabrication utilisé pour obtenir le fil est une autre variable qui peut affecter le comportement mécanique du fil et la structure fibreuse finale. La figure (II.1) montre l'influence du procédé de fabrication sur les propriétés finales du fil [45]. Différents procédés de fabrication sont disponibles, selon la nature de la fibre et le domaine d'application [46 , 47].

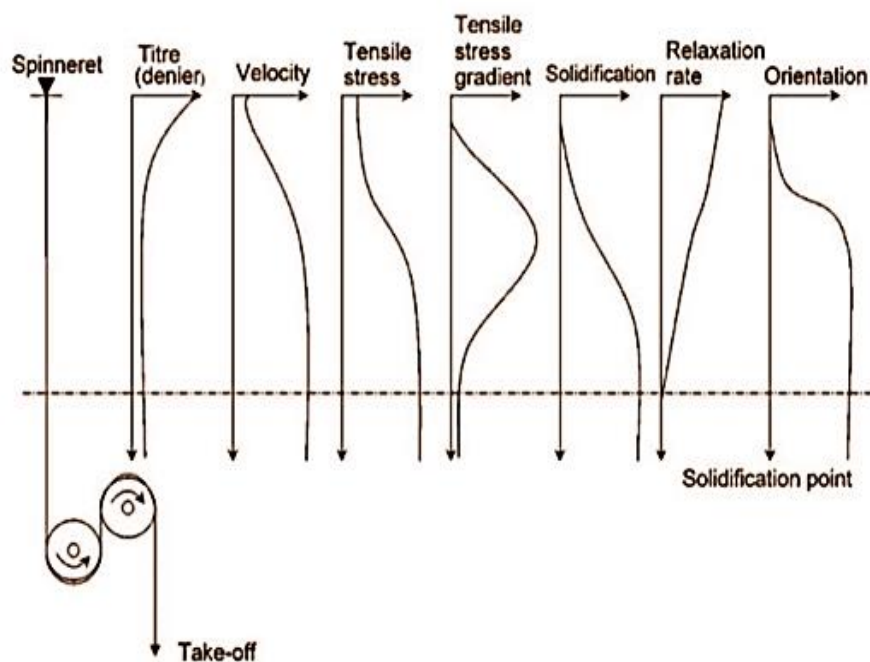


Figure II. 1 Influence de procédé de filage (voie sèche) sur les propriétés du fil [45].

II. 2. 2 Procédé de filature

La filature est un processus industriel utilisé pour transformer des fibres naturelles, comme le coton, la laine ou le lin, en fils utilisables dans la fabrication de tissus. La filature est généralement réalisée dans des usines de textile et implique plusieurs étapes. Voici les principales étapes du processus de filature industriel :

II. 2. 2. 1 Préparation des fibres

Les fibres brutes sont d'abord nettoyées et triées pour éliminer les impuretés, les débris et les fibres indésirables. Elles peuvent être cardées pour aligner les fibres dans une même direction.

II. 2. 2. 2 Cardage

Cette opération permet de démêler et de paralléliser les fibres entre-elle.

II. 2. 2. 3 Peignage

Si nécessaire, les fibres sont ensuite peignées pour aligner les fibres dans un seul sens et éliminer les fibres courtes et les impuretés restantes. Le peignage produit des fibres plus lisses et plus uniformes.

II. 2. 2. 4 Étirage

Les fibres sont étirées pour les rendre plus fines et plus régulières. Cette étape permet d'obtenir des fils plus solides et plus réguliers.

II. 2. 2. 5 Filage

Les fibres étirées sont introduites dans une machine à filer, appelée une filature. La filature comporte plusieurs étapes, notamment l'étirage des fibres à travers des ouvertures

étroites pour former des brins continus et la torsion de ces brins pour former un fil solide. Le fil est ensuite enroulé sur des bobines ou des cônes.

II. 2. 2. 6 Retors (facultatif)

Dans certains cas, les fils simples peuvent être retordus ensemble pour former un fil plus épais et plus résistant. Cela peut être fait en utilisant des machines spéciales appelées retordeuses.

II. 2. 2. 7 Bobinage

Le bobinage est une étape de transformation du fil, généralement effectuée à la fin du filage, et a deux objectifs :

L'objectif économique est de transformer des bobines (masse moyenne 100 g) en bobines de plus grande masse (1-2 kg), plus pratiques et facilitant le transport (Figure II.2).

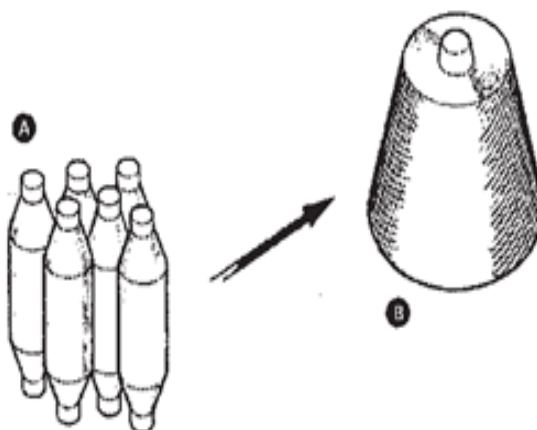


Figure II. 2 A. coups de filature ; B. bobine [48].

L'objectif technique visant à améliorer la qualité du fil en supprimant des défauts spécifiques (Figure II. 3) et en les remplaçant par des nœuds ou des épissures.

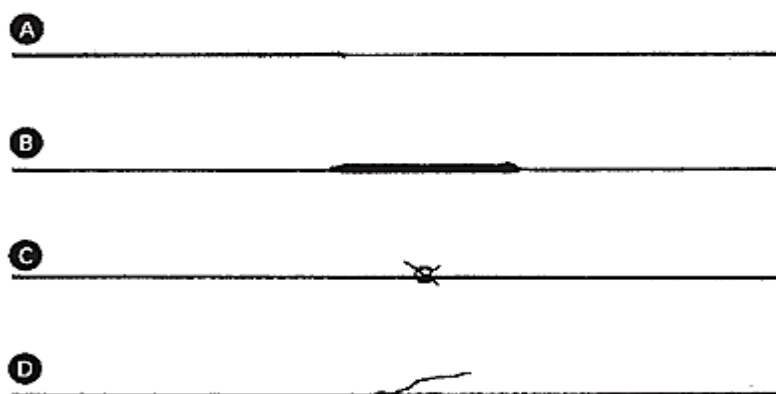


Figure II. 3 A-faiblesse, B-grosueur, C- nœud, D-poil [48].

Notons que le bobinage modifie légèrement l'apparence du fil, en particulier la pilosité.

Le processus de bobinage se compose de trois zones principales [49] :

La zone d'alimentation : elle comprend un mécanisme qui permet le rembobinage manuel ou automatique du coupe-ficelle et le remplacement du coupe-ficelle vide.

Zone de manipulation et de contrôle du fil : Elle comprend les mécanismes et organes (guidage ou anti-ballon, tendeur, paraffineur, rattacheur, épurateur ou détecteur des défauts) nécessaires au bobinage continu et à la production de bobines de haute qualité. Ce que vous voulez Fonctionnalités.

Zone de réception du fil : Contient un mécanisme qui permet à la bobine de s'enrouler selon le schéma d'enroulement souhaité (parallèle ou croisé) et d'arrêter la machine en fonction du diamètre de la bobine et de la longueur du fil enroulé.

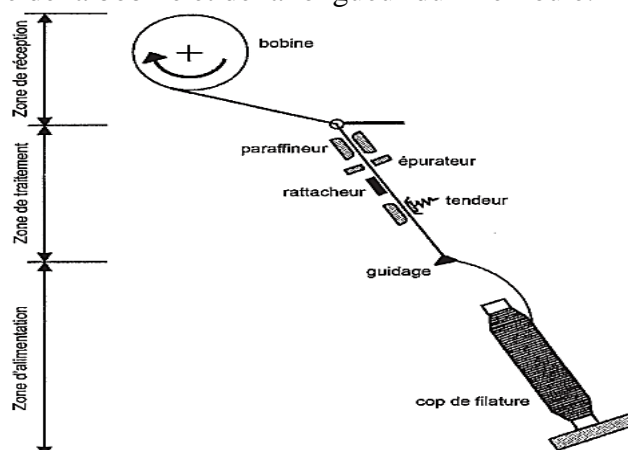


Figure II. 4 Schéma du processus de bobinage [50].

II. 2. 2. 8 Contrôle de la qualité

Tout au long du processus de filature, des contrôles de qualité sont effectués pour s'assurer que les fils produits sont uniformes en termes de densité, de résistance et de régularité.

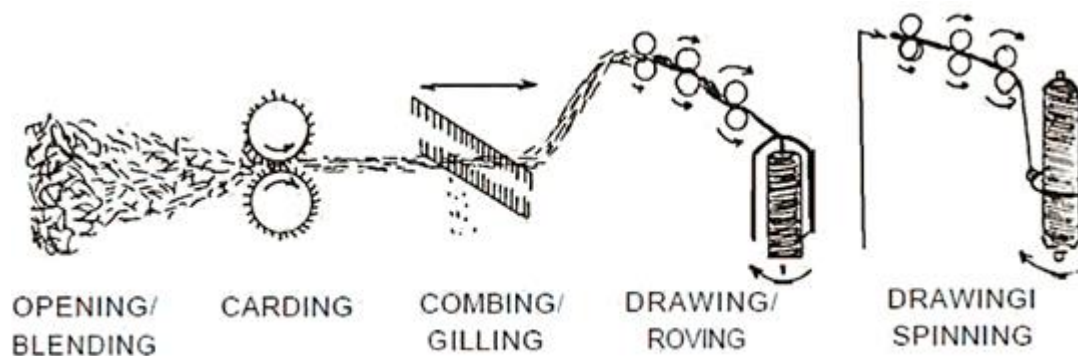


Figure II.5 Procédé de filature [47].

Une fois que les fils sont produits, ils peuvent être utilisés dans différentes applications textiles, notamment dans la fabrication de vêtements, de linge de maison, de tapis, etc.

Observation

Il convient de noter que la filature industrielle diffère du filage à la main en termes d'échelle, de technologie et de précision. La filature industrielle permet de produire des quantités massives de fils de manière rapide et efficace, tandis que le filage à la main est une technique plus artisanale utilisée pour des projets plus petits et pour des fins artistiques.

II. 3 Techniques de tissage

II. 3. 1 Définition

Le tissu est une étoffe formée par l'entrecroisement perpendiculaire de deux ensembles de fils (Figure II. 6) : cet entrecroisement est réalisé au cours du tissage sur métier ou machine à tisser. Ces ensembles de fils sont :

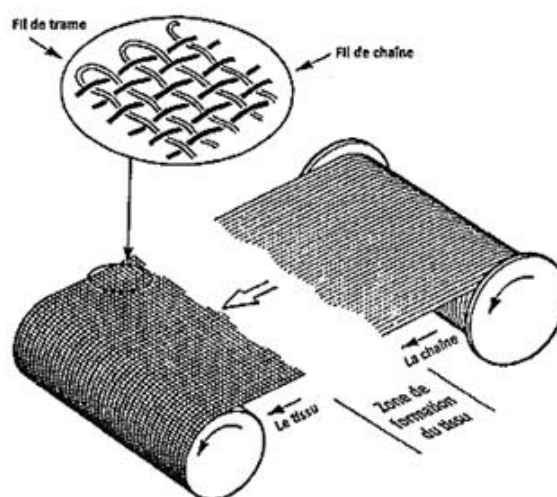


Figure II. 6 Fils de chaîne et de trame [48].

-La chaîne dans le sens longitudinal (sens de la pièce de tissu) : c'est une nappe de fils parallèles entre eux et séparés l'un de l'autre.

-La trame dans le sens transversal : c'est un fil continu.

Pour effectuer cet entrecroisement entre les fils de chaîne et le fil de trame il est nécessaire de :

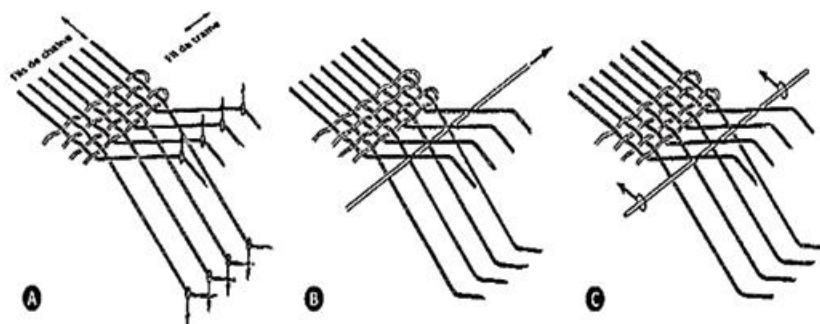


Figure II. 7 Principe du tissage [48].

A) Séparer l'ensemble de fils de chaîne en deux nappes (Figure II. 7. A) :

-La nappe supérieure contient tous les fils qui devront se trouver au-dessus du fil de trame (la duite). Ils formeront les pris.

-La nappe inférieure contient tous les fils qui devront se trouver au-dessous de la duite. Ils formeront les laissés.

B) Insérer le fil de trame entre les deux nappes séparées (Figure II. 7. B).

C) Repousser la duite contre le tissu déjà formé pour la positionner dans le tissu (Figure II. 7. C).

II. 3. 2 Principe de la machine à tisser

Pour assurer les fonctions technologiques nécessaires au tissage, la machine doit donc pouvoir :

Maintenir la chaîne et le tissu à une tension régulière afin de permettre l'insertion correcte de la trame.

Séparer les fils de chaîne selon l'ordre d'entrecroisement de la chaîne et de la trame.

Insérer la trame sur toute la largeur des fils de chaîne.

Pousser la trame contre le tissu.

Faire avancer régulièrement le tissu.

Afin de mieux comprendre le principe de la machine à tisser et le rôle de chacun de ses mécanismes, on va expliquer les différentes parties d'une machine à tisser (Figure II. 8) :

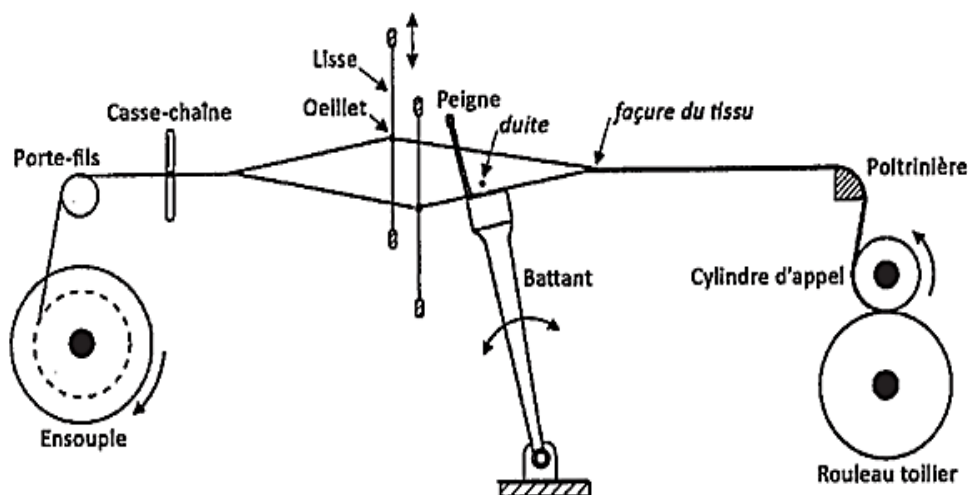


Figure II. 8 Principe de la machine à tisser [50].

La nappe des fils de chaîne est stockée sur l'ensouple, le dérouleur automatique fait tourner l'ensouple selon l'appel de chaîne en maintenant la tension à une valeur moyenne constante. Le porte-fils permet de dévier la nappe et la maintenir dans un plan bien déterminé. Chaque fils de la nappe est [50] :

- passé dans un système casse-chaîne qui est chargé d'arrêter la machine lors de la rupture l'un des fils de chaîne.

- enfilé dans l'œillet d'une lisse. Les lisses sont commandées soit par une mécanique d'armure fondamentale (cames), soit par une ratière, ou par une mécanique jacquard. Le mouvement des lames permet de séparer la nappe.

- passé dans l'une des dents du peigne qui est monté sur le battant. Le mouvement de va-et-vient du battant permet à l'aide du peigne de frapper contre le tissu la duite qui vient d'être déposée.

La poitrinière est chargée de ramener le tissu dans un plan vertical. Le cylindre d'appel qui en tournant provoque l'avance régulière du tissu. La valeur de cette avance est réglable et est donnée par le régulateur de duitage qui a pour rôle de déterminer le nombre de duites par centimètre. Le rouleau toilier sert de magasin de tissu.

Selon de type de la machine à tisser le système d'insertion de trame peut varier, ce système permet de poser le fil de trame dans l'espace formé entre le peigne et les deux nappes séparées (la foule). Le casse-trame est chargé d'arrêter la machine en cas de rupture de trame.

Malgré les différents mécanismes qu'on peut trouver sur une machine à tisser moderne, on peut constater qu'il y a cinq mécanismes qui sont essentiels à la réalisation du tissage :

Dérouleur de chaîne

Formation de la foule

Insertion de tram

Mouvement du peigne

Enrouleur du tissu

Généralement, tous ces mécanismes sont entraînés par le seul moteur de la machine à tisser afin qu'ils soient synchronisés entre eux [49].

II. 3. 3 Armure

C'est l'ordre de l'entrecroisement de la chaîne et de la trame. Cet ordre est défini par la disposition des pris et des laissés.

L'armure est généralement présentée par un dessin dans lequel les colonnes verticales présentent les fils de chaîne et les rangées horizontales présentent les duites. Les colonnes sont numérotées de bas en haut et les lignes sont numérotées de gauche à droite. Chaque carré du dessin représente l'intersection des fils de chaîne et de trame. Une tuile est pleine si la chaîne est au-dessus de la trame. Sinon, la tuile reste vide si la chaîne est en dessous de la trame.

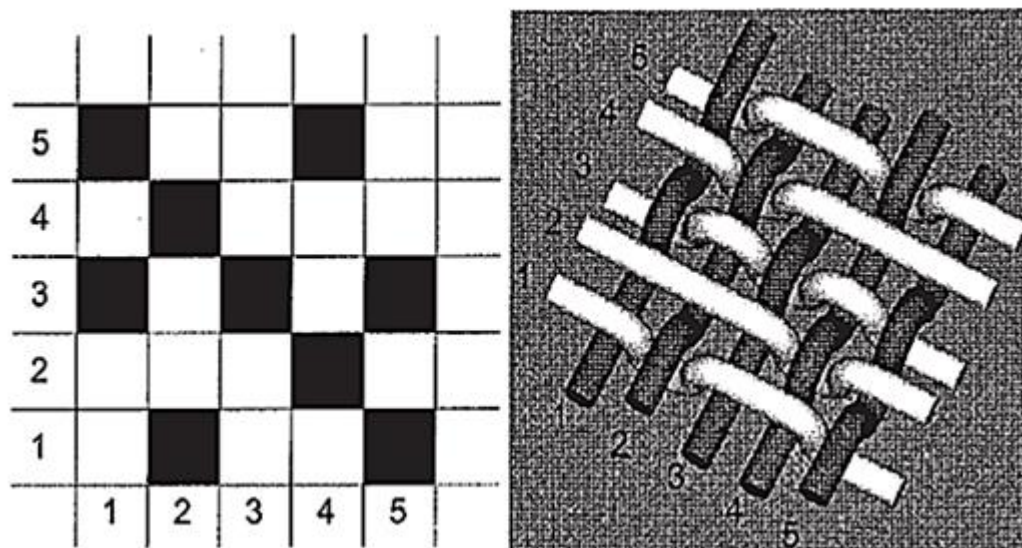


Figure II. 9 Armure de rapport de 5.

Une armure est définie par le nombre minimum de chaînes (rapport de chaîne) et de trames (rapport de trame). Cela représente le temps nécessaire à la structure du tissu pour se répéter. L'armure est donc le plus petit dessin suffisant pour identifier la structure du tissu. Le taux d'armure R est défini par le taux de chaîne et le taux de trame.

Cependant, dans les tissus complexes ou tridimensionnels, il est plus logique de montrer la structure du tissu en créant des sections dans le tissu pour délimiter les fils de chaîne et de trame. La figure II.10 montre une coupe transversale d'un composite multicouche (3 couches).



Figure II. 10 armures complexes [50].

Le nombre de façons dont différents tissages peuvent être développés est presque illimité, ce qui rend les tissus adaptés à un large éventail d'utilisations. Ces possibilités ne sont limitées que par l'imagination du concepteur. C'est un avantage clé que les technologies Web peuvent offrir.

II. 3. 3. 1 Armures fondamentales

Il n'y a pas de restrictions sur le tissage, mais il existe trois tissages de base qui sont l'armure toile, l'amure sergé et l'amure satin. Ce sont les tacs les plus couramment utilisés et ils ont des aspects et des propriétés mécaniques différents. La plupart des autres armures sont dérivées de ces trois armures.

Toile :

C'est le tissu le plus petit, le plus ancien et le plus couramment utilisé, dans laquelle les fils impairs évoluent ensemble et les pairs ensemble, et il y a une évolution après chaque trame.

Ayant une forte concentration d'entrecroisement entre les fils, cette armure est la plus solide et elle résiste le mieux à l'abrasion en raison d'avoir de fils ondulés courts (flottés courts) [51]. Mécaniquement, c'est le tissage le plus difficile à tisser, car tous les fils de chaîne doivent changer de sens à chaque duite.

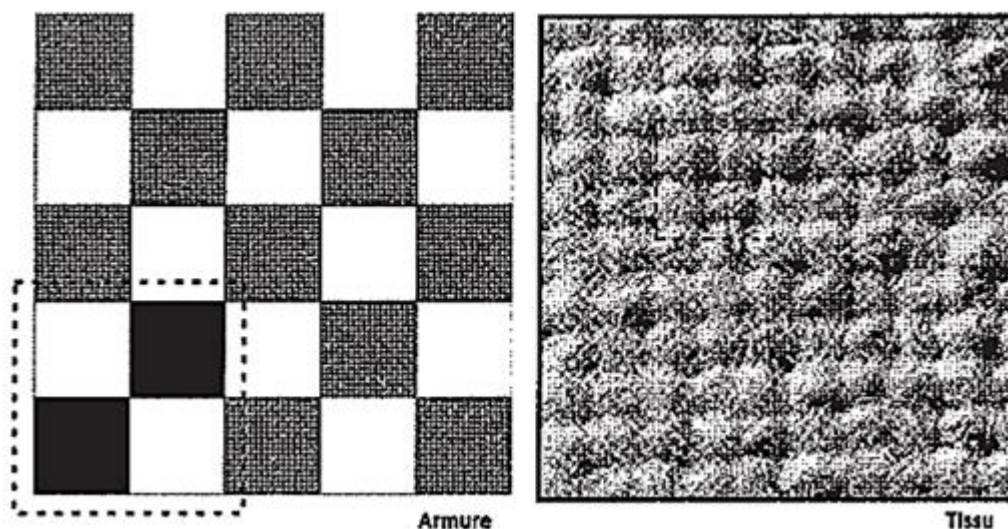


Figure II. 11 l'armure toile, l'image de tissu et prise [52].

Sergé :

Le sergé est obtenu en soulevant des fils dans un ordre précis à chaque fois à l'aide d'une pioche. Pour assurer le liage des fils de chaîne et de trame, il y a, à chaque duite, un décochement d'un fil, de sorte qu'il y a également, sur chaque fil de chaîne, une trame prise et plusieurs laissées [51]. Le décochement se fait en décalant des pris ou des laissés en passant d'un fil de chaîne au suivant ou d'une duite à la suivante. Ce qui donne à cette armure un aspect de côtés saillantes séparées par des sillons obliques ; si la réduction est la même pour la chaîne comme pour la trame, ces sillons sont à 45° . D'une part, les côtés obliques sont en fils de chaîne (effet chaîne), d'autre part les nervures sont inclinées en sens inverse et en fils de trame (effet trame).

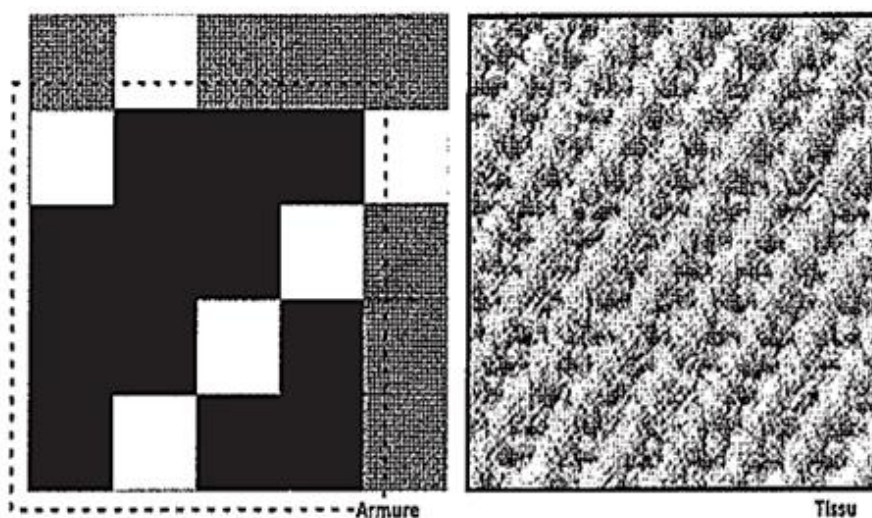


Figure II. 12 Armure sergé 4 effet chaîne, l'image de tissu et prise [52].

Le sergé se caractérise par son rapport de tissage, son effet et sa direction de côtes. Le rapport est rarement supérieur à 5 pour le sergé à armure toile. Si le rapport est trop élevé, la liaison sera mauvaise et le tissu sera trop faible. La tenue du sergé à la couture est moins bonne que celle de la toile mais le sergé est plus souple.

Satin :

Le satin est un tissu à la surface plus ou moins brillante et souple, selon la matière utilisée. Il est constitué de fils de chaîne ou de trame plus ou moins longs sans points de jonction apparents. Un satin est en fait un sergé dans lequel on a changé l'ordre des duites pour rompre l'alignement des points de liage, supprimer l'effet de rayure de cet alignement et laisser la prépondérance à l'effet de flotté.

Le satin est obtenu en appliquant la méthode de décochement en chaîne de valeur d : partant d'un point de liage (généralement un laissé) existant, on place le point de liage suivant sur le fil immédiatement à droite et sur la duite placée à d rangs plus haut. Une autre méthode de décochement en trame peut être appliquée [53]. Le satin peut être référencé par le taux de tissage, les valeurs d'impact et de renversement.

Pour qu'un satin régulier soit tissable, il faut que le décochement n'ait pas de diviseur commun avec le rapport d'armure R et qu'il ne soit pas ni 1 ni $R-1$ (obtention de sergé).

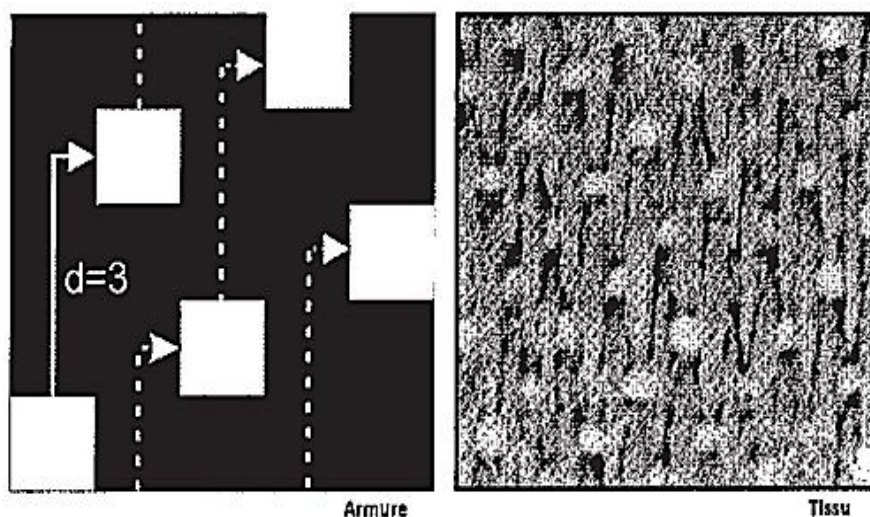


Figure II. 13 Armure satin 5 effet chaîne $d=3$ [52].

Ce sont généralement différentes armures de base dans la technique de tissage et il y a d'autres armures comme : Les armures dérivées ou composées, Les armures complexes...etc.

II. 3. 4 La préparation au tissage :

La préparation du tissage a pour tâche de façonner le matériau textile pour le tissage, d'améliorer la qualité du produit final et de réduire la casse du métier à tisser pour augmenter l'efficacité du tissage. Si un fil de métier à tisser se casse pendant les travaux préparatoires, les coûts de réparation sont nettement plus élevés.

II. 3. 4. 1 Préparation chaîne :

La préparation de la chaîne pour le tissage consiste à préparer les fils qui seront utilisés pour créer le tissu. Cette étape comprend plusieurs processus tels que le choix des fils, leur coupe à la longueur voulue, le démêlage, l'enfilage sur le métier à tisser, ainsi que le réglage de la tension et du serrage des fils pour assurer une bonne qualité de tissage. Ces étapes peuvent varier selon le type de tissu et le type de métier utilisé.

II. 3. 4. 2 Préparation trame :

La préparation de la trame pour le tissage comprend plusieurs étapes :

Tout d'abord, il faut choisir le fil de trame approprié pour le projet de tissage. Le fil de trame doit être suffisamment solide pour résister à la tension de tissage.

Ensuite, le fil de trame est enroulé autour de la navette ou de la canette pour former une bobine de trame.

La tension de la bobine de trame doit être ajustée correctement pour éviter les erreurs de tension pendant le tissage.

Le fil de trame est ensuite placé sur le métier à tisser, en passant par les peignes de trame jusqu'à ce qu'il soit tendu sur toute la largeur du tissu.

Après avoir tissé une partie du tissu, il est préférable de remplacer la bobine de trame pour éviter les erreurs de tension et obtenir une meilleure qualité de tissu.

Enfin, une fois le tissage terminé, les fils de trame sont coupés et noués de manière appropriée pour assurer une finition propre et soignée.

II. 3. 4. 3 Ourdissage :

L'ourdissage est une étape importante dans la préparation du métier à tisser avant le tissage. Elle consiste à enrouler les fils de chaîne sur une grosse bobine appelée "ourdissage".

Voici les étapes à suivre pour préparer l'ourdissage :

Préparation des fils de chaîne : les fils de chaîne doivent être triés, débarrassés des impuretés et du surplus de graisse, lavés et séchés.

Assemblage des fils de chaîne : les fils doivent être assemblés en les nouant ensemble à une extrémité, afin de constituer une chaîne continue de la longueur souhaitée pour le tissage.

Installation de l'ourdissage : l'ourdissage est installé sur le métier à tisser.

Enroulement des fils de chaîne sur l'ourdissage : les fils de chaîne sont enroulés sur l'ourdissage en obéissant à une séquence précise, appelée "plan d'ourdissage".

Le plan d'ourdissage détermine l'ordre dans lequel les fils de chaîne seront tendus sur le métier à tisser.

Tension des fils de chaîne : les fils de chaîne sont ensuite tendus sur le métier à tisser, grâce à des dispositifs appelés "lisses".

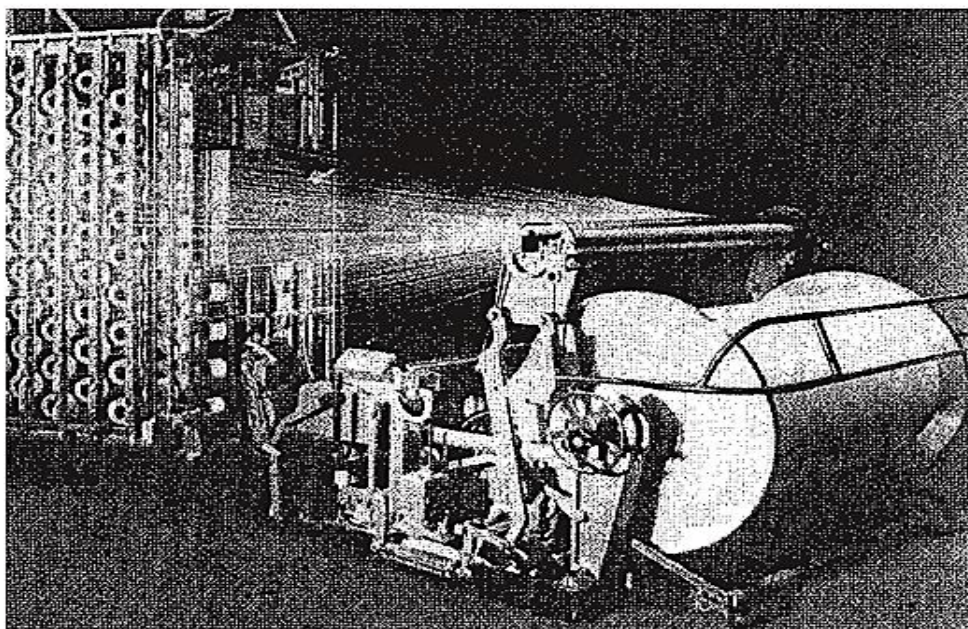


Figure II. 14 Ourdissoir [52].

II. 3. 4. 4 Encollage :

L'encollage dans le tissage consiste à appliquer une colle sur les fils de chaîne pour renforcer leur résistance et éviter qu'ils ne cassent ou ne s'effilochent pendant le tissage. Pour cela, l'encolleuse (Figure II.15) est constituée généralement des parties suivantes : le cantre supportant les ensouples, la bache à colle, le séchoir, la table de séparation des fils, et la tête d'ensouple.

L'encollage doit aussi être éliminé facilement, après le tissage, lors des opérations de préparation à la teinture ou de délavage.

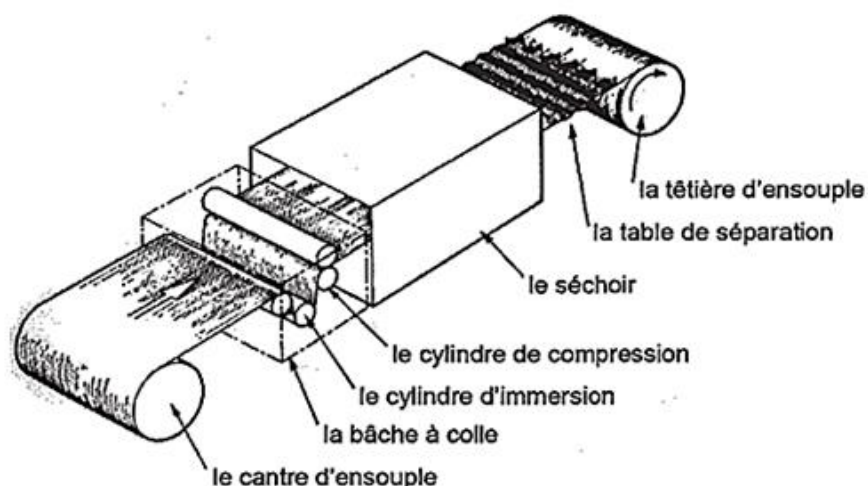


Figure II. 15 Schéma du processus d'encollage [48].

II. 3. 4. 5 Rentrage et le nouage :

Le rentrage s'effectue après le montage d'une ensouple sur la machine à tisser ou à l'extérieur du métier à tisser au moyen de dispositifs spéciaux. Son but est de rentrer les fils de chaîne un par un dans les lamelles de casse chaîne, puis de les enfiler dans les lisses des lames du dispositif de formation de foule et par la suite dans les dents du peigne.

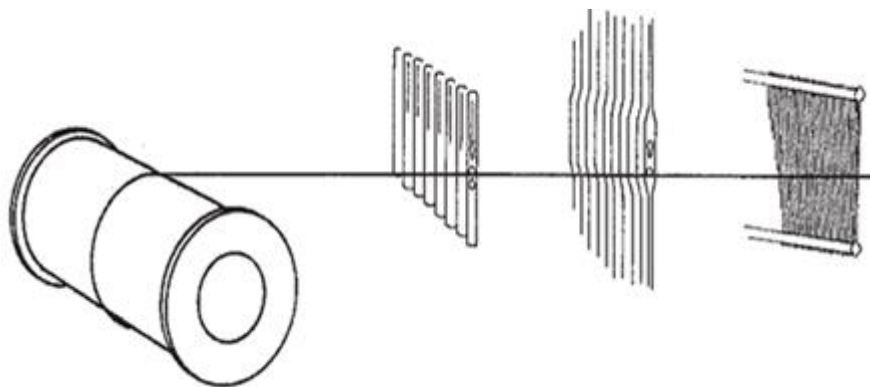


Figure II. 16 Schéma du processus de rentrage [50].

Le rentrage se fait soit de façon manuelle (généralement à deux personnes), soit par des machines de rentrage automatiques. Il s'agit d'une opération longue et coûteuse. Lorsque l'on prévoit d'alimenter la machine à tisser par une chaîne identique à celle qui vient de se terminer, les fils de la nouvelle ensouple sont noués aux fils anciens correspondants. L'opération de nouage est beaucoup plus rapide que le rentrage. En effet, il n'est plus nécessaire de rentrer les fils dans les lamelles, les lisses et le peigne [49].

II. 4 Conclusion

En conclusion, les techniques de filage et de tissage sont des arts anciens qui continuent d'être pratiqués et appréciés aujourd'hui. Elles sont à la fois des processus artisanaux et industriels, jouant un rôle essentiel dans la création de textiles fonctionnels et esthétiques. Ces techniques témoignent de l'ingéniosité humaine et de notre capacité à transformer des matières premières en produits utiles et créatifs.

CHAPITRE III
CONCEPTION DES DISPOSITIFS DE
FILAGE ET DE TISSAGE

III. 1 Introduction

Comme le filage et le tissage sont des procédés de base dans la technologie textile, nous devons aborder dans notre chapitre la conception de deux dispositifs : Le premier dispositif de filage, le deuxième dispositif de tissage et ce en 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.

III. 2 Conception assistée par ordinateur (CAO)

La conception assistée par ordinateur, communément appelée CAO, est une méthode de création et de modification de dessins techniques assistée par ordinateur. Elle permet aux ingénieurs, aux architectes et autres concepteurs de visualiser et de concevoir des produits, des bâtiments ou des systèmes dans un environnement virtuel en 3D. La CAO permet également d'optimiser la conception en permettant de tester et d'analyser différentes configurations avant de les mettre en production. Cette technologie permet ainsi d'augmenter l'efficacité, la précision et la productivité du processus de conception et de réduire le temps nécessaire à la mise sur le marché des produits. 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 : SolidWorks est un logiciel propriétaire de conception assistée par ordinateur 3D fonctionnant sous Windows (Figure III.1). Créé en 1993 par l'éditeur américain éponyme, SolidWorks est racheté le 24 juin 1997 par la société Dassault Systèmes3. SolidWorks est devenu un logiciel de référence dans l'industrie grâce à son interface utilisateur intuitive, sa rapidité de conception, son efficacité et sa capacité à générer des fichiers CAO standard tels que DWG, DXF et STEP.



Figure III. 1 Logo SOLIDWORKS [16].

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 composants du système de filage

Parmi les pièces clés, on retrouve notamment :

- Moteur de machine à coudre (M1).
- DC moteur de ventilateur (M2).
- Bobine perforée.
- Réducteur.
- Axes de forme cylindrique.
- 02 courroies.
- 04 Poulies.
- 02 Tôles de fonte ductile (forme L).
- Roulements.
- Fil.
- Fibres naturelles.
- Support de forme (T)
- Mécanisme d'enroulement et de tordage.
- Mécanisme de bielle-manivelle.

- Vis de fixation.
- Table en bois.

III. 3. 2 Présentation du système de filage

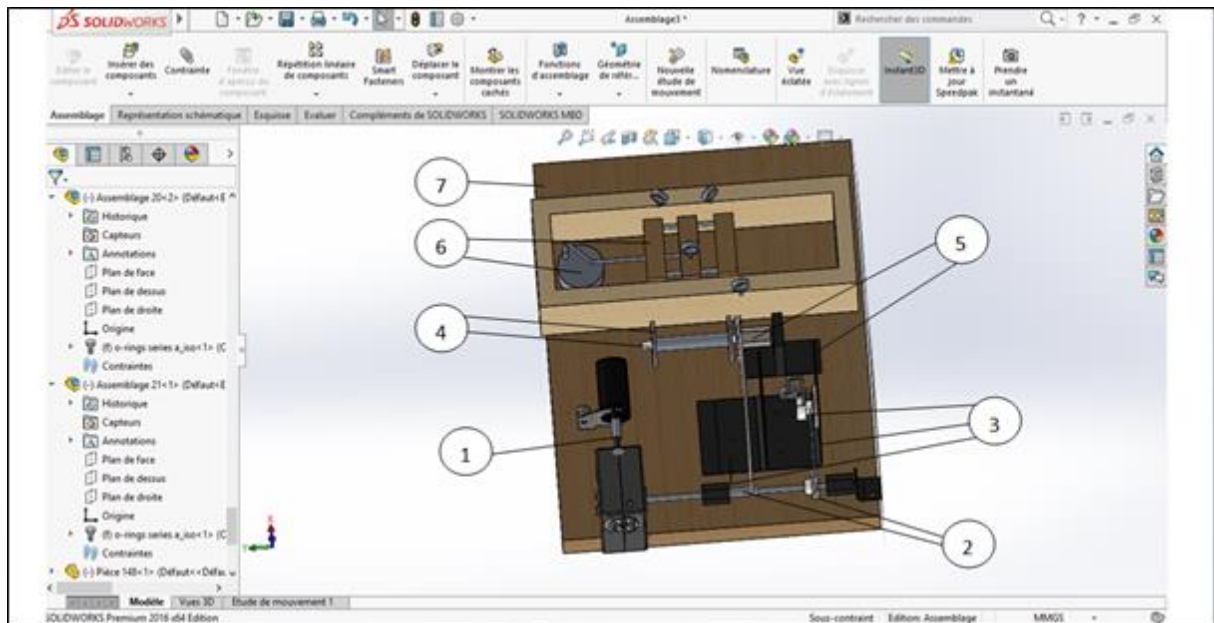
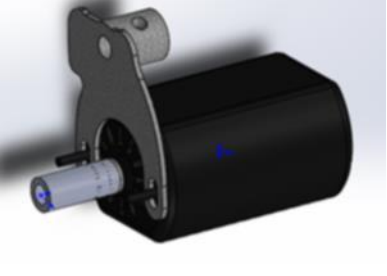

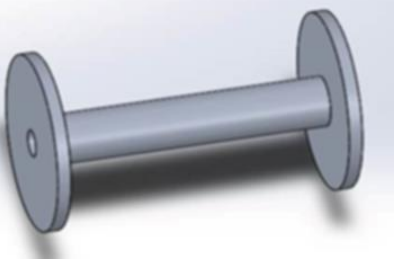
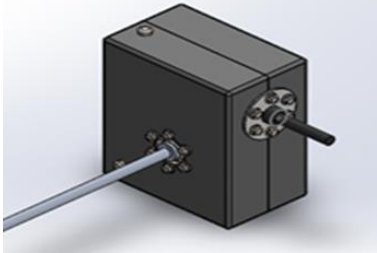
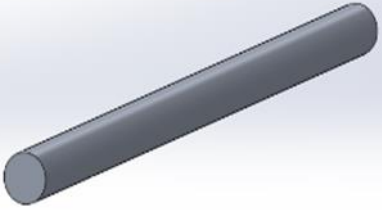





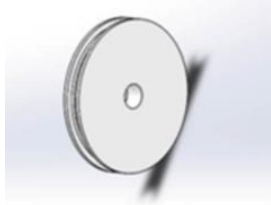
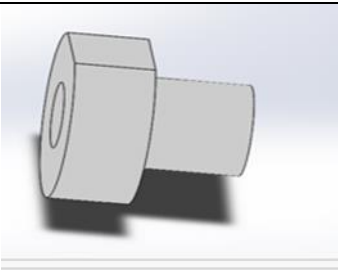

Figure III. 2 Présentation du dispositif de filage en 3D sous SolidWorks.


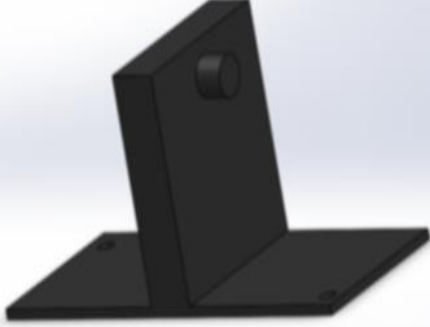
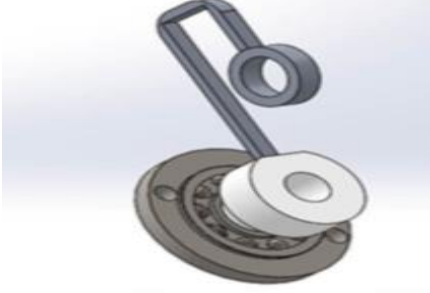
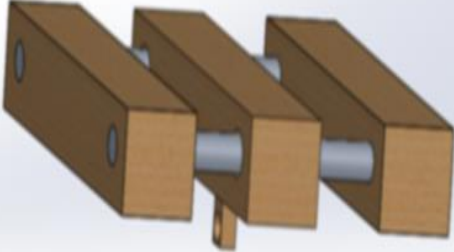

La majorité des éléments présentés dans la Figure III.2 sont des assemblages de :

1. Moteur de machine à coudre (M1) + Réducteur.
2. Assemblage (1) + Poulie (a) + Poulie (b).
3. Tôle de fonte ductile (forme 1) + Tôle de fonte ductile (forme 1) + mécanisme de tordage et filage
4. Bobine perforée + Axes de forme cylindrique+ poulie (c)
5. Assemblage (4) + Support de forme(T)
6. DC moteur de ventilateur (M2) + Axes de forme cylindrique+ mécanisme de bielle-manivelle Table en bois

Tableau III. 1 Rôles des entités (filage)

Nom des entités	N°	Rôle	Figure
Moteur de machine à coudre (M1)	1	Convertit l'énergie électrique en énergie cinétique pour alimenter le système	
DC moteur de ventilateur (M2)	2	Il déplace le bras connecté à le mécanisme de vas et vient	
Bobine perforé	3	Tourner pour enrouler le fil	
Réducteur	4	Réduit la vitesse	
Axes de forme cylindrique	5	Transmission du mouvement	

courroie	6	Relie entre deux poulies	
Poulie (a)	7 (a)		
Poulie (b)	7 (b)	Reliées à l'axe de rotation et permettent de transférer le mouvement rotatif	
Poulie (c)	7 (c)		
Poulie (d)	7 (d)		
Tôle en fonte ductile (forme L)	8	Support	

<p>Tôle en fonte ductile (forme L)</p>	<p>9</p>	<p>Support</p>	
<p>Support en forme(T)</p>	<p>10</p>	<p>Support pour l'installation de la bobine</p>	
<p>Mécanisme de tordage et filage</p>	<p>11</p>	<p>Il tourne et serre la fibre en même temps</p>	
<p>Mécanisme de bielle-manivelle</p>	<p>12</p>	<p>Il distribue régulièrement le fil sur la bobine</p>	
<p>Table en bois</p>	<p>13</p>	<p>Pour l'installation des pièces</p>	

III. 3. 3 Présentation des différents composants du système de filage en 3D sous-SolidWorks

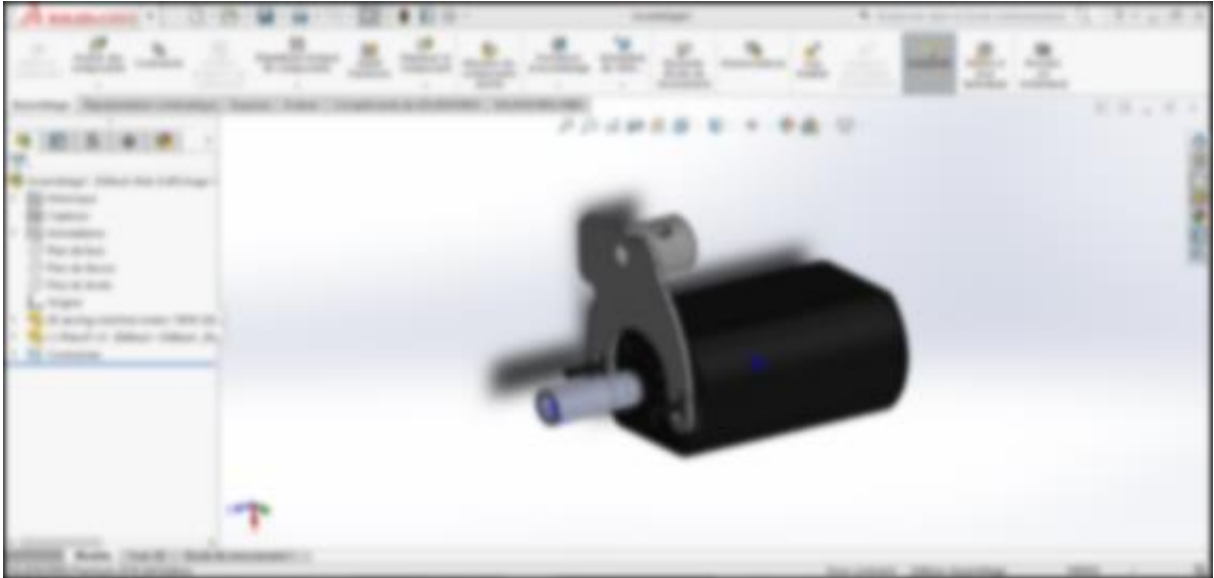


Figure III. 3 Moteur de machine à coudre (M1) en 3D sous-SolidWorks.

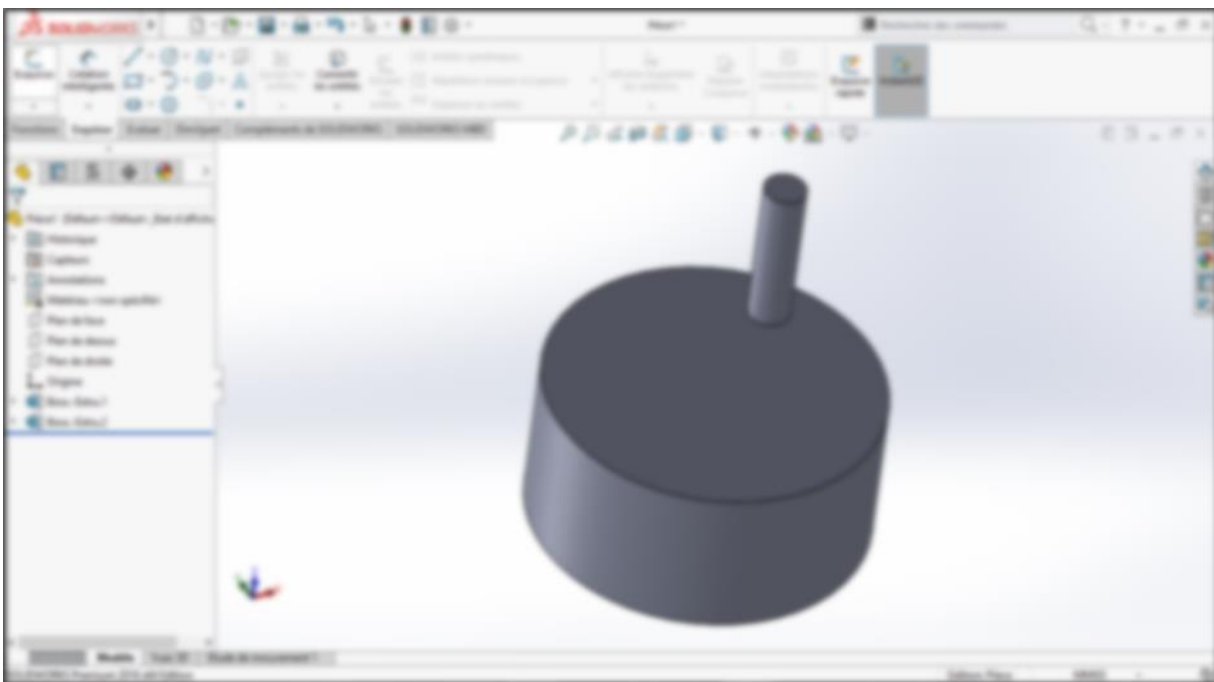


Figure III. 4 DC moteur de ventilateur (M2) en 3D sous-SolidWorks.

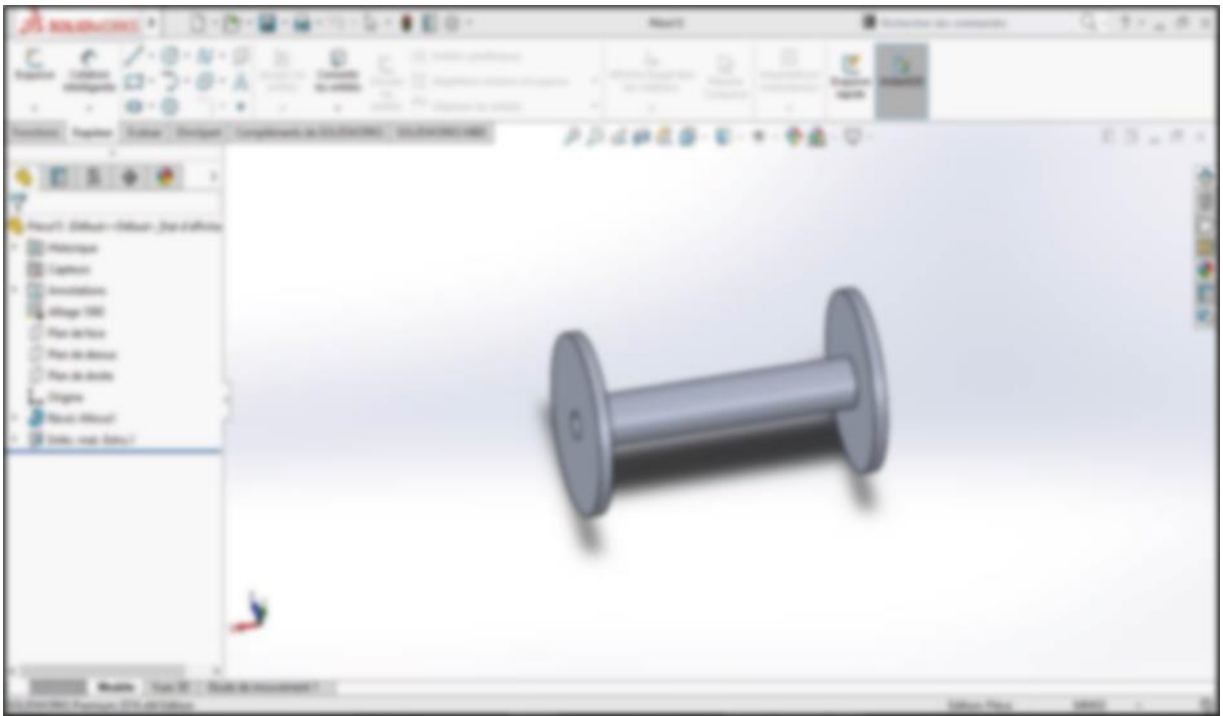


Figure III. 5 Bobine perforé en 3D sous-SolidWorks.

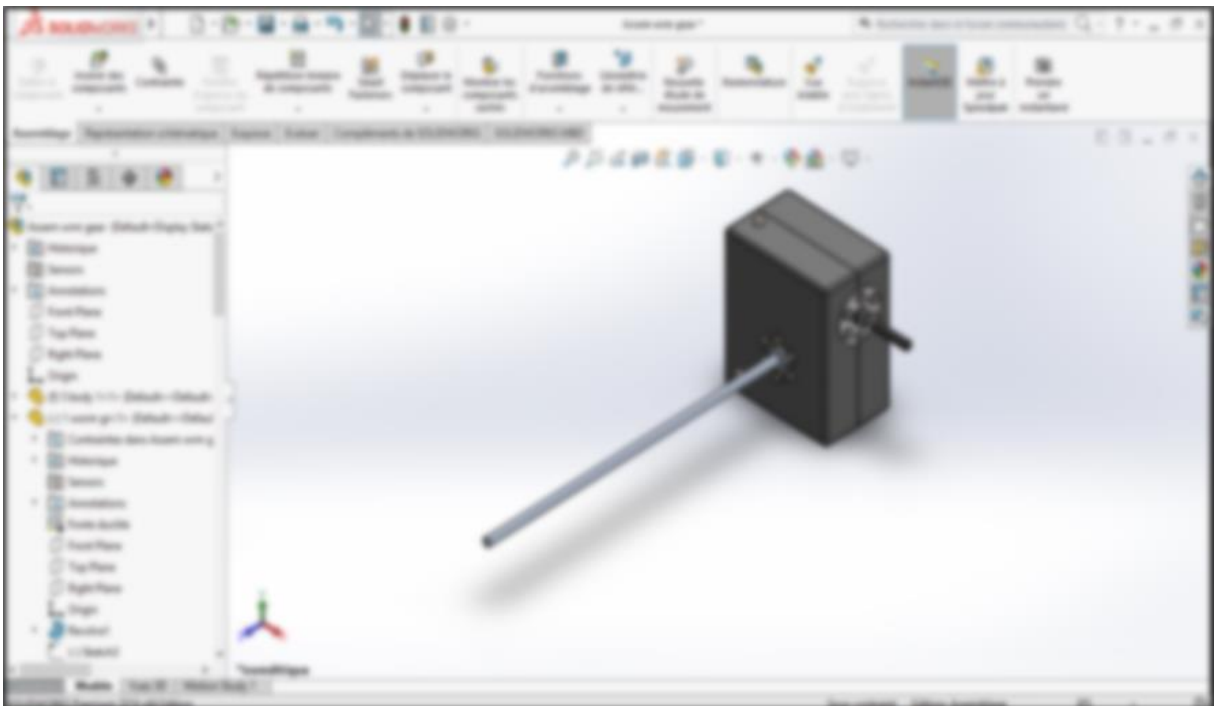


Figure III. 6 réducteurs + axe en 3D sous SolidWorks.

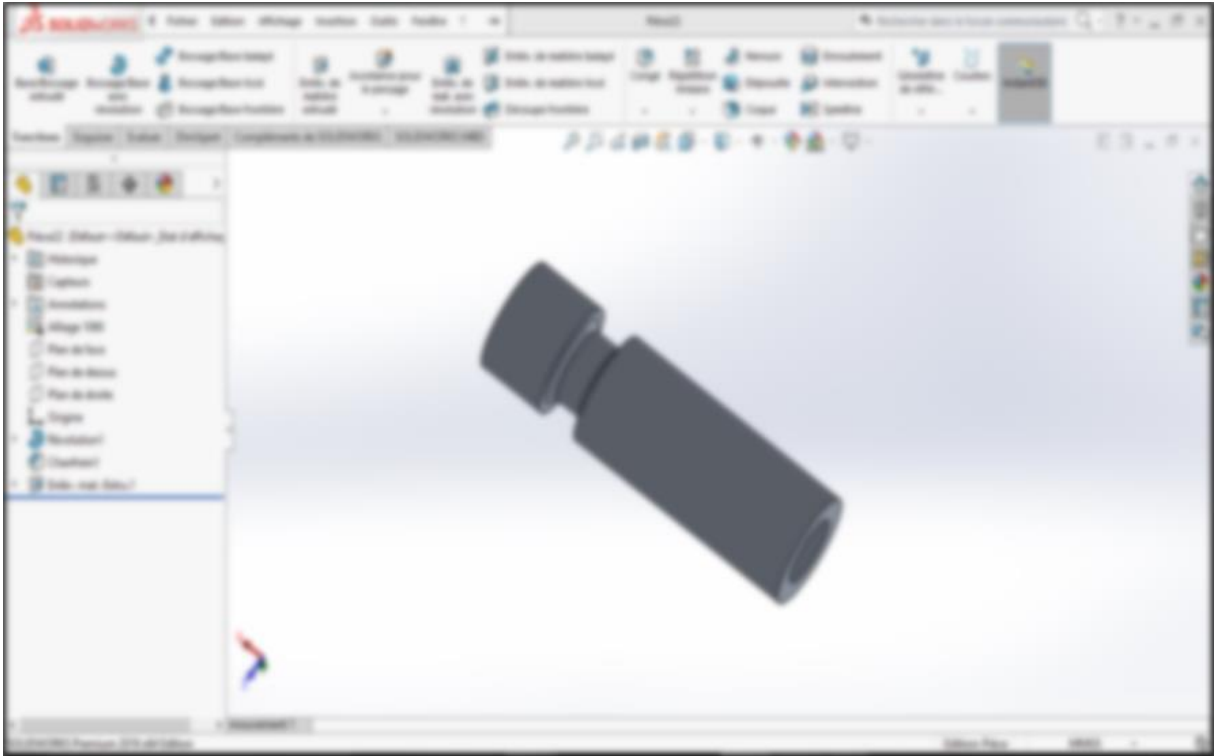


Figure III. 7 Poulie (a) en 3D sous SolidWorks.

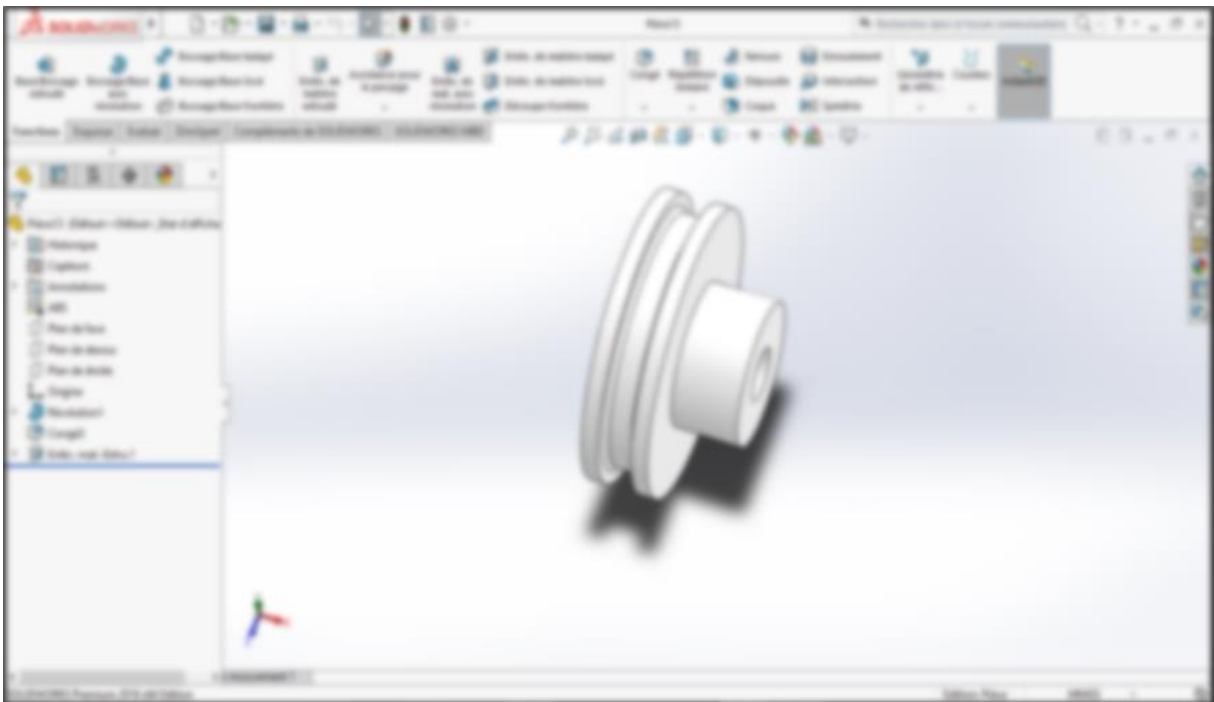


Figure III. 8 Poulie(b) en 3D sous SolidWorks.

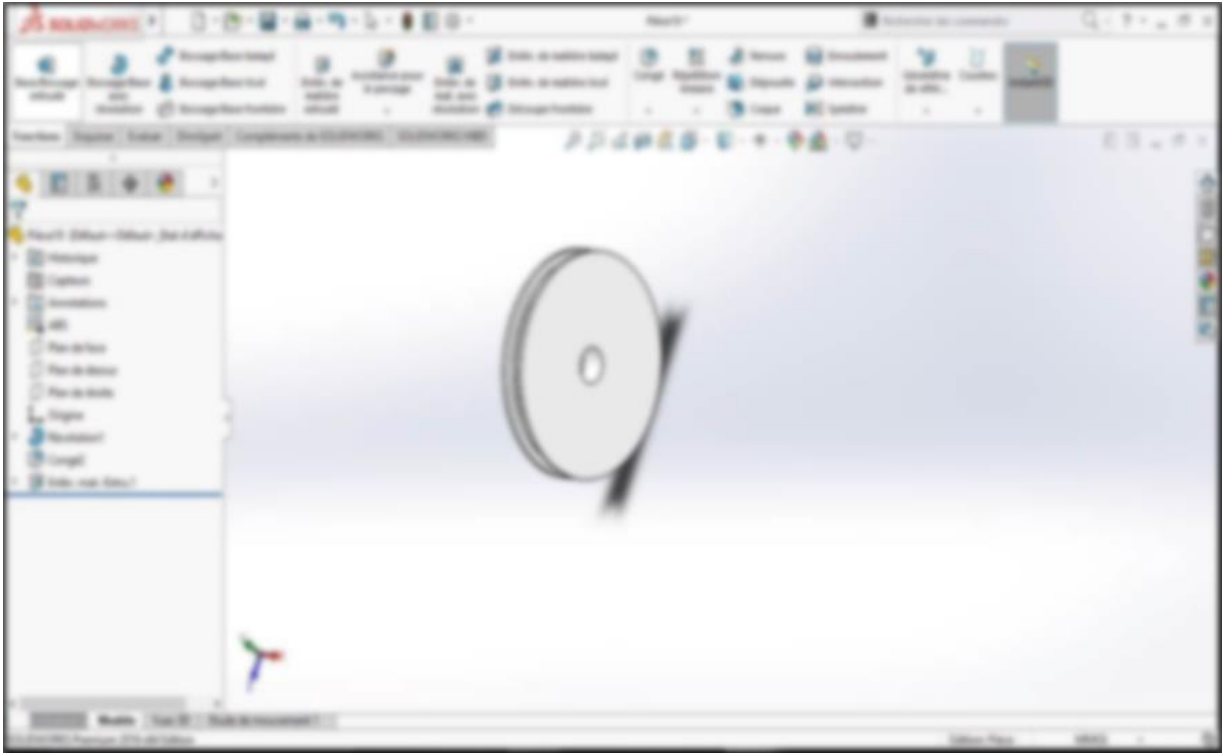


Figure III. 9 Poulie (C) en 3D sous-SolidWorks.

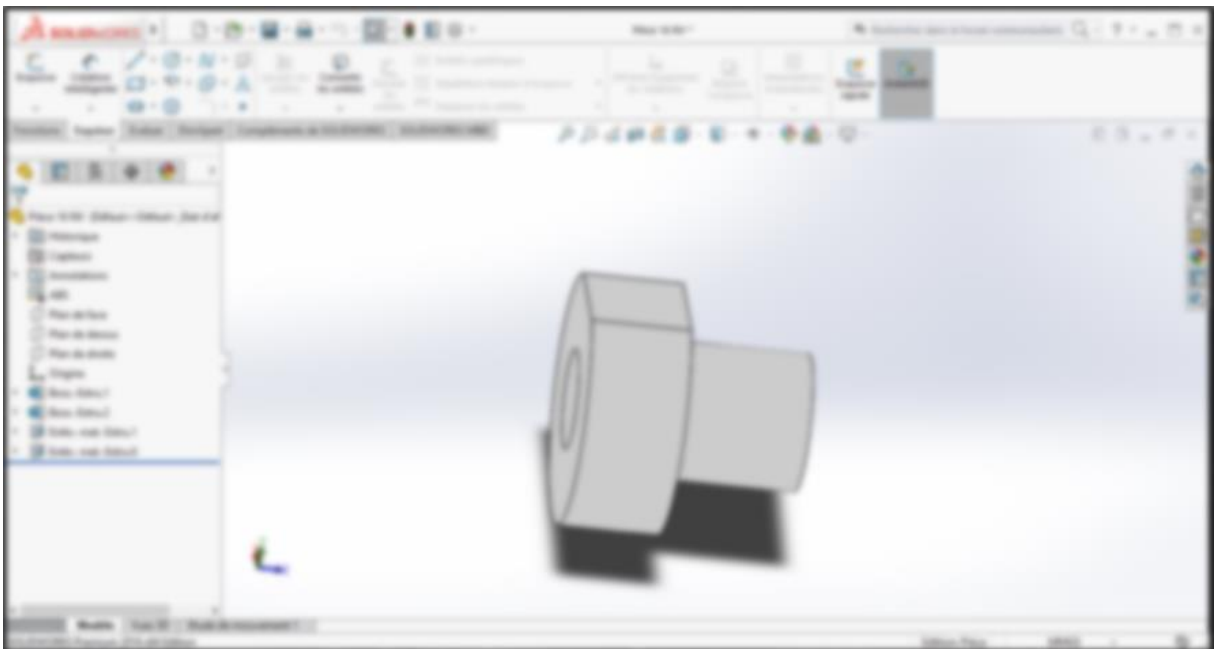


Figure III. 10 Poulie (d) en 3D sous-SolidWorks

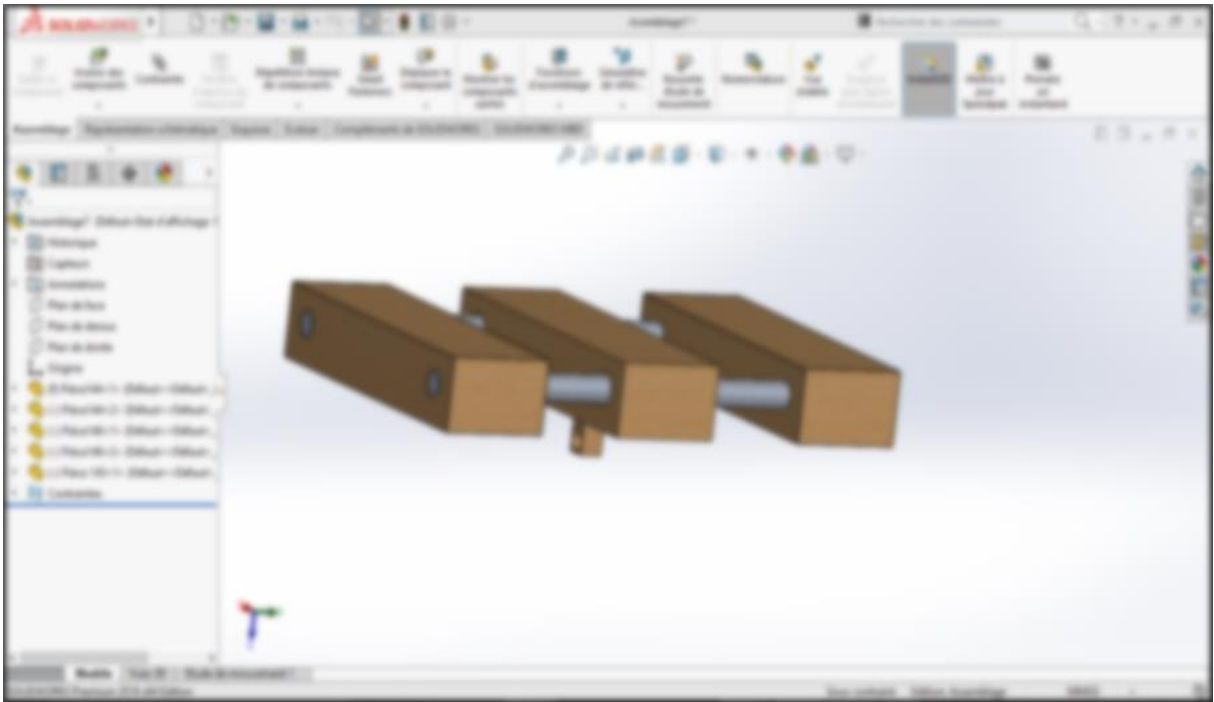


Figure III. 11 Mécanisme de bielle-manivelle en 3D sous-SolidWorks.

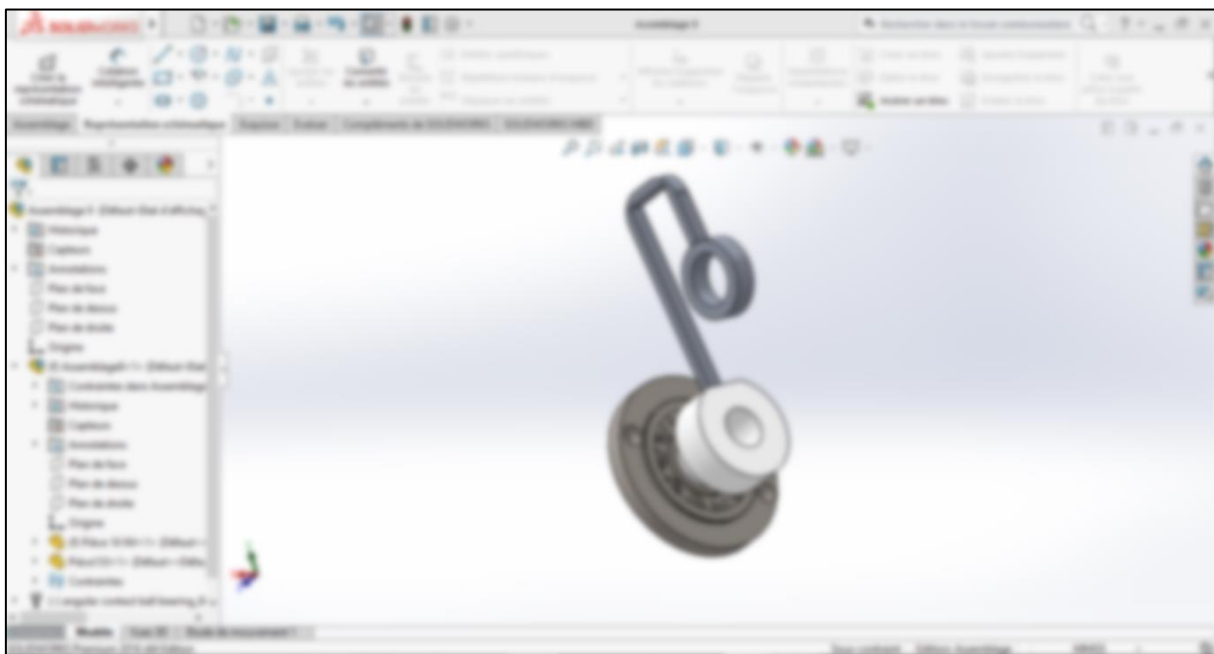


Figure III. 12 Mécanisme de tordage et filage en 3D sous SolidWorks

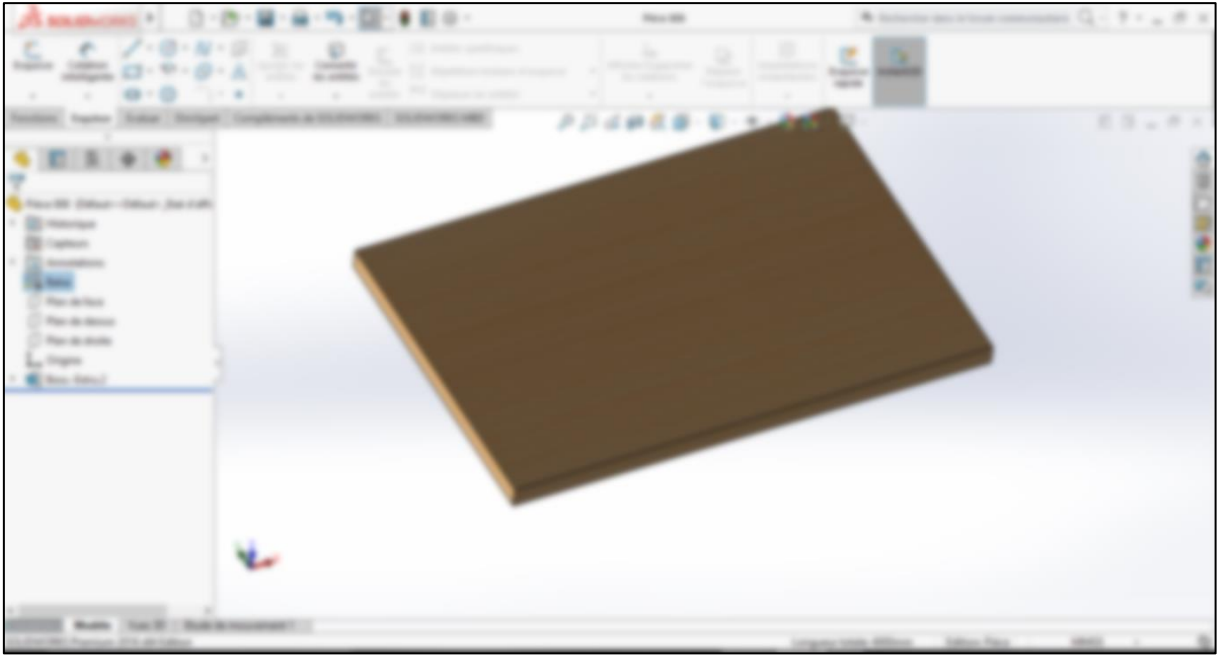


Figure III. 13 Table en 3D sous-SolidWorks.

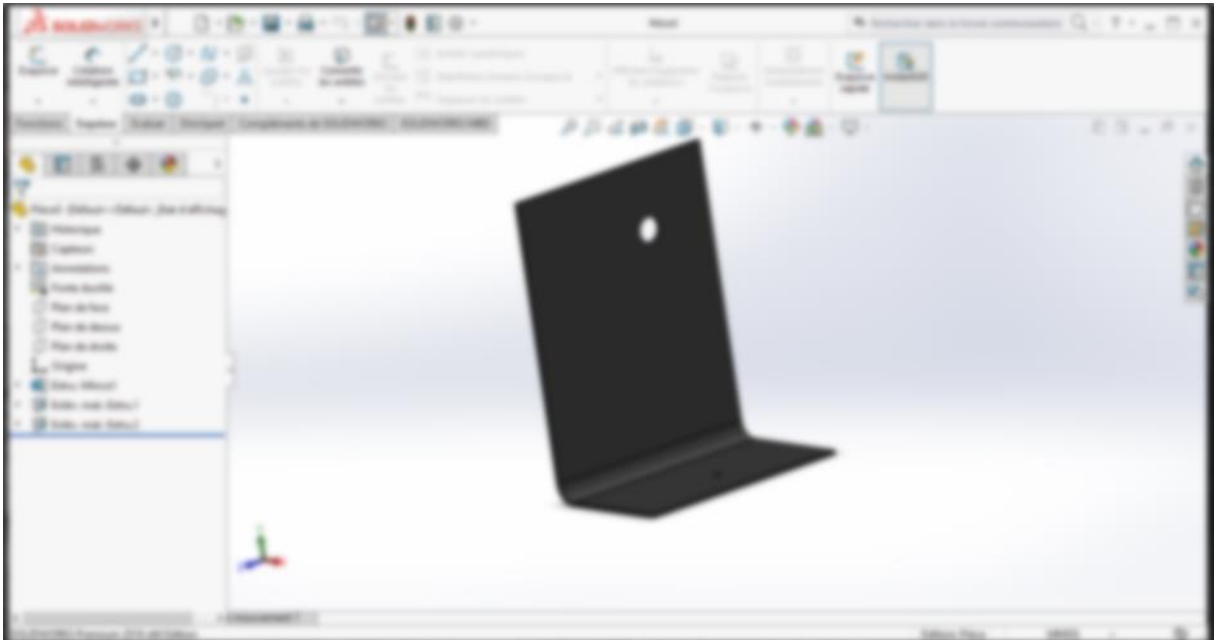


Figure III. 14 Tôle (forme L) en 3D sous-SolidWorks

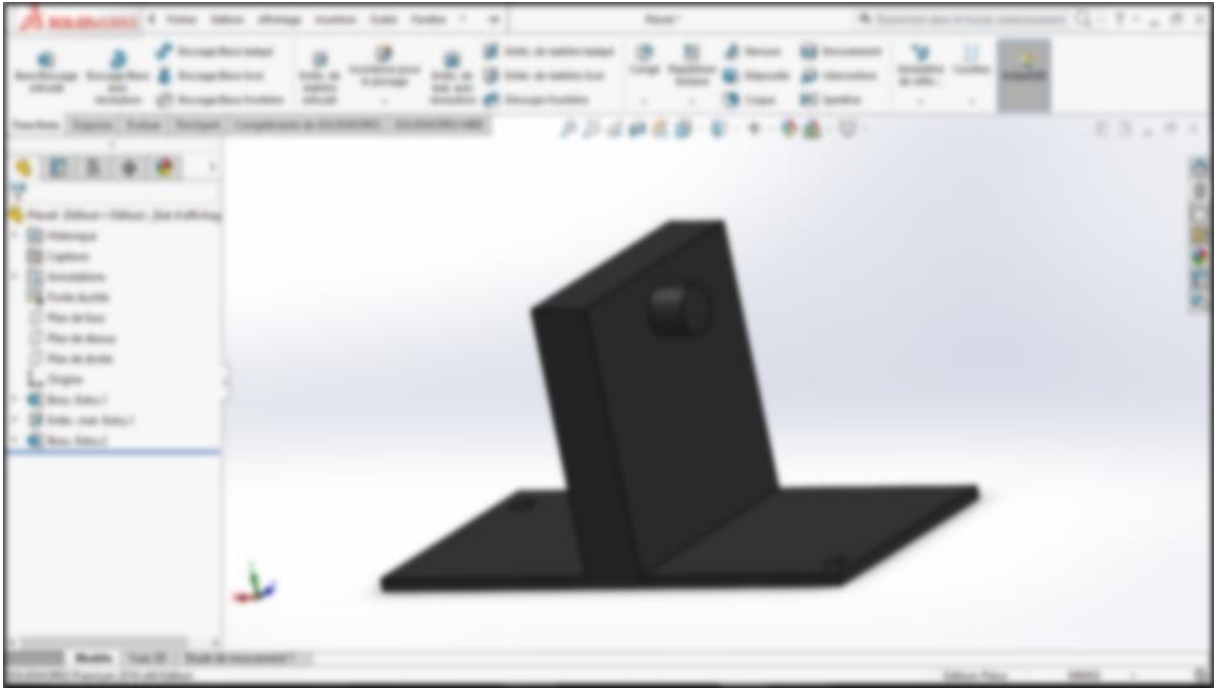


Figure III. 15 Support de forme (T) en 3D sous-SolidWorks.

III. 3. 4 Assemblage des composants

Les différentes étapes d'assemblage sont présentées comme suite :

- Ouvrir l'interface d'assemblage du logiciel SolidWorks

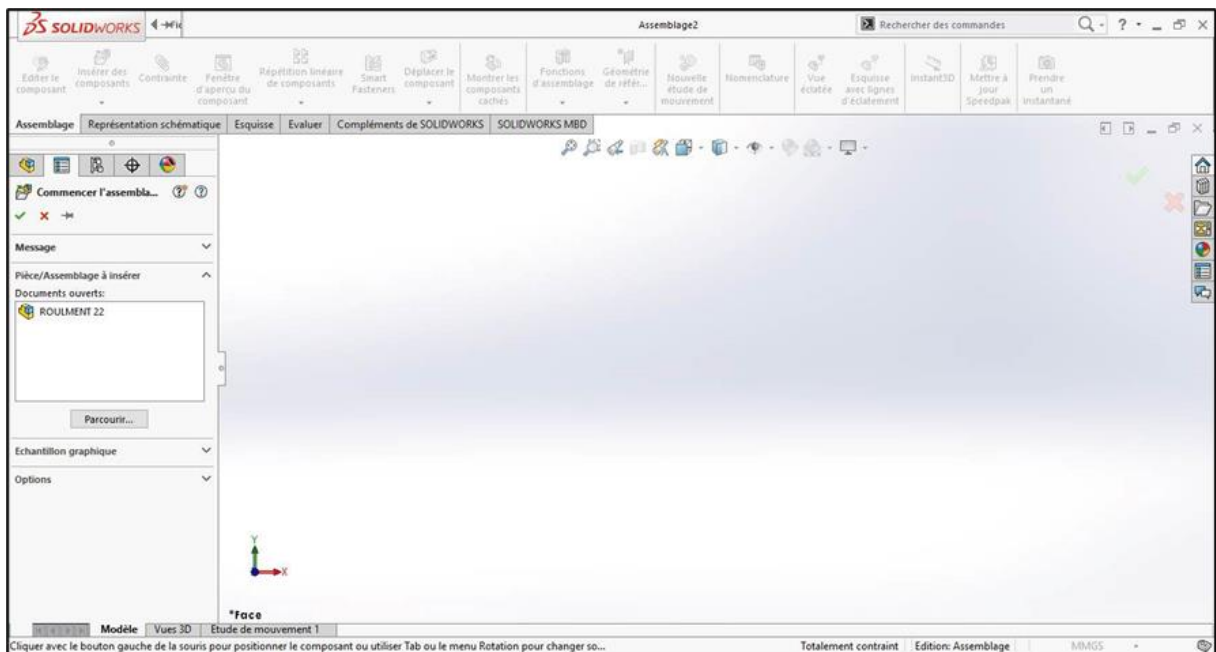


Figure III. 16 Interface d'assemblage

Afin de parcourir les pièces on clique sur BROWSE (ou parcourir), une fenêtre s'ouvre pour nous permettre de choisir les éléments nécessaires.

Ouvrir le dossier à assembler les différentes pièces

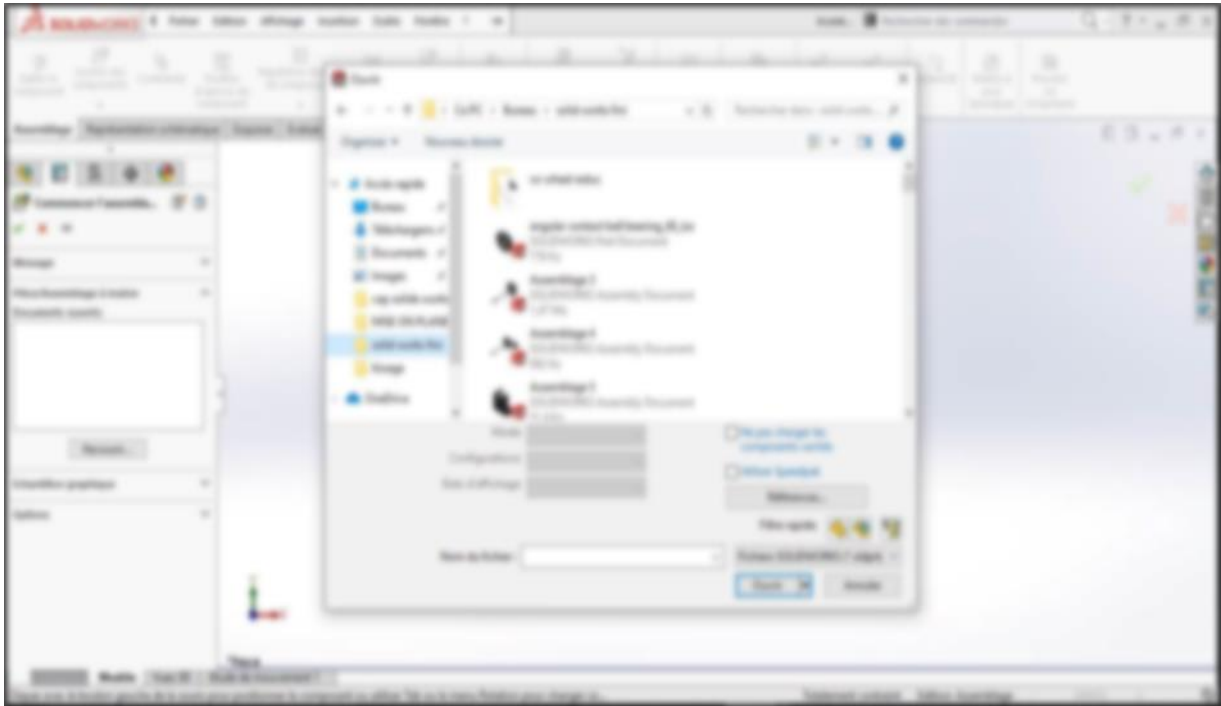


Figure III. 17 Parcourir le dossier des composants.

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

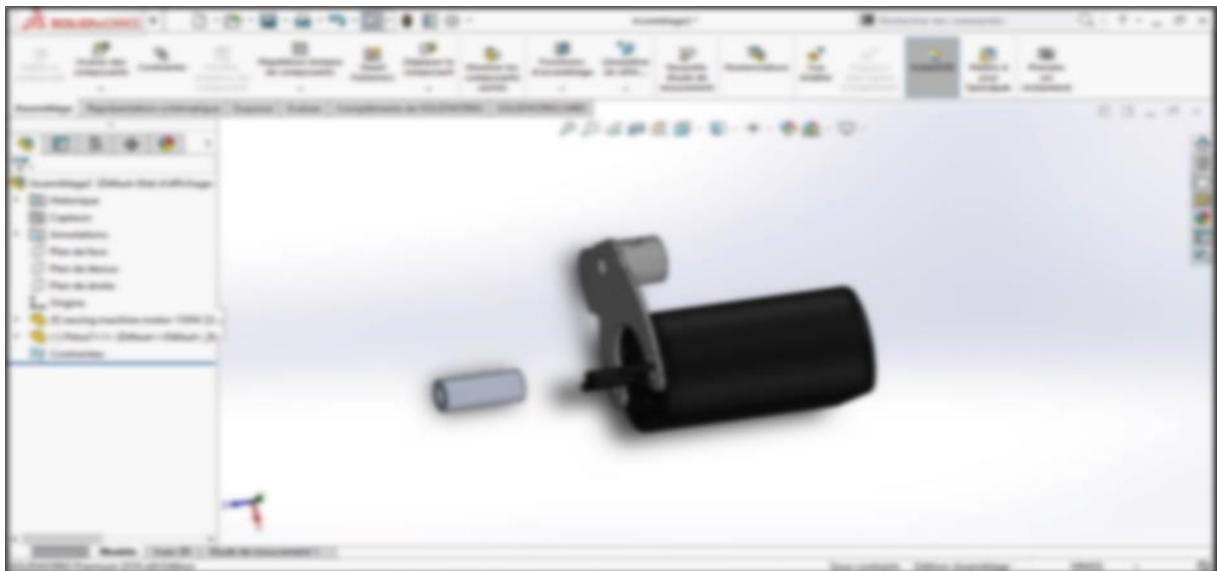


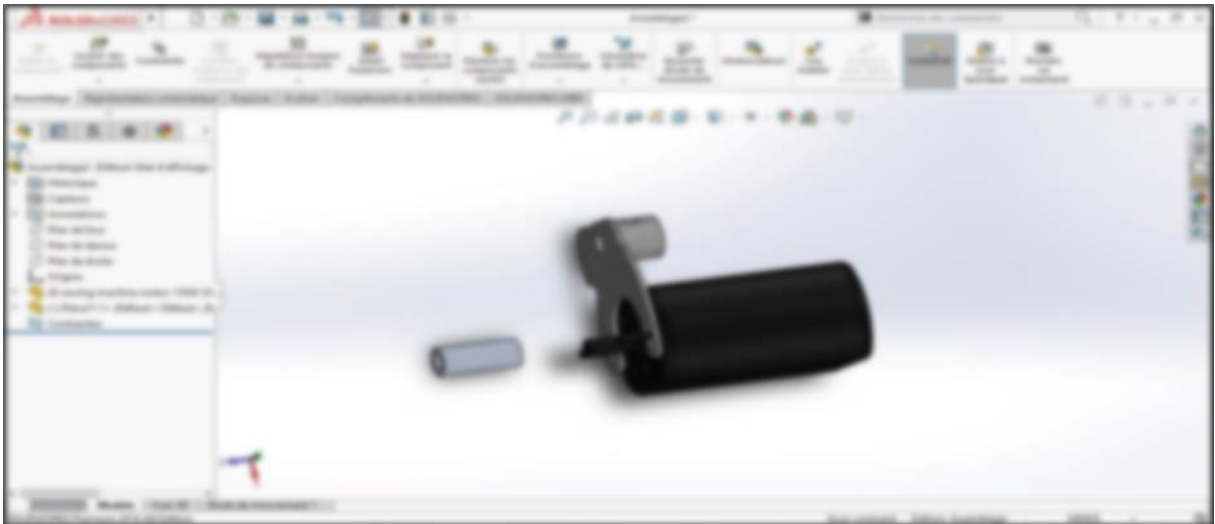
Figure III. 18 Composants avant l'assemblage.

➤ Pour compléter l'assemblage du système 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.

Exemple :

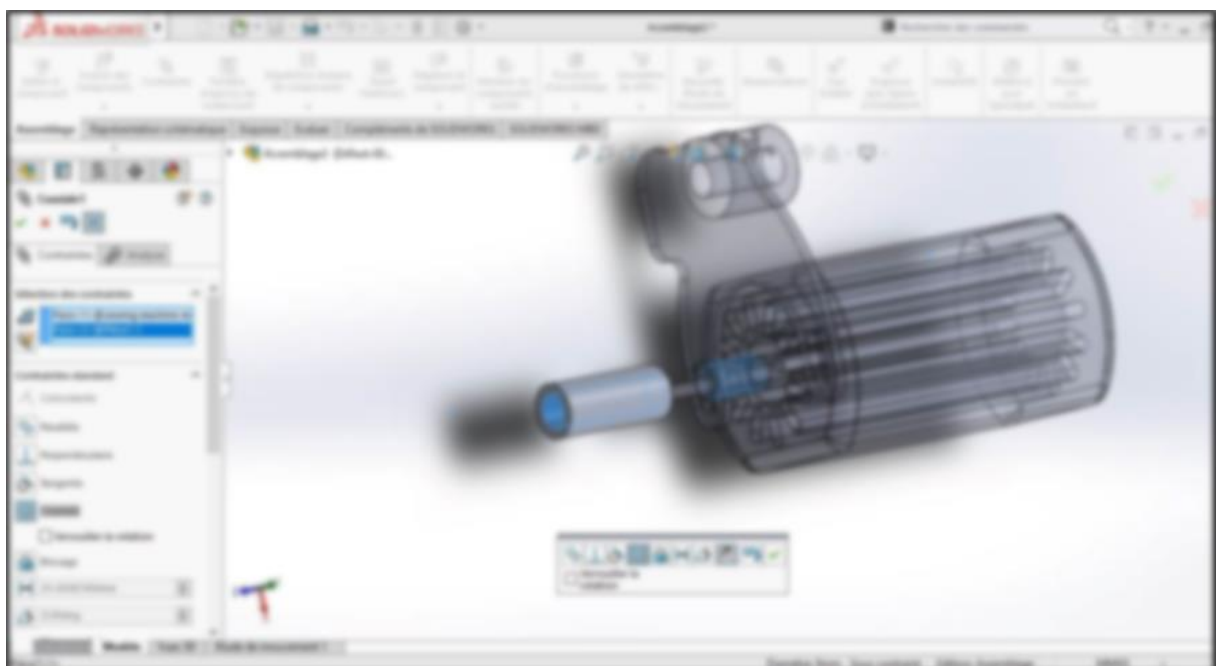
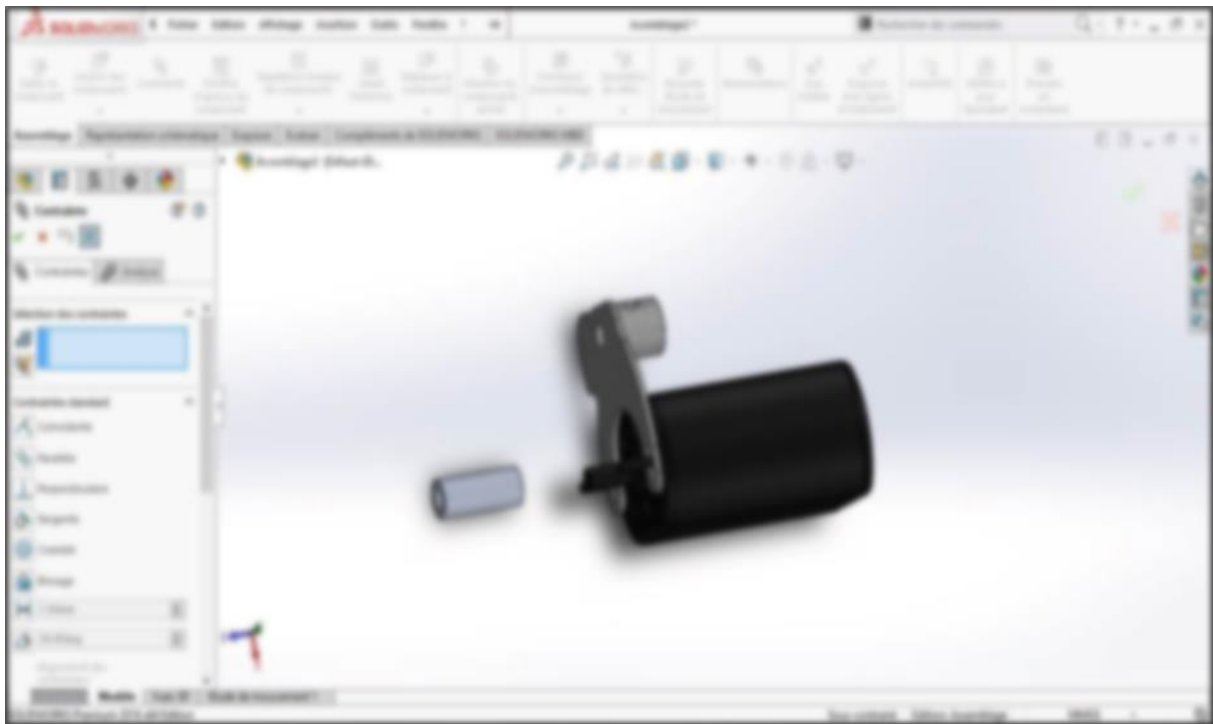
- D'abord on importe les pièces



- Après on choisit le type de contrainte

On choisit les faces afin d'appliquer les contraintes

- On choisit le type de contrainte et on l'applique sur les deux faces choisies.



III. 3. 5 Présentation des Assemblages du système de Filage en 3D sous-SolidWorks



Figure III. 19 Assemblage (1).

Assemblage (1) = entité (1) + entité (4)

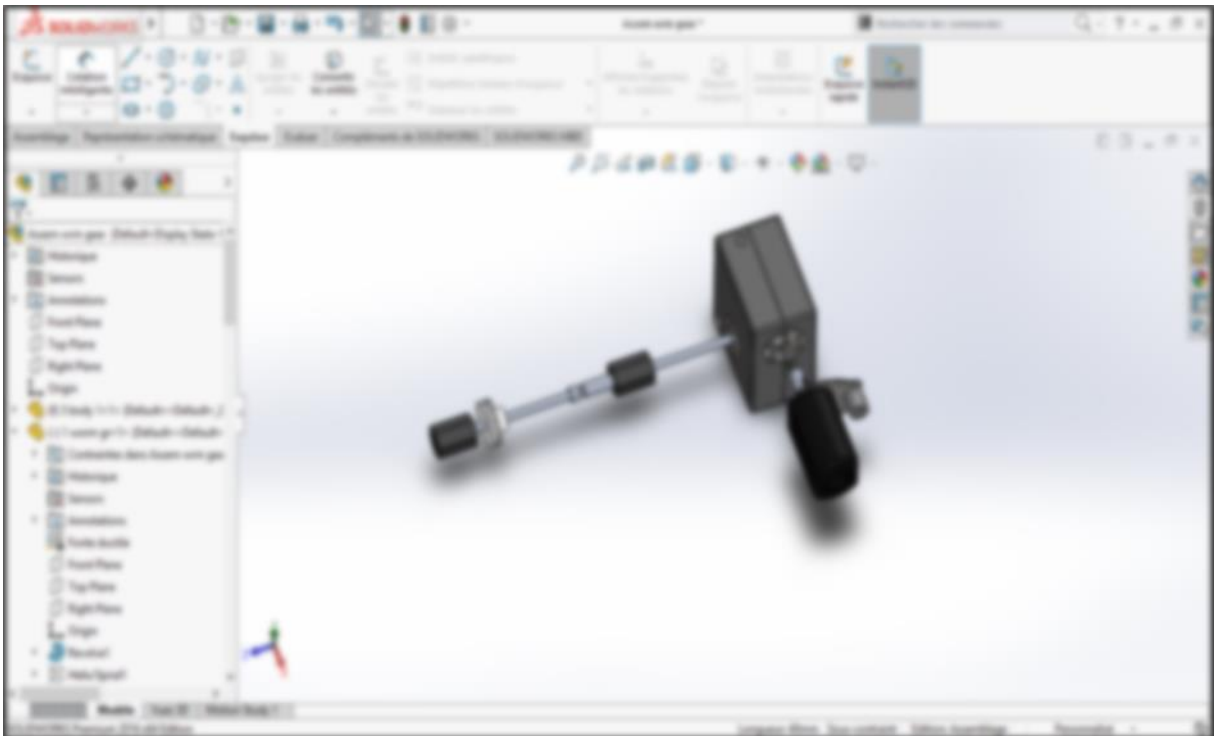


Figure III. 20 Assemblage (2).

Assemblage (2) = Assemblage (1) + entité (7b) + entité (7a)

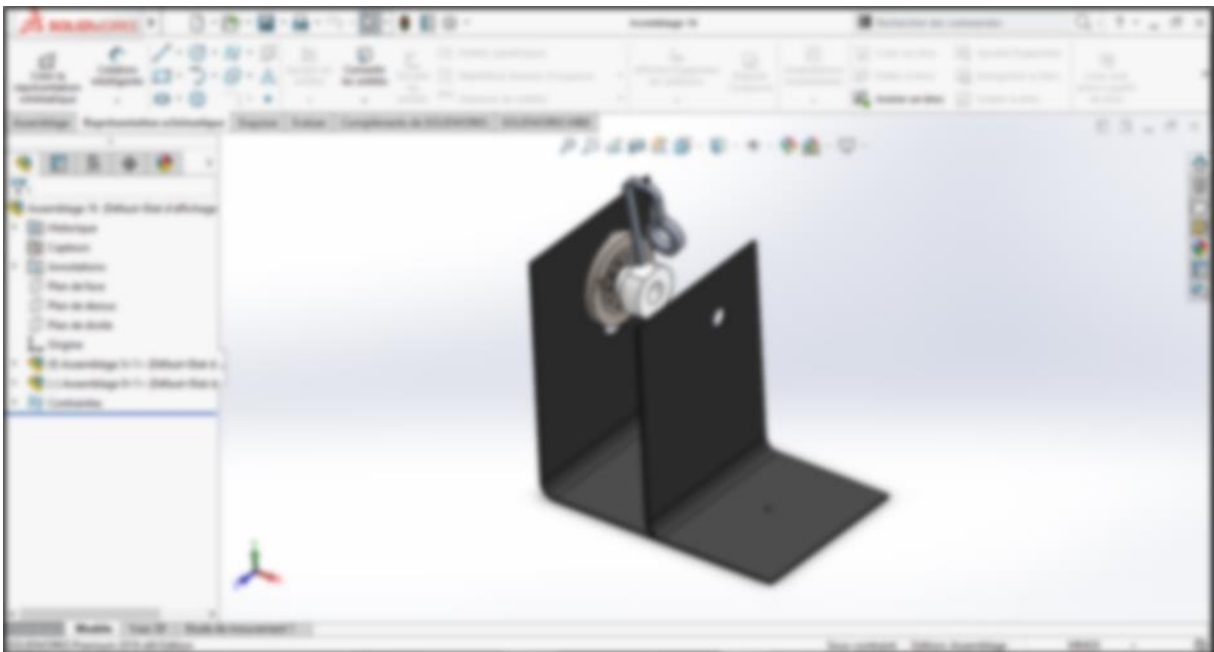


Figure III. 21 Assemblage (3).

Assemblage (3) = entité (8) + entité (9) + entité (11)

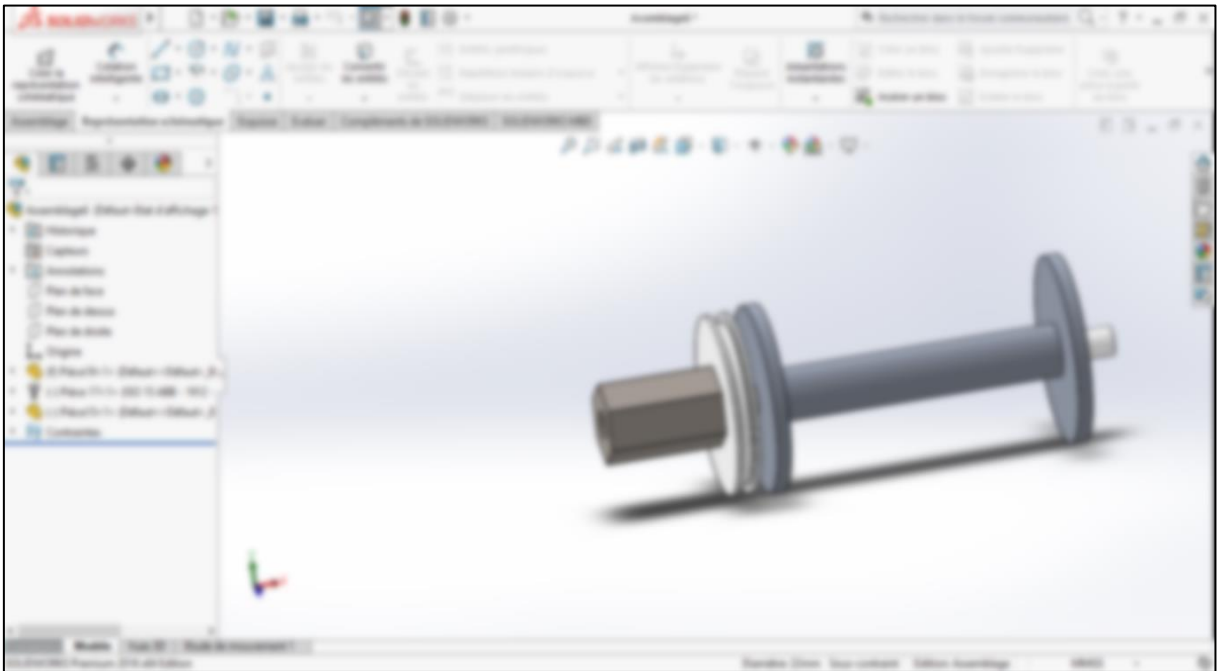


Figure III. 22 Assemblage (4).

Assemblage (4) = entité (3) + entité (5) + entité (7c)

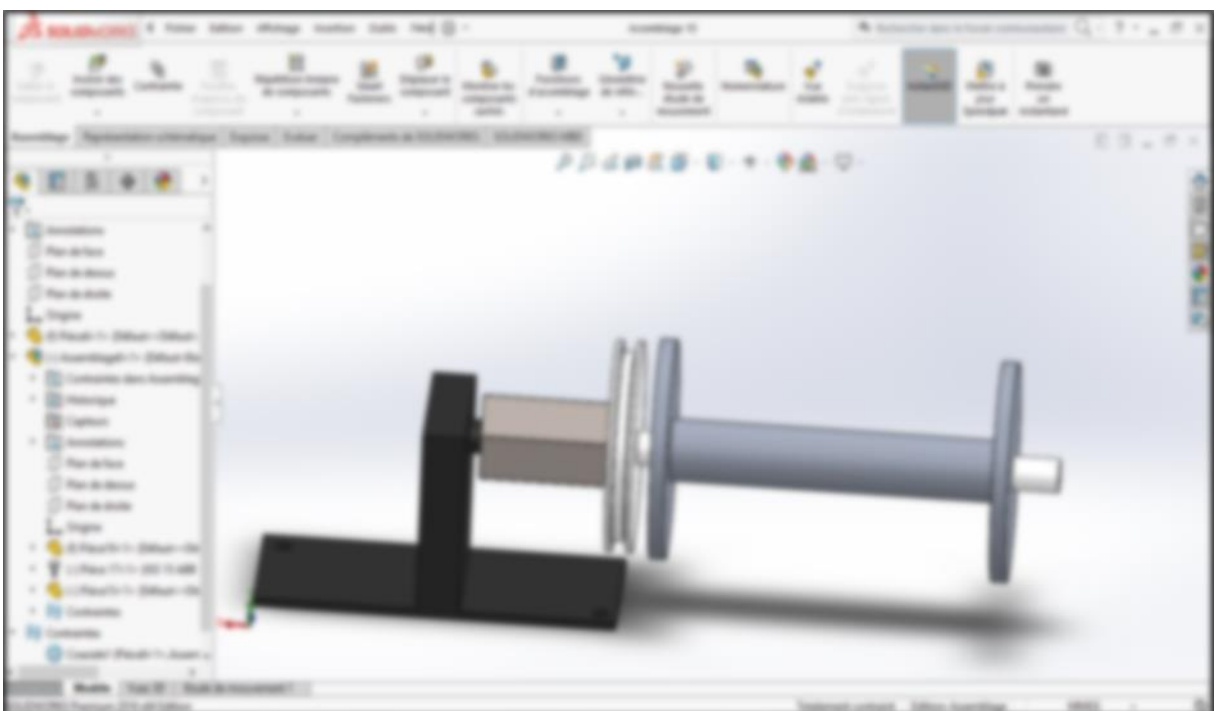


Figure III. 23 Assemblage (5).

Assemblage (5) = Assemblage (4) + entité (10)

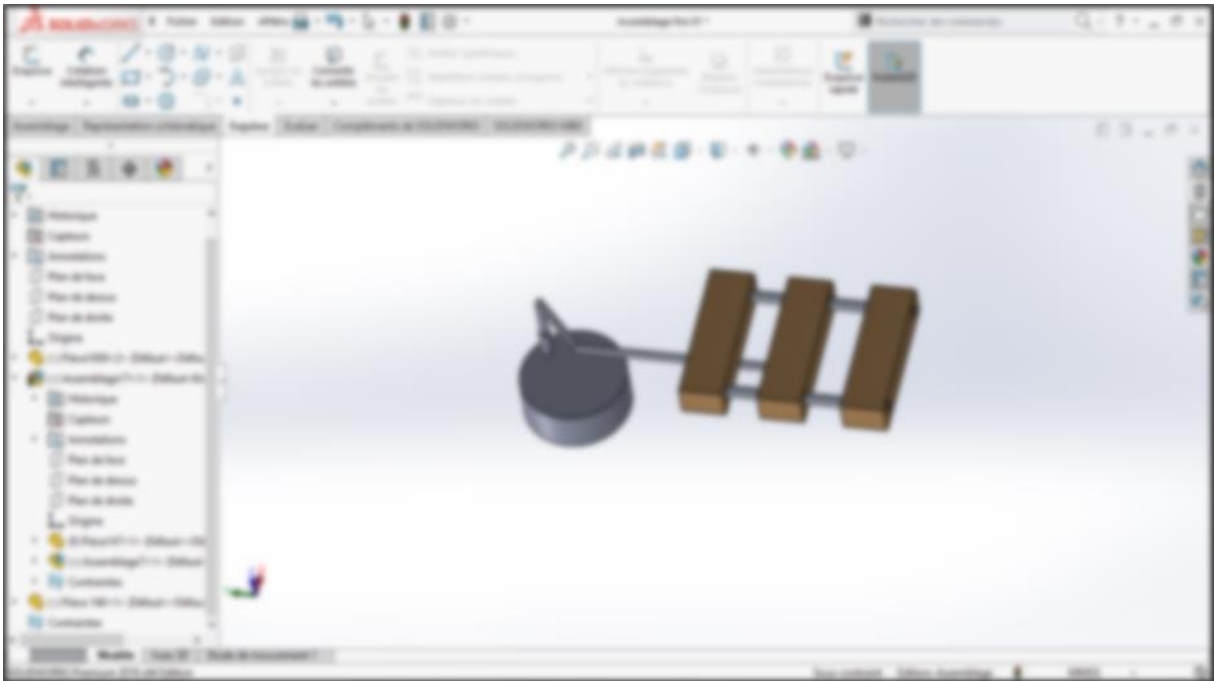


Figure III. 24 Assemblage (6).

Assemblage (6) = entité (2) + entité (5) + entité (12)

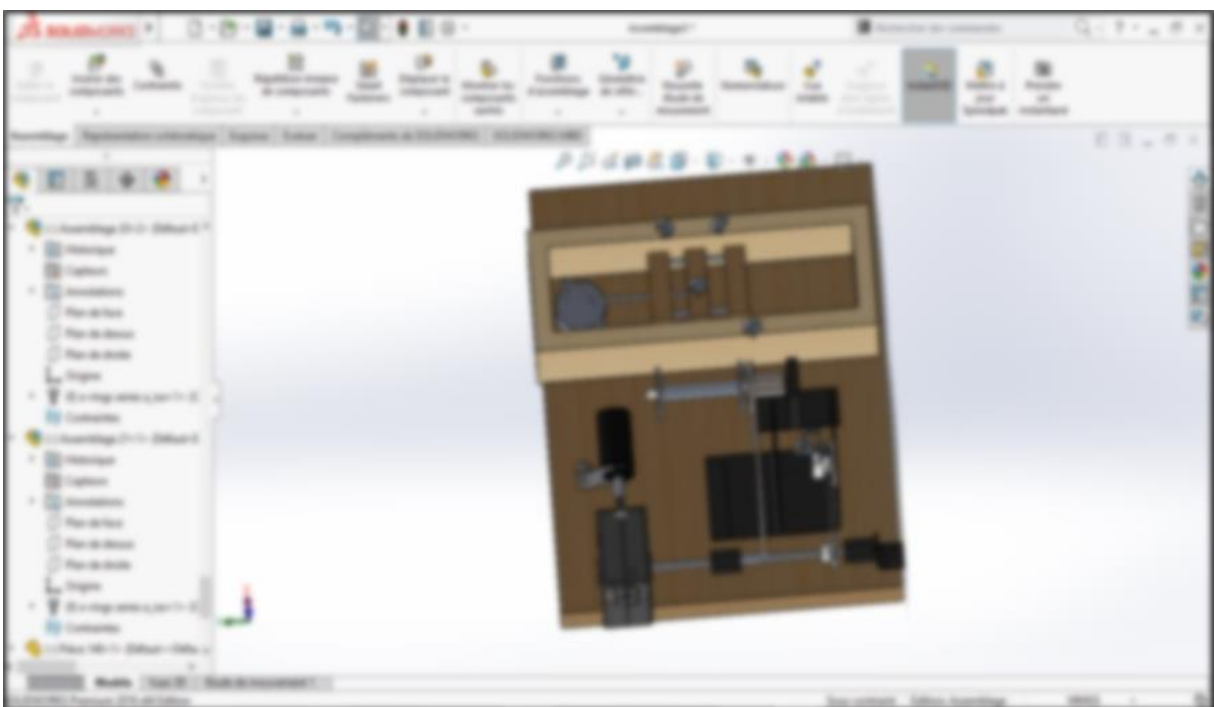


Figure III. 25 Assemblage (7).

Assemblage (7) = Assemblage (1) + Assemblage (2) + Assemblage (3) + Assemblage (4) + Assemblage (5) + Assemblage (6) + entité (13)

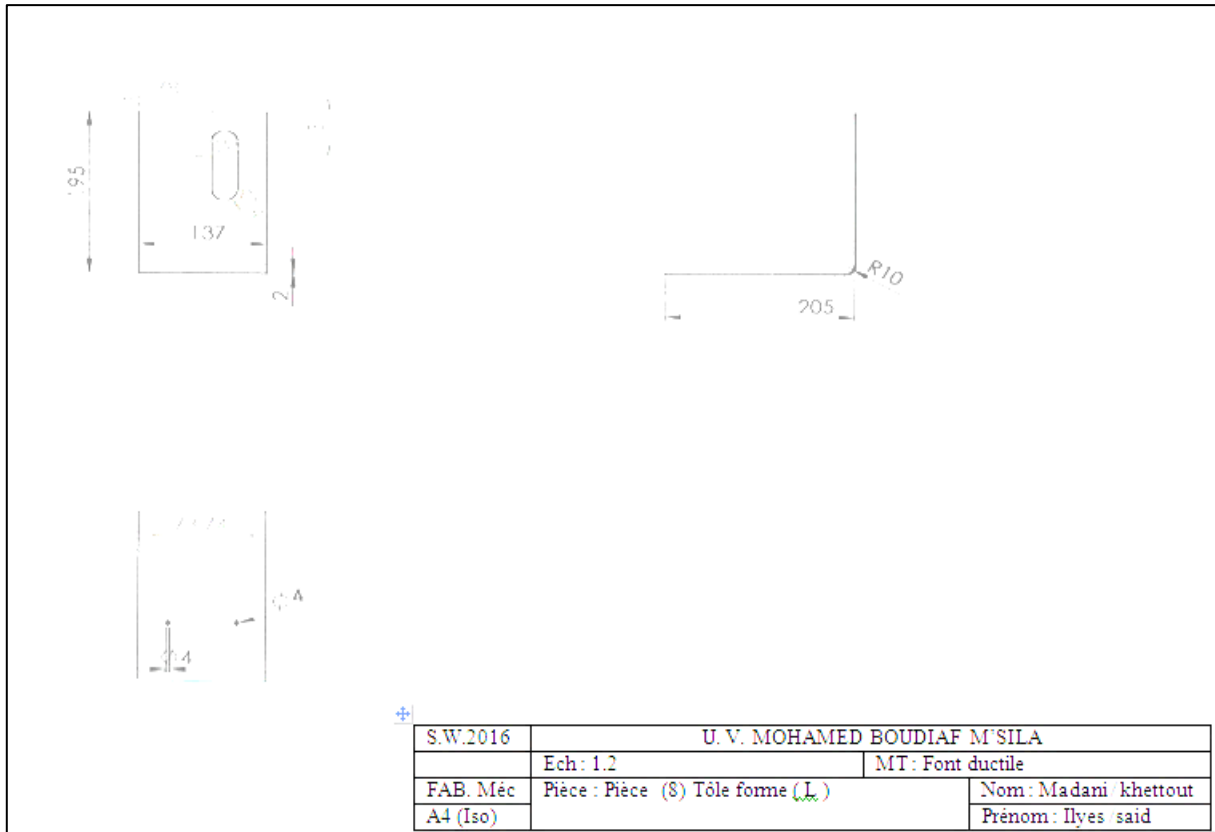


Figure III. 28 Mise en plan (Tôle en forme L).

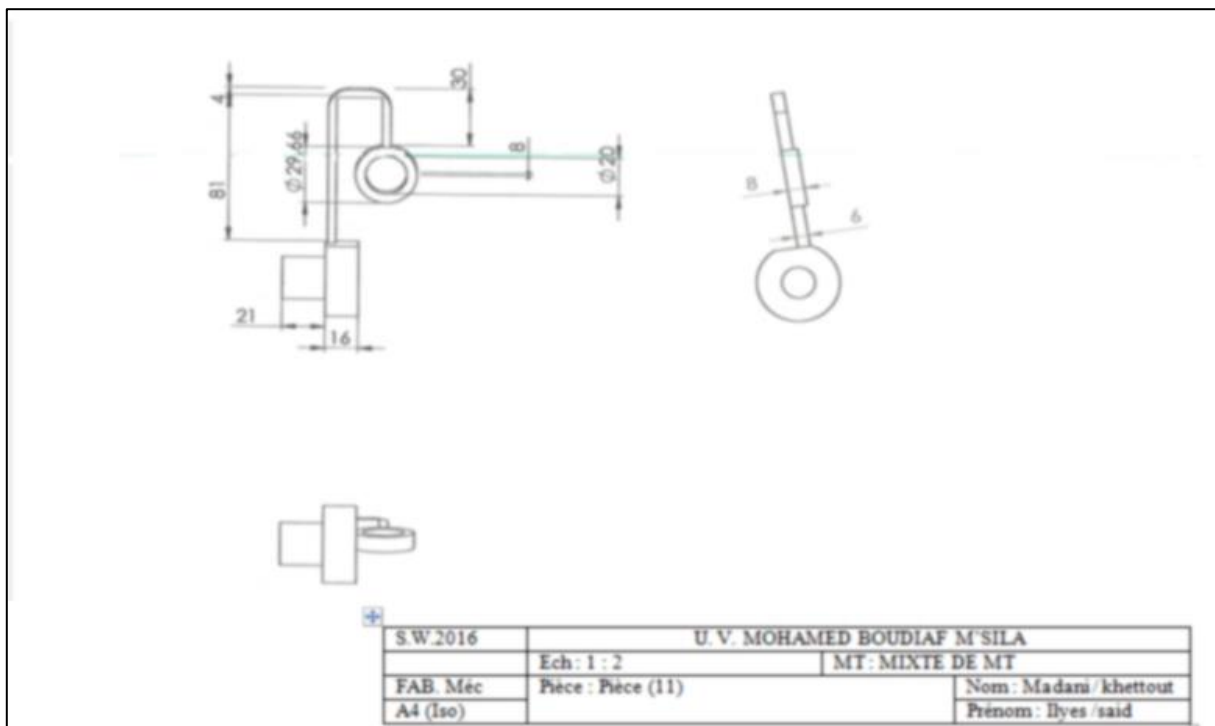


Figure III. 29 Mise en plan (mécanisme de tordage et filage).

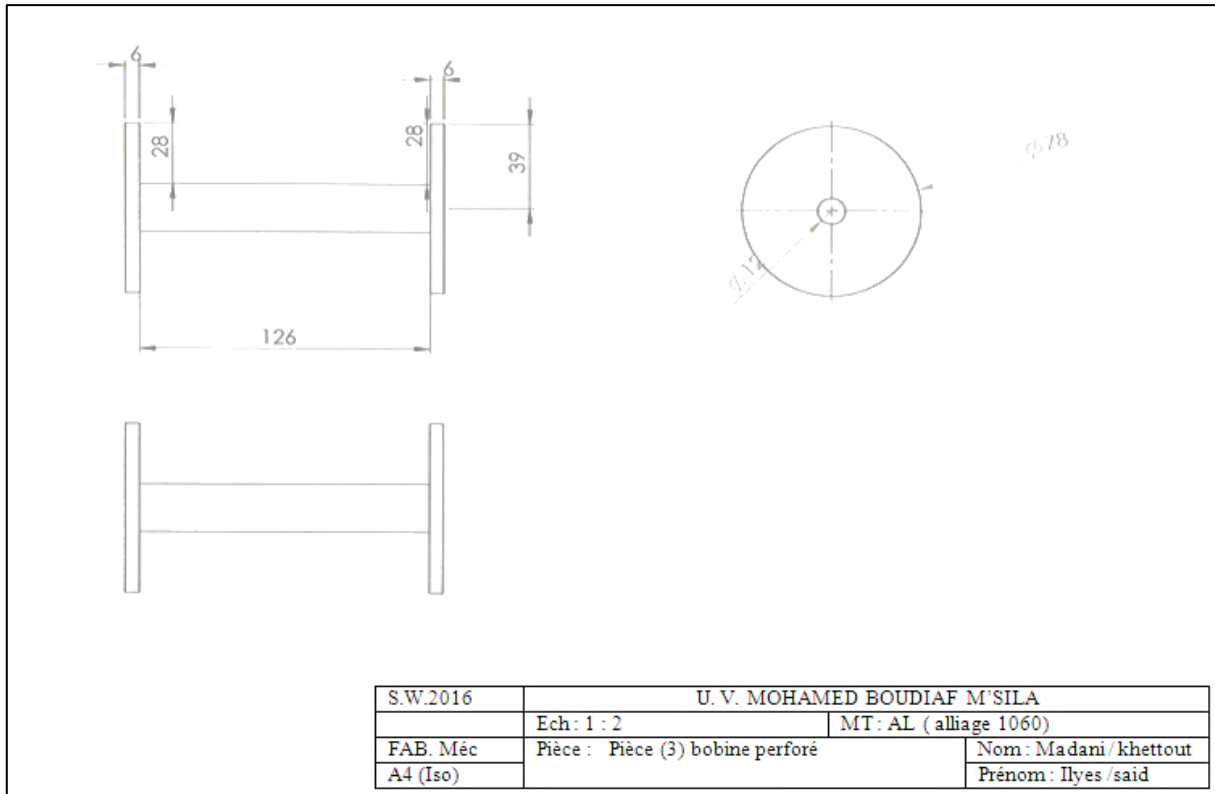


Figure III. 30 Mise en plan (bobine perforé).

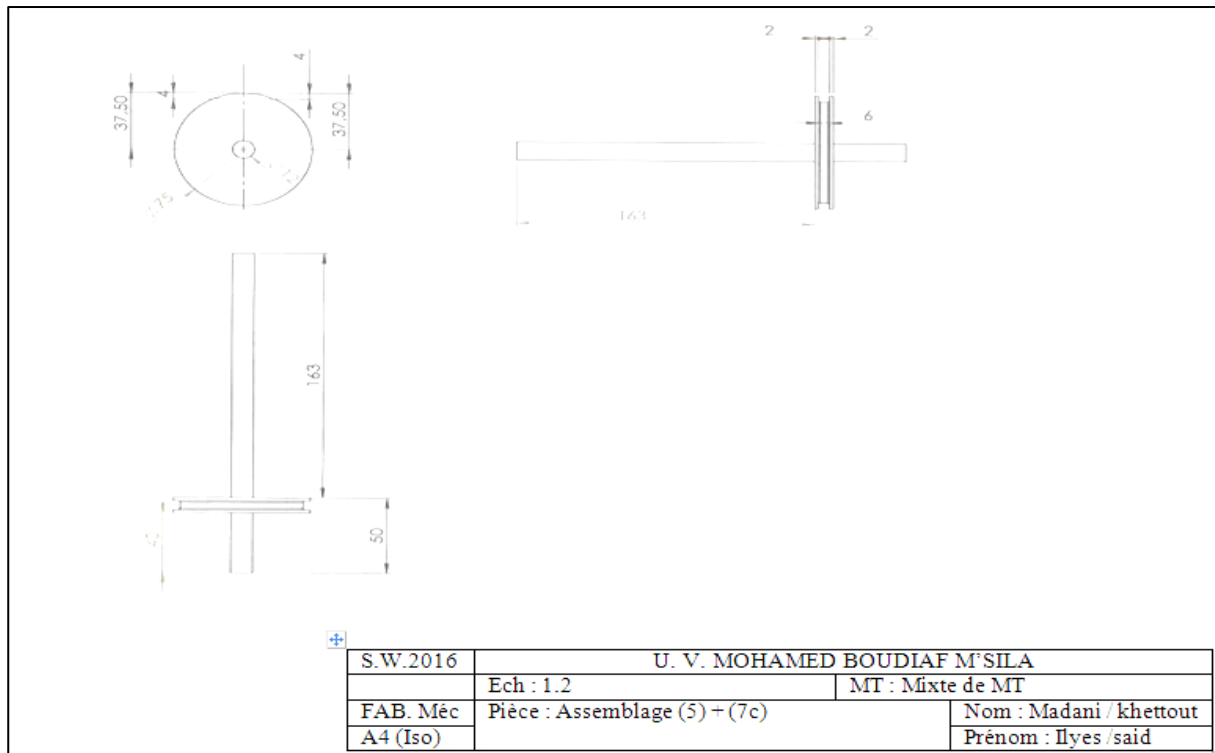


Figure III. 31 Mise en plan (Assemblage 1).

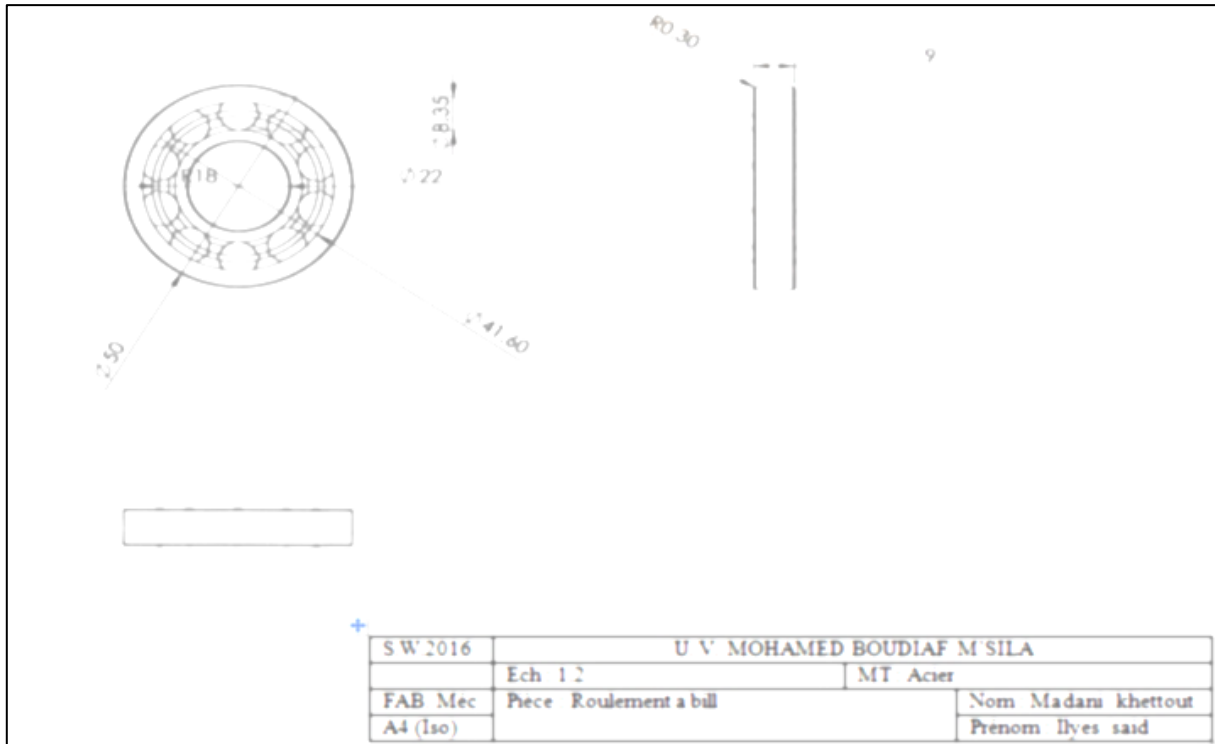


Figure III. 32 Mise en plan (roulement à bille).

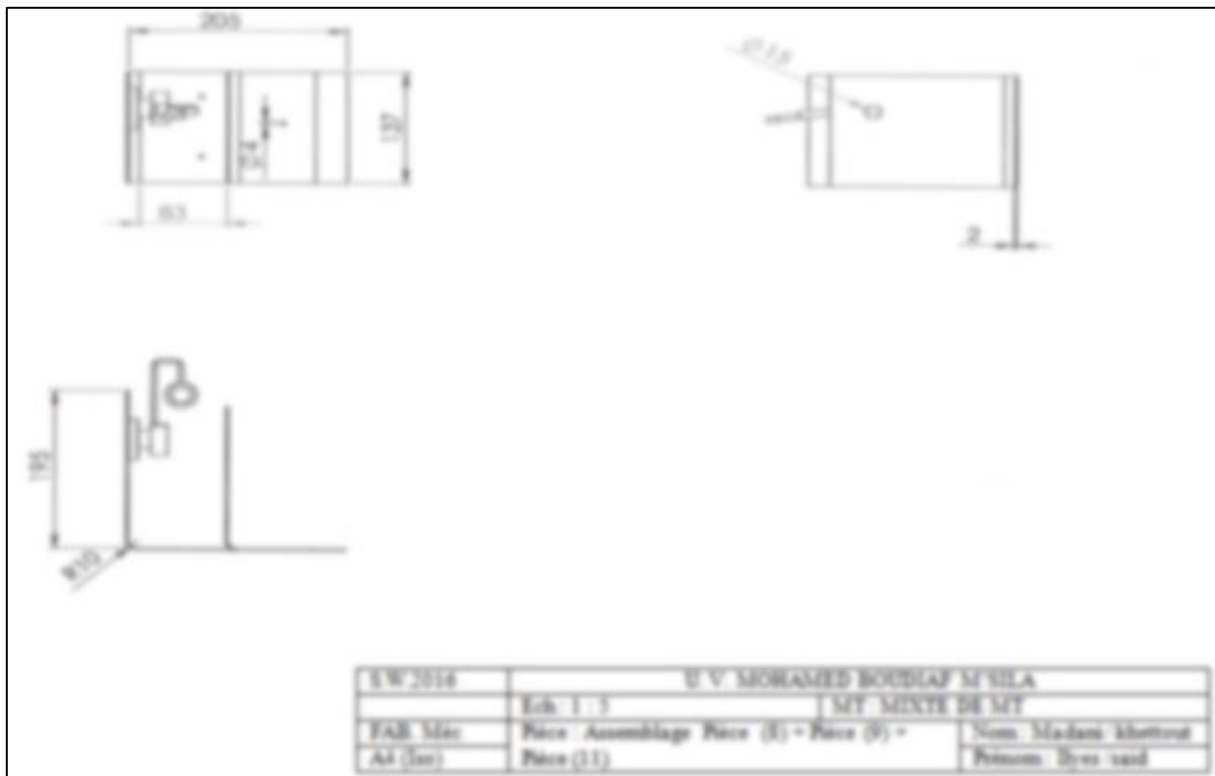


Figure III. 33 Mise en plan (Assemblage 2).

III. 3. 7 Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement de cette conception est basé sur la transition de l'énergie électrique à l'énergie cinétique et ceci est dans le but de convertir les fibres naturelles en fils pour le processus de tissage.

- Nous connectons un fil auxiliaire sur la bobine, et le passer à l'intérieur du cercle du bras connecté au mécanisme de bielle-manivelle, puis il va droit à travers les roulements jusqu'à ce qu'il atteigne le mécanisme d'enroulement et de tordage, où il va à l'intérieur du cercle suspendu et puis il descend pour entrer dans le côté avant avec un angle, puis il sort le côté arrière (le milieu extérieur) pour le connecter à la fibre naturelle.

- Nous connectons le moteur de machine à coudre (M1) et le moteur de ventilateur (M2) à l'électricité pour démarrer (M1) en tournant avec une vitesse de rotation constante.

Il tourne à travers l'axe entre lui et le réducteur, qui est à son tour connecté à un axe de rotation droit avec deux poulies (a) et (b) :

La poulie (a) attachée avec la poulie (c) b courroie

La poulie (b) attaché avec la poulie (d) b courroie

- Après la connexion de l'électricité, le moteur (M2) commence à tourner pour déplacer les mécaniques de bielle-manivelle, qui est parallèle à la bobine, afin de distribuer le fil régulièrement.

- Le mouvement de toutes les pièces mécaniques commence (rotation de l'axe, rotation des quatre poulies, mécanique de rotation, mouvement de bielle-manivelle...) Ainsi le fil auxiliaire commence à aller autour de la bobine et en même temps la quantité de fibre commence à entrer dans l'appareil et il obtient filer et serré, de sorte qu'il se transforme de la fibre en un fil avec un certain diamètre.

III. 3. 8 Données des composants du filage

Vitesse des moteur (M 1) et (M 2)

Vitesse (M 1) = 3000 tr /min

Vitesse (M 2) = 5 tr / min

Rapport des vitesses

Entre Réducteur et (M 1) :

$R = 1/48$

Entre poulie (c) et poulie (a) :

$R = 1/5$

Entre poulie (b) et poulie (d) :

$R = 1 / 1.5$

III. 4 Conception de dispositif de tissage

Le logiciel SolidWorks est largement utilisé dans l'industrie textile pour la conception et la fabrication de dispositifs de tissage. Il permet de concevoir en détail le dispositif de tissage, y compris le traverse, la navette et le peigne, entre autres pièces. Grâce à SolidWorks, on a pu créer des modèles 3D des différents composants et optimiser leurs interactions pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement.

III. 4. 1 Présentation du système de tissage

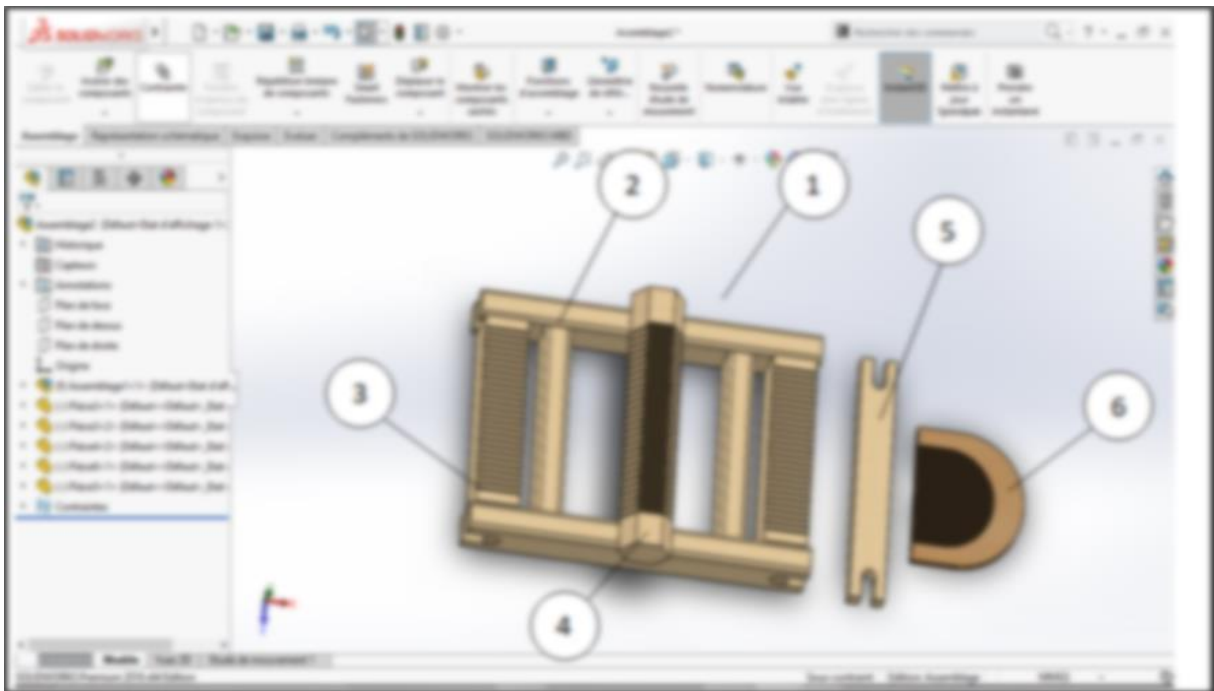



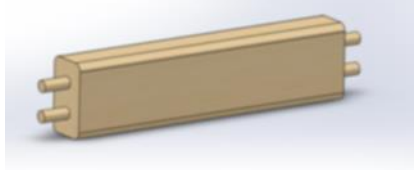
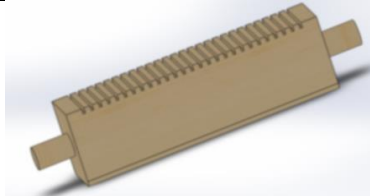
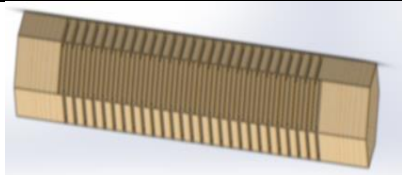
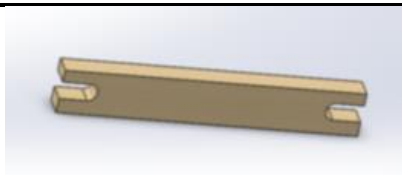
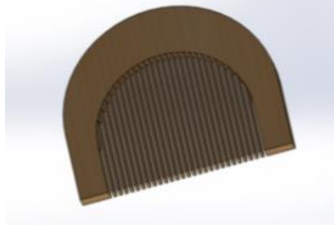
Figure III. 34 Présentation du dispositif de tissage en 3D sous-SolidWorks.

III.4.2 Différents composants du système de tissage

Les différents éléments ou pièces proposés de notre système de tissage sont les suivants :

1. Support de chaîne 1
2. Support de chaîne 2
3. Porte fils
4. Traverse
5. Navette
6. Peigne

Tableau III.2 Rôles des entités (tissage).

Nom des entités	Nombre	Rôle	Figure
Support de chaîne 1	1	Pour le montage du table chaîne	
Support de chaîne 2	2		
Porte fils	3	Pour la fixation des fils (chaîne)	
Traverse	4	1. Maintien de la tension des fils de chaîne 2 .Création de l'ouverture pour le passage de la navette	
Navette	5	Pour transporter le fil de trame à travers les fils de chaîne	
Peigne	6	Pour tasser le fil de trame	

III.4.3 Présentation des différents composants du système de tissage en 3D sous SolidWorks

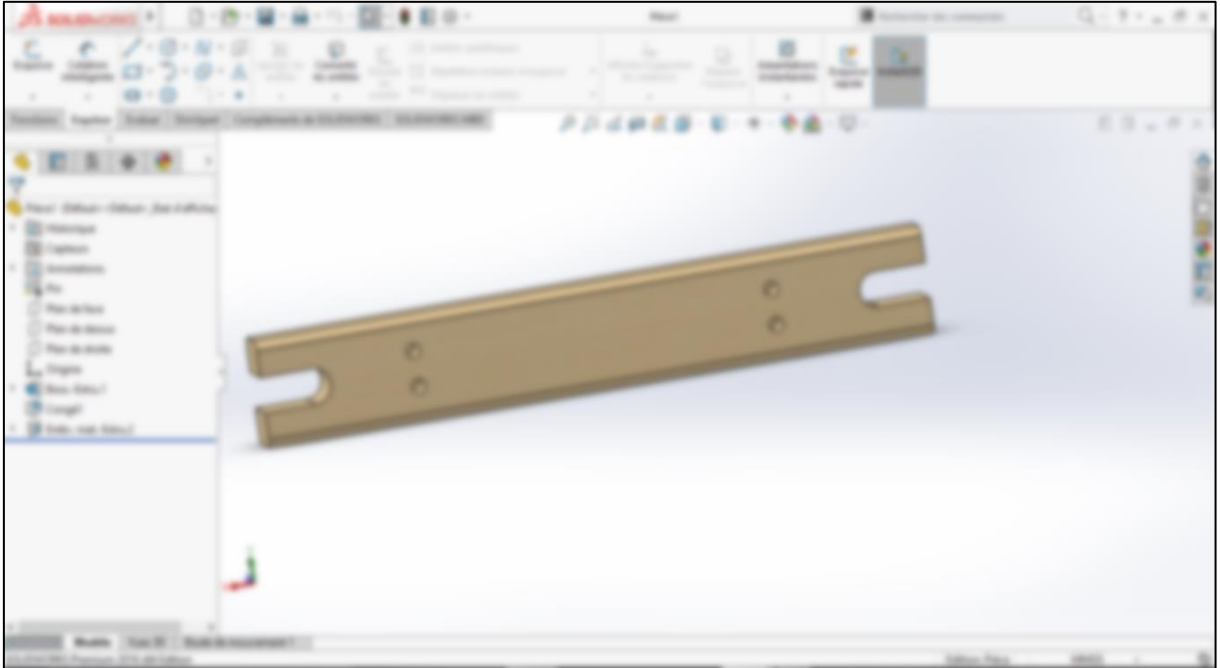


Figure III. 35 Support de chaîne (1).

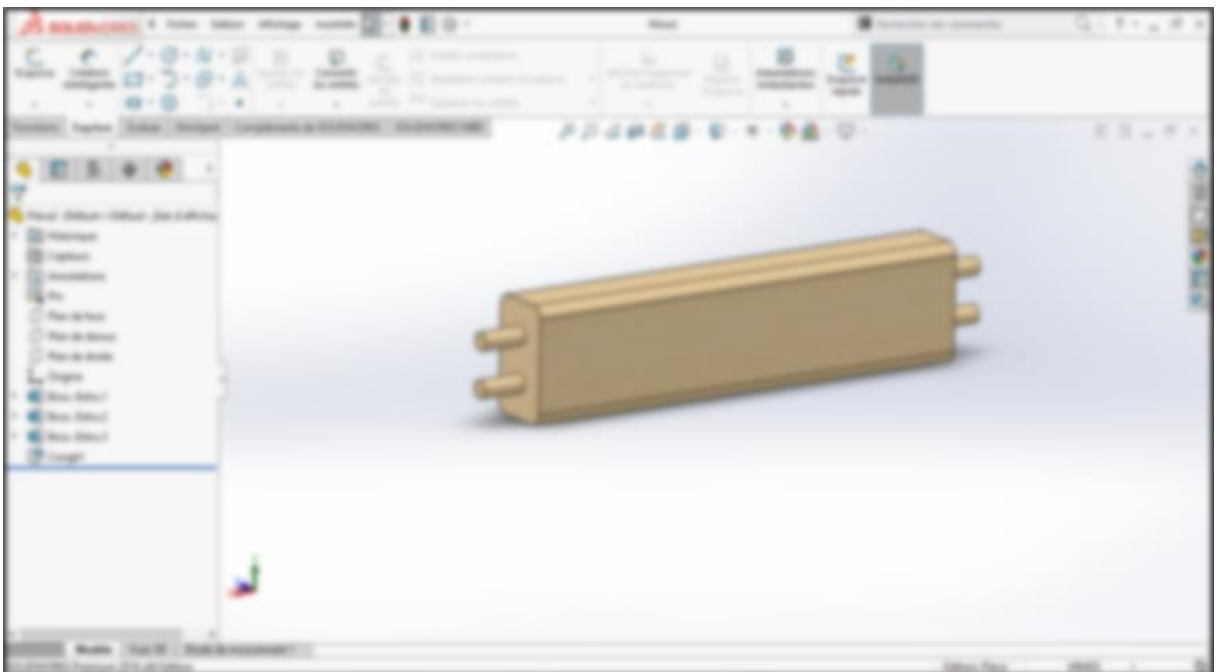


Figure III. 36 Support de chaîne (2).

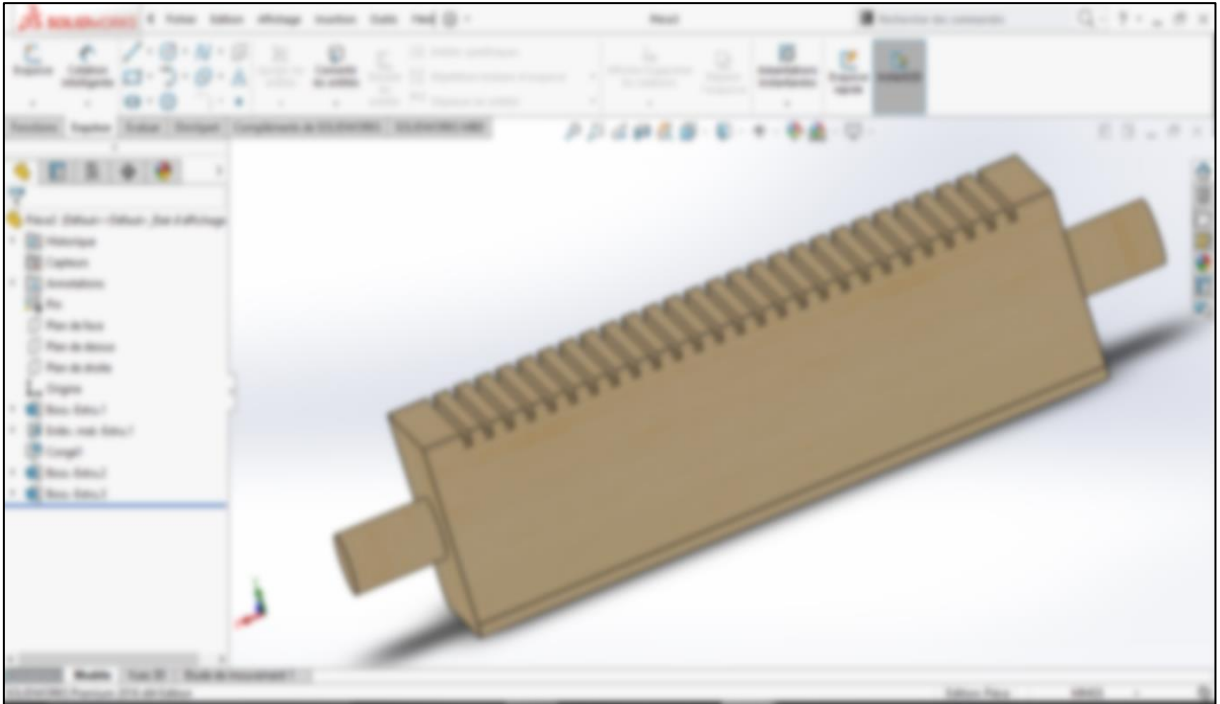


Figure III. 37 Porte fils.

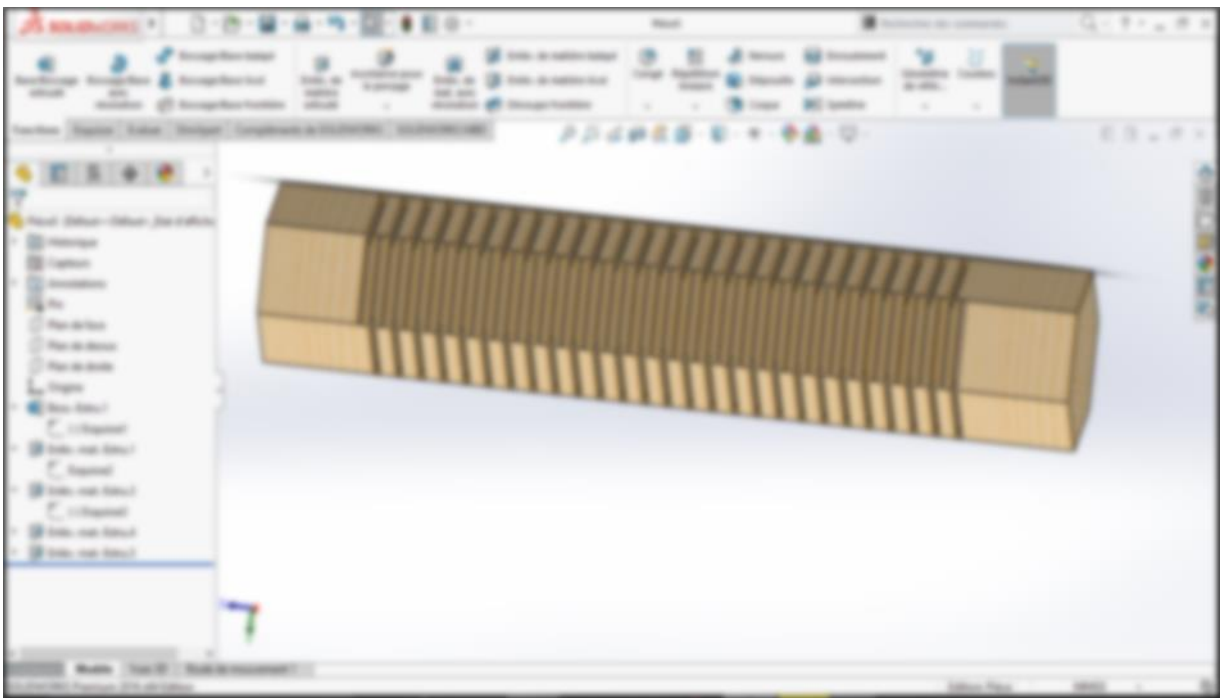


Figure III. 38 Traverse.

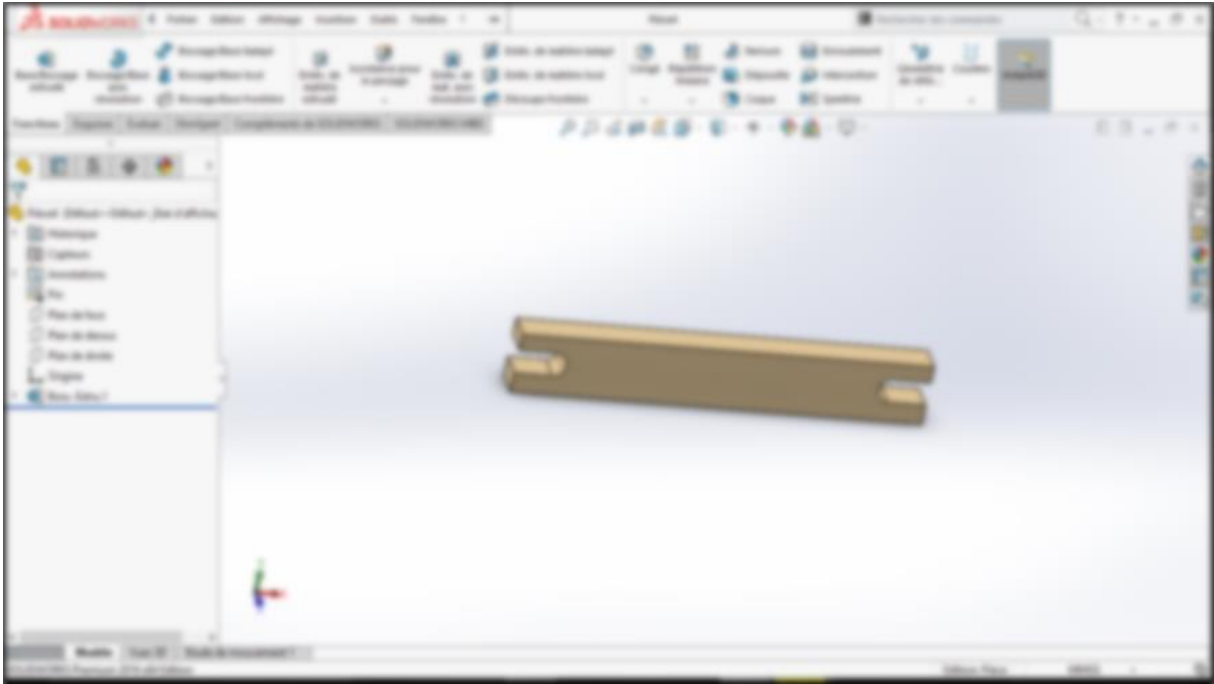


Figure III. 39 Navette.

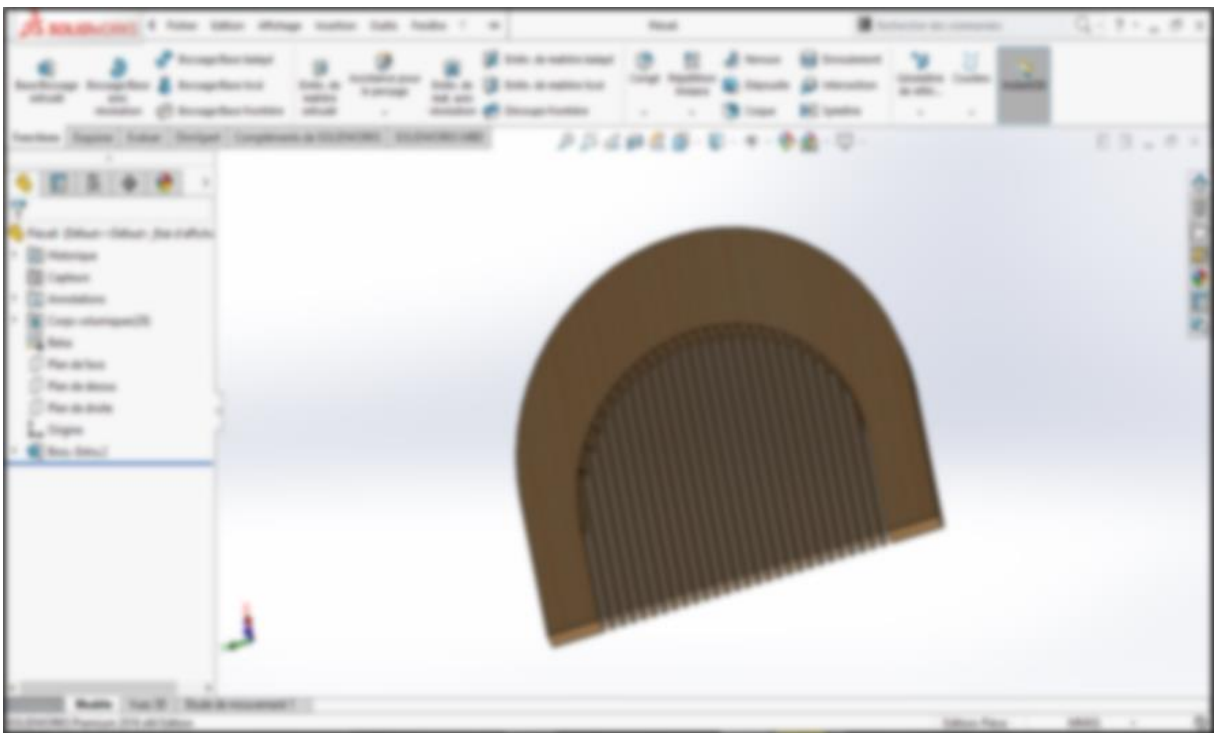


Figure III. 40 Peigne.

III.4.4 Présentation des Assemblages du système de tissage en 3D sous-SolidWorks

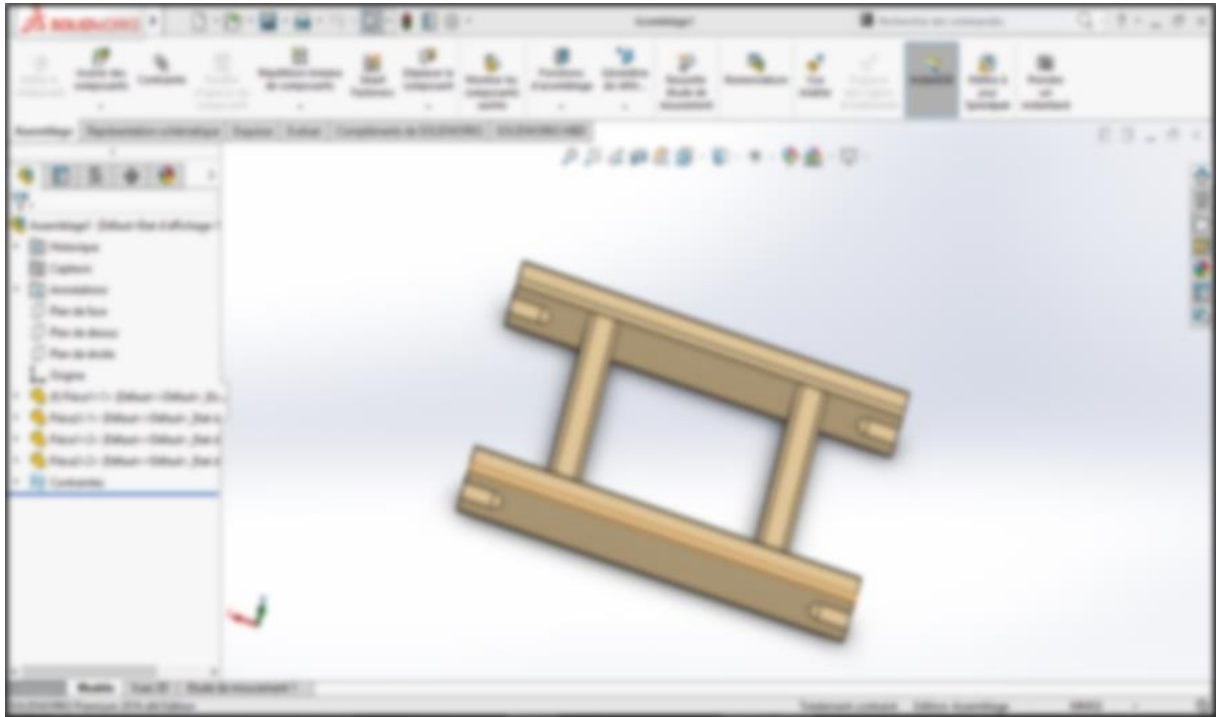


Figure III. 41 Assemblage (1).

Assemblage (1) = pièces (1) + pièces (2)

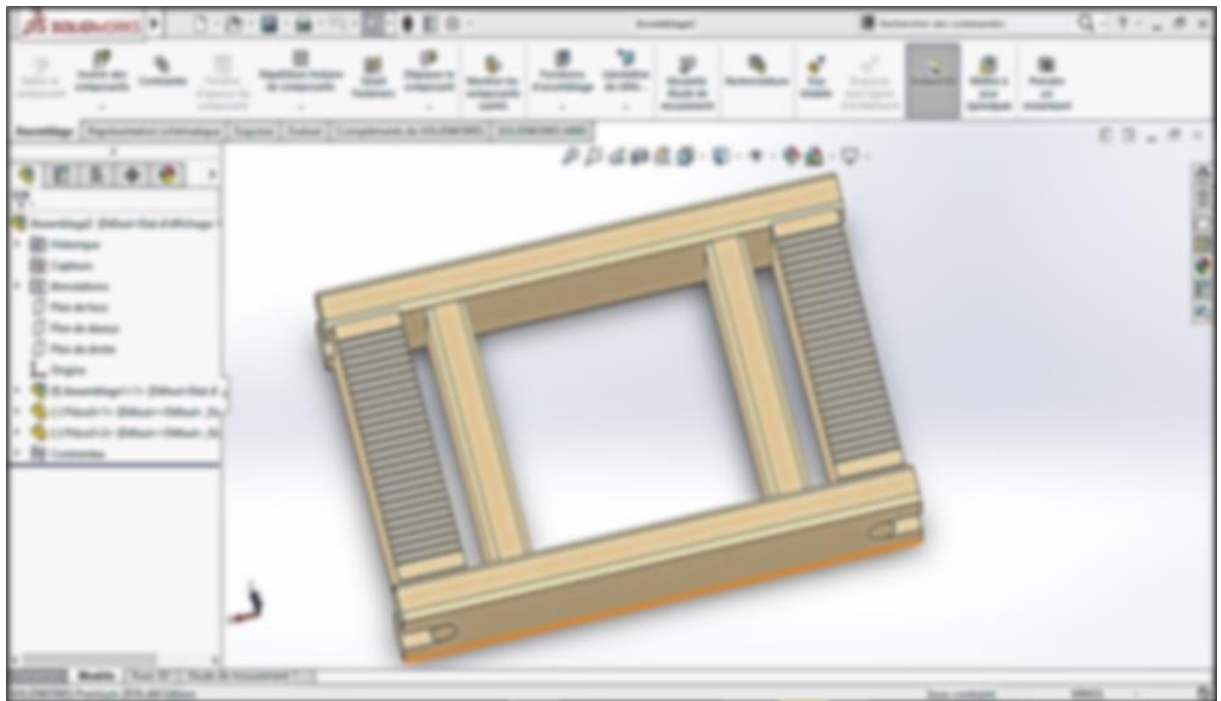


Figure III. 42 Assemblage (2).

Assemblage (2) = pièces (1) + pièces (2) + pièces (3)

III.4.5 Mises en plan des entités et des assemblages

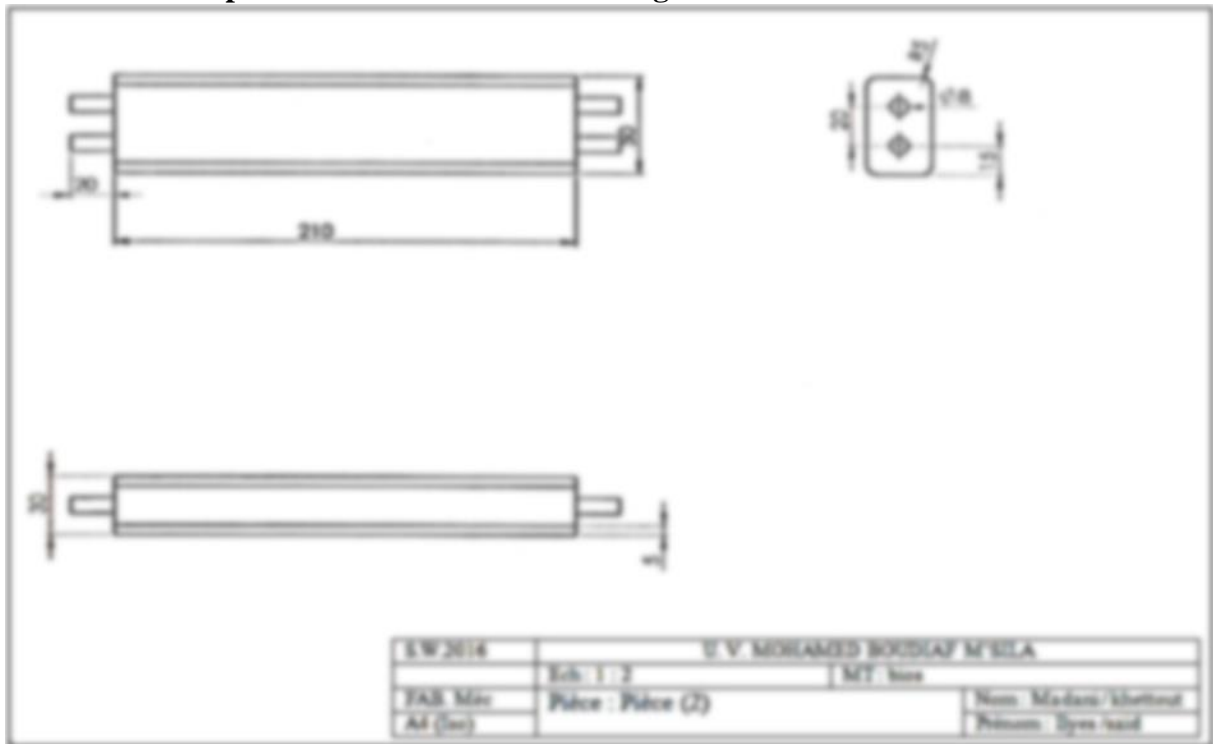


Figure III. 43 Mise en plan (support de chaîne 1).

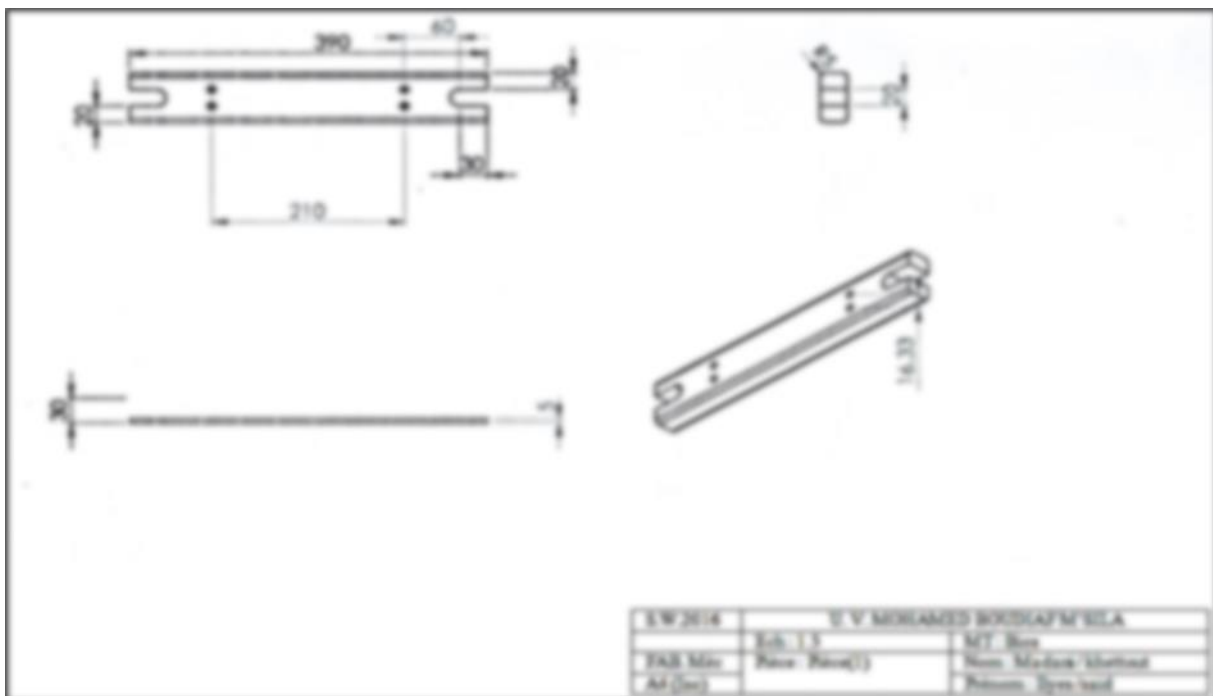


Figure III. 44 Mise en plan (support de chaîne 2).

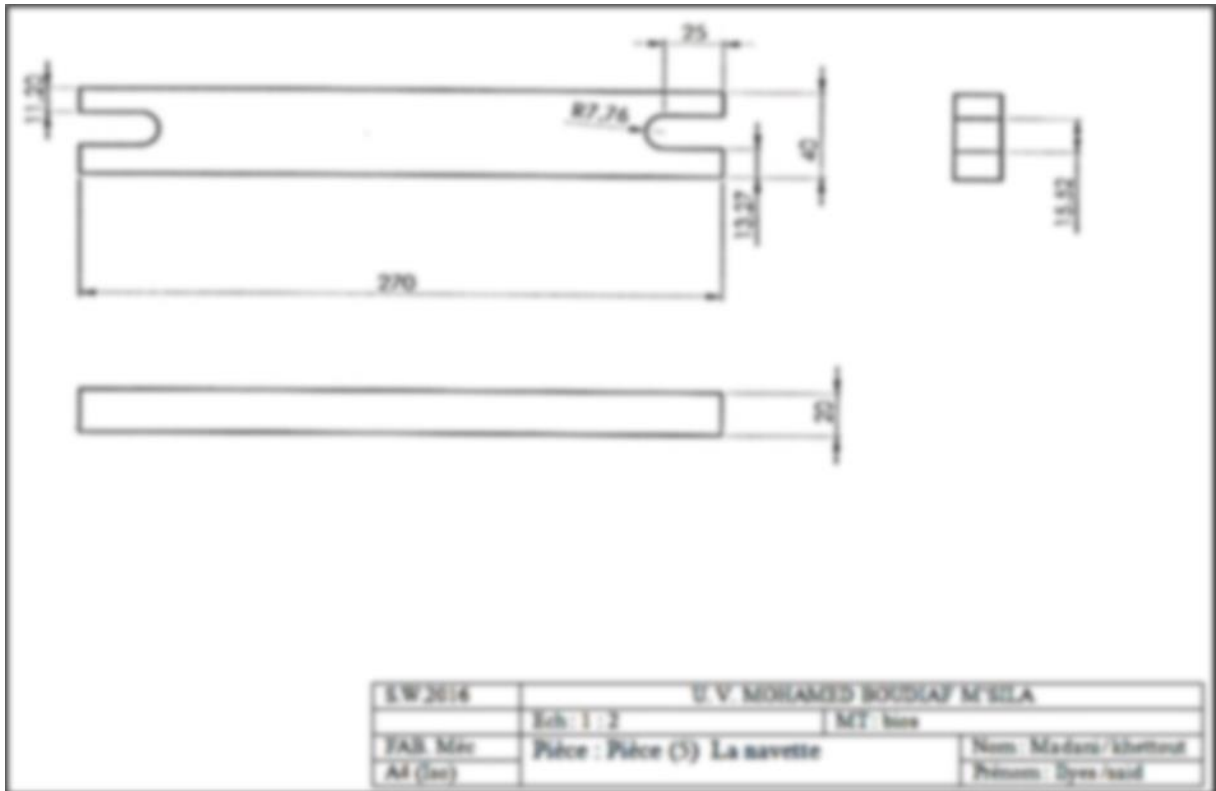


Figure III. 45 Mise en plan (la navette).

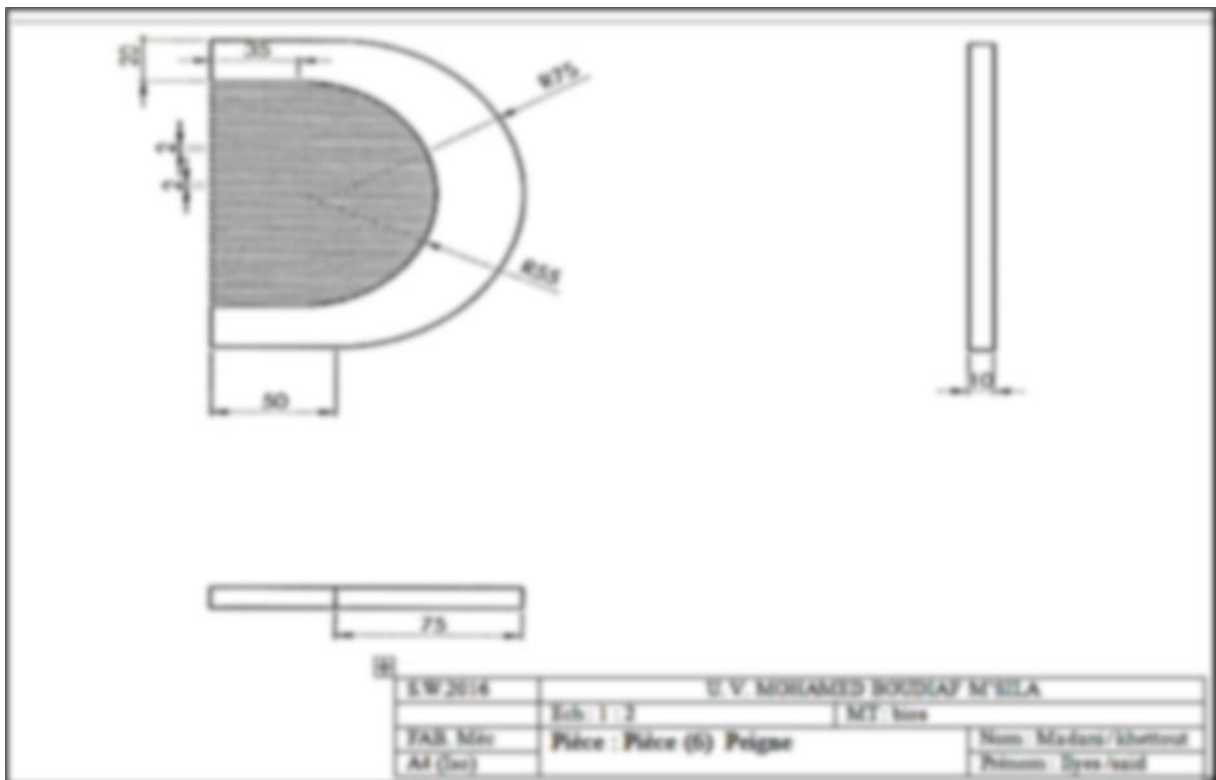


Figure III. 46 Mise en plan (peigne).

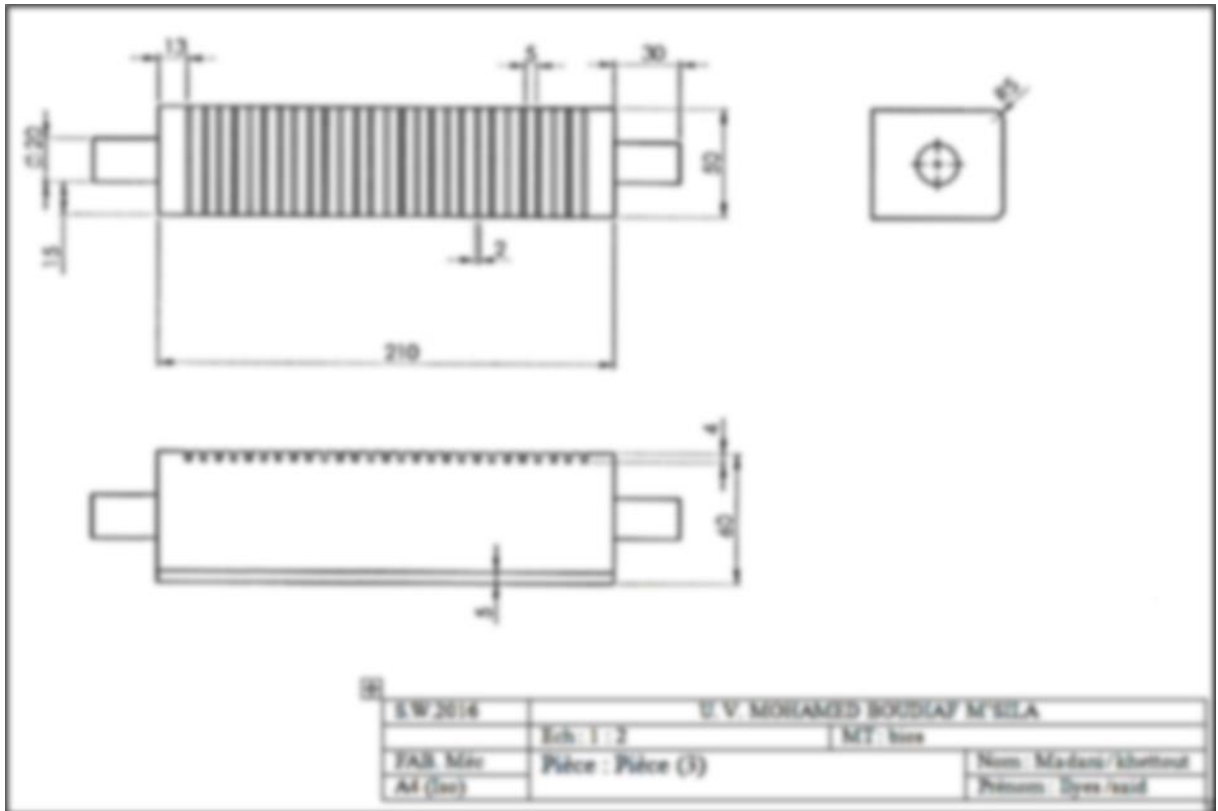


Figure III. 47 Mise en plan (porte fils).

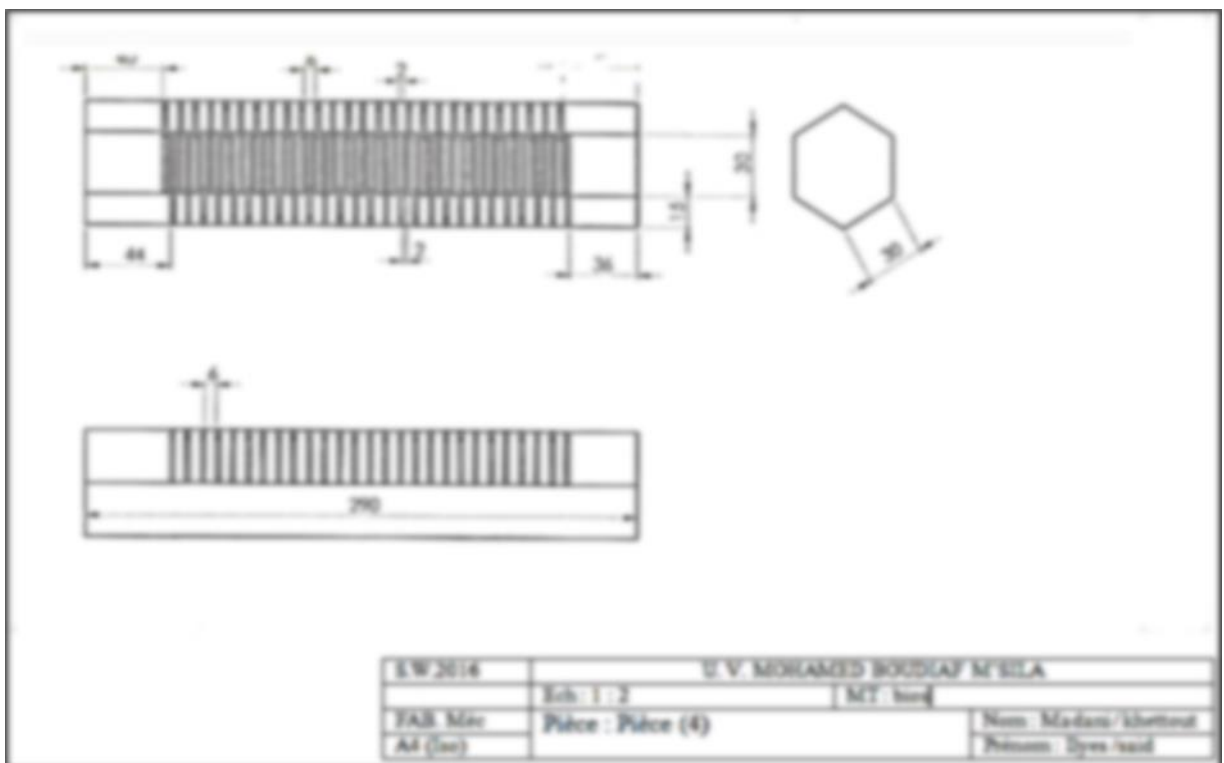


Figure III. 48 Mise en plan (la traverse).

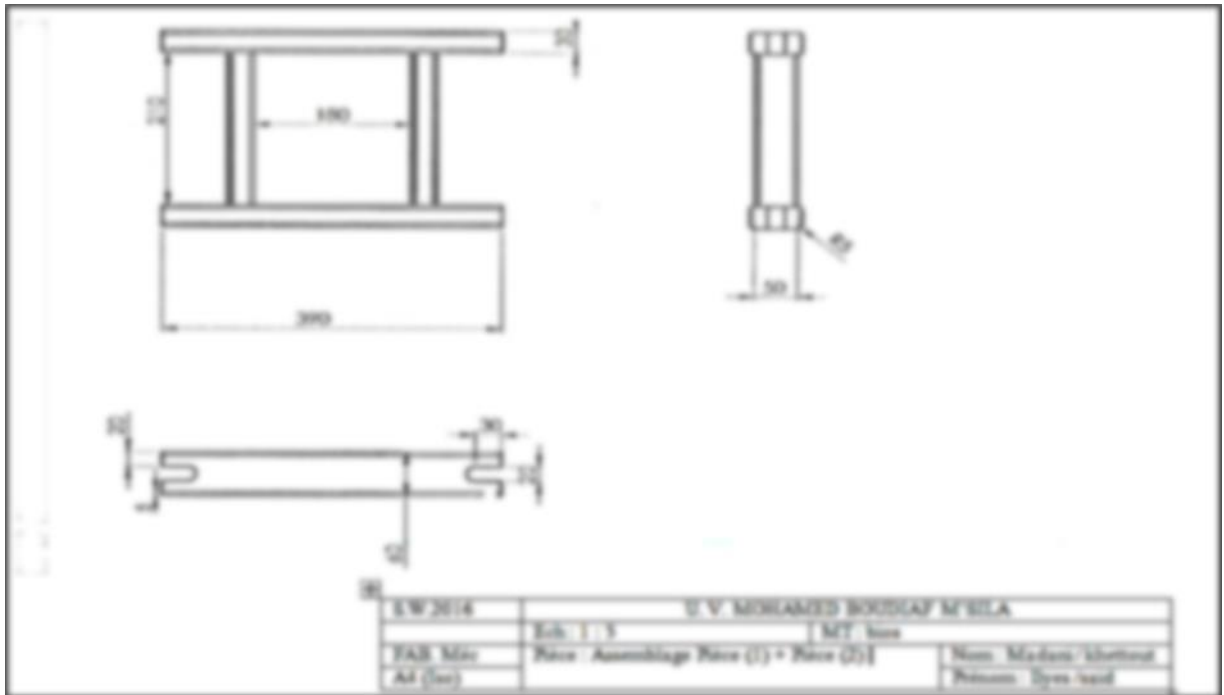


Figure III. 49 Mise en plan (assemblage 1).

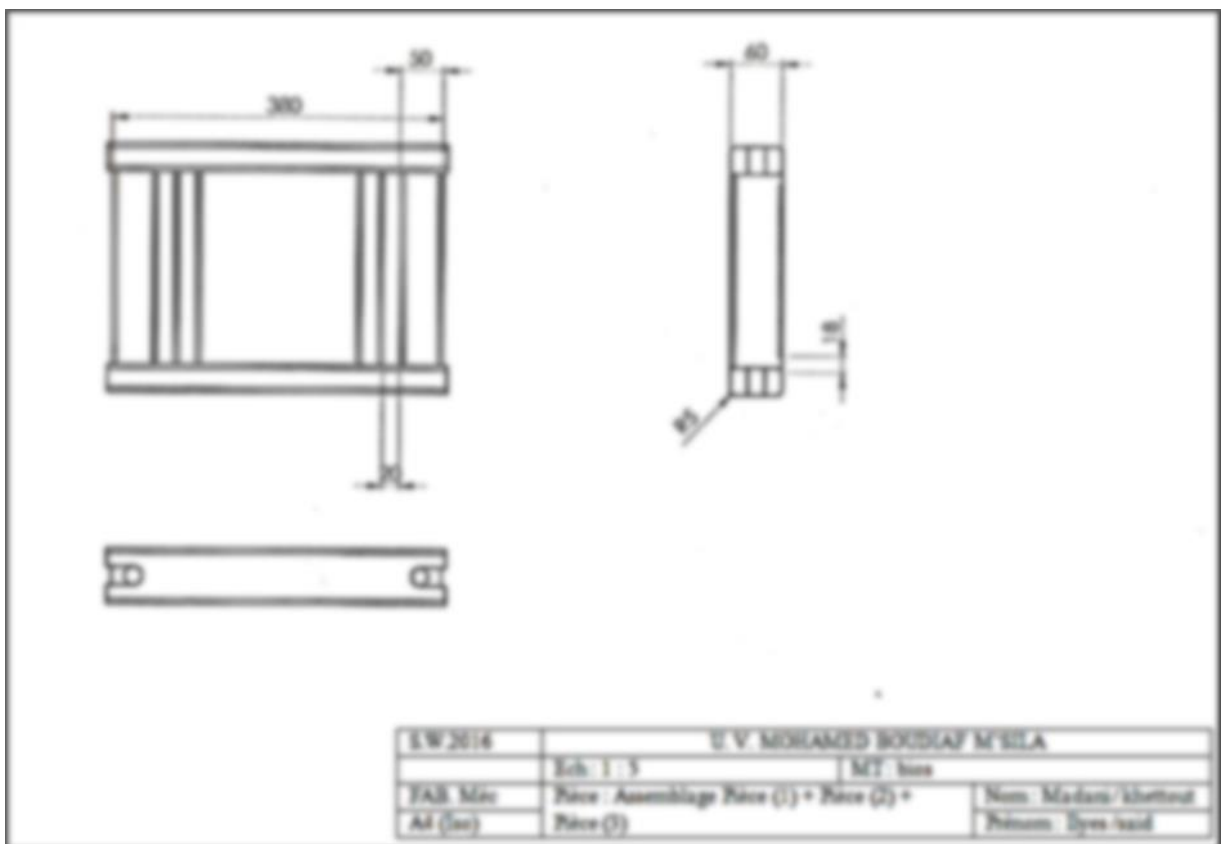


Figure III. 50 Mise en plan (assemblage 2).

III.4.6 Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement du métier à tisser consiste à croiser les fils de chaîne avec le fil de trame et pour le faire, on fait passer les fils de chaîne de l'ensouple arrière à travers des cadres qui servent à soulever les fils de chaîne paire pour créer un espace dont le fil de trame passe à l'aide de la navette ensuite le peigne pour tasser le fil de trame.

III. 5 Conclusion

En résumé, la conception des dispositifs de filage et de tissage doit prendre en compte l'optimisation de l'efficacité et de la productivité, la qualité du produit final et l'intégration de technologies avancées. Ces facteurs combinés contribuent à l'amélioration continue de l'industrie textile, en offrant des textiles de haute qualité.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

La conception des dispositifs de filage et de tissage est un domaine important dans l'industrie textile. Les dispositifs techniques de tissage ont évolué au fil du temps, depuis les techniques artisanales jusqu'aux technologies modernes de tissage numérique. Les dispositifs de filage sont également importants pour la qualité du fil produit, qui dépend de l'uniformité de la longueur et de la proportion de fibres courtes ou cassées. Les fibres de coton sont souvent utilisées pour la fabrication de produits finis tissés ou tricotés, de fil à coudre et de cordages. Bien que le principe de fabrication n'ait pas changé depuis des années, les vitesses de traitement, les techniques de commande et la taille des balles ont évolué. Les propriétés du fil et l'efficacité du traitement sont liées à celles des fibres de coton traitées. En conclusion, la conception des dispositifs de filage et de tissage est un domaine en constante évolution, qui joue un rôle important dans l'industrie textile. Les avancées technologiques continuent d'améliorer la qualité et l'efficacité de ces dispositifs, ce qui permet de produire des textiles de plus en plus sophistiqués et innovants.

Plusieurs perspectives sont envisageables :

- La réalisation de tissus à base de fibres végétales pour les matériaux composites, qui permettent de produire des composites écologiques et durables
- L'optimisation des procédés de filage et de tissage pour obtenir des renforts fibreux de haute qualité, qui répondent aux exigences des applications industrielles.
- L'amélioration de la productivité de l'industrie textile grâce aux progrès techniques.
- La recherche de nouvelles avancées technologiques pour améliorer la qualité et l'efficacité des dispositifs de filage et de tissage.

Ces perspectives permettent de répondre aux enjeux actuels de l'industrie des matériaux composites, qui doit produire des composites de plus en plus durables, écologiques et innovants, tout en améliorant sa productivité et en optimisant ses procédés de fabrication.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CORBIÈRE-NICOLLIER, Tetal, LABAN, B. Gfeller, LUNDQUIST, L., et al. Life cycle assessment of biofibres replacing glass fibres as reinforcement in plastics. *Resources, Conservation and recycling*, 2001, vol. 33, no 4, p. 267-287.
- [2] MARZOVA, M. Advanced composite materials of the future in aerospace industry [J]. *Incas Bulletin*, 2013, vol. 5, no 3, p. 139-150.
- [3] PATEL, Murlidhar, PARDHI, Bhupendra, CHOPARA, Sulabh, et al. Lightweight composite materials for automotive-a review. *Carbon*, 2018, vol. 1, no 2500, p. 151.
- [4] KARADUMAN, Nesrin Sahbaz, KARADUMAN, Yekta, OZDEMIR, Huseyin, et al. Textile reinforced structural composites for advanced applications. *Textiles for advanced applications*, 2017, p. 87.
- [5] RUDOV-CLARK, Shoshanna, MOURITZ, A. P., LEE, L., et al. Fibre damage in the manufacture of advanced three-dimensional woven composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2003, vol. 34, no 10, p. 963-970.
- [6] COUÉGNAT, Guillaume. Approche multiéchelle du comportement mécanique de matériaux composites à renfort tissé. 2008. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.
- [7] BALEY, Christophe. *Fibres naturelles de renfort pour matériaux composites*. Ed. Techniques Ingénieur, 2005.
- [8] Yosr BEN MLIK Valorisation des fibres de kénaf dans des applications textiles et paratextiles Présenté à L'ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS DE MONASTIR page 5.
- [9] HALADA, Kohmei. Progress of ecomaterials toward a sustainable society. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 2003, vol. 7, no 3, p. 209-216.
- [10] MANSOR, M. R., MASTURA, M. T., SAPUAN, S. M., et al. The environmental impact of natural fiber composites through life cycle assessment analysis. In : *Durability and life prediction in biocomposites, fibre-reinforced composites and hybrid composites*. Woodhead Publishing, 2019. p. 257-285.
- [11] MAYA, M. G., GEORGE, Soney C., JOSE, Thomasukutty, et al. Mechanical properties of short sisal fibre reinforced phenol formaldehyde eco-friendly composites. *Polymers from Renewable Resources*, 2017, vol. 8, no 1, p. 27-42.
- [12] TORGAL, F. P. et JALALI, S. Natural fiber reinforced concrete. In : *Fibrous and composite materials for civil engineering applications*. WoodheadPublishing, 2011. p. 154-167.
- [13] PEIJS, Ton. Natural fiber-based composites. *materials Technology*, 2000, vol. 15, no 4, p. 281-285..

- [14] BIDLACK, Jim. Molecular structure and component integration of secondary cell walls in plants. In: Proceedings of the Oklahoma Academy of Science. 1992. p. 51-56.
- [15] PIETAK, Alexis, KORTE, Sandra, TAN, Emelyn, et al. Atomic force microscopy characterization of the surface wettability of natural fibres. Applied surface science, 2007, vol. 253, no 7, p. 3627-3635.
- [16] REBBAH, Abd Eraouf. Étude, Conception et Simulation Sous-SOLIDWORKS d'un Système de freinage «frein-disque type ABS et EBD». 2019.
- [17] HEARLE, J. W. S. The fine structure of fibers and crystalline polymers. III. Interpretation of the mechanical properties of fibers. Journal of applied polymer science, 1963, vol. 7, no 4, p. 1207-1223.
- [18] SUN, Run-Cang, SUN, Xiao-Feng, et WEN, Jian-Lei. Fractional and structural characterization of lignins isolated by alkali and alkaline peroxide from barley straw. Journal of agricultural and food chemistry, 2001, vol. 49, no 11, p. 5322-5330.
- [19] EL BOUSTANI, Meriem. Modification des fibres végétales par un procédé écologique: effets sur la microstructure et la compatibilité avec les matrices polymériques. 2016. Thèse de doctorat. Université du Québec à Trois-Rivières.
- [20] 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.
- [21] TEUSCHER, Jan-Markus. Neue experimentelle Designs zum Thema Naturstoffe im Chemieunterricht: Chemie mit Pilzen. 2011. Thèse de doctorat.
- [22] WU, Yankai, LI, Yanbin, et NIU, Bin. Assessment of the mechanical properties of sisal fiber-reinforced silty clay using triaxial shear tests. The Scientific World Journal, 2014, vol. 2014.
- [23] SENTHILKUMAR, K., SABA, Naheed, RAJINI, N., et al. Mechanical properties evaluation of sisal fibre reinforced polymer composites: A review. Construction and Building Materials, 2018, vol. 174, p. 713-729.
- [24] BLEDZKI, A. K. et GASSAN, Jochen. Composites reinforced with cellulose based fibres. Progress in polymer science, 1999, vol. 24, no 2, p. 221-274.
- [25] TAJ, Saira, MUNAWAR, Munawar Ali, et KHAN, Shafiullah. Natural fiber-reinforced polymer composites. Proceedings-Pakistan Academy of Sciences, 2007, vol. 44, no 2, p. 129.
- [26] GRÉGOIRE, Marie, BARTHOD-MALAT, Benjamin, LABONNE, Laurent, et al. Investigation of the potential of hemp fibre straws harvested using a combine machine for the production of technical load-bearing textiles. Industrial crops and products, 2020, vol. 145, p. 111988.

- [27] SILVA, Rafael, HARAGUCHI, Shirani K., MUNIZ, Edvani C., et al. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e emcompósitos. *Química Nova*, 2009, vol. 32, p. 661-671.
- [28] 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.
- [29] YAHYI, Fatima Zahra. Caractérisation physique d'une fibre végétale (le DISS. 2016. Thèse de doctorat. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- [30] FEHRI, Meriem. Comportements mécanique et hydrique des composites renforcés par des fibres naturelles et/ou conventionnelles. 2018. Thèse de doctorat. Normandie Université; Université de Sfax (Tunisie).
- [31] DE ANDRADE SILVA, Flavio, CHAWLA, Nikhilesh, et DE TOLEDO FILHO, Romildo Dias. Tensile behavior of high performance natural (sisal) fibers. *Composites Science and Technology*, 2008, vol. 68, no 15-16, p. 3438-3443.
- [32] BENSADOUN, Farida, VERPOEST, Ignace, BAETS, Joris, et al. Impregnated fibre bundle test for natural fibres used in composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 2017, vol. 36, no 13, p. 942-957.
- [33] SÁNCHEZ-CRUZ, M. L., PATIÑO-CASTRO, W. A., et CÁRDENAS-PULIDO, J. W. Methods of Surface Treatment and its effect on the Physical and Mechanical Properties of Guadua Fibers. *Scientia et Technica*, 2020, vol. 25, no 1.
- [34] FARUK, Omar, BLEDZKI, Andrzej K., FINK, Hans-Peter, et al. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. *Progress in polymer science*, 2012, vol. 37, no 11, p. 1552-1596.
- [35] SANTILLÁN ALARCÓN, Ninel Estefanía. Utilización de fibras naturales para el desarrollo de morteros reforzados con fibras. 2020. Thèse de maîtrise. Universitat Politècnica de Catalunya.
- [36] VELÁSQUEZ RESTREPO, Sandra Milena, PELAÉZ ARROYAVE, Gabriel Jaime, et GIRALDO VÁSQUEZ, Diego Hernán. Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica: una revisión con miras a su aplicación en el diseño de nuevos productos. 2016.
- [37] RIOS, AMALIA AGUILAR et GONZALEZ, ALEX VALADEZ. Efecto de la modificación superficial por plasma de etileno a presión atmosférica sobre las propiedades mecánicas de fibras de henequén y en su resistencia interfacial al cortante con polietileno de alta densidad.

- [38] ACUÑA, J. D. Refinamiento y funcionalización de fibras naturales en el desarrollo de un material compuesto de matriz de PVC reforzado con fibras lignocelulósicas. 2007. Thèse de doctorat. Tesis de maestría no publicada. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Recuperado el 11 de Agosto de 2012.
- [39] SULLCAHUAMÁN, J. A., FUENTES, C. A., MATEO, M., et al. Materiales compuestos de cemento, papel reciclado, quitosano y refuerzo de fibras de sisal químicamente modificadas. In : Proceedings del 8° Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, Cusco. 2007.
- [40] PINOS, A. et BRAULIO, J. Modification of the cellulose obtained from banana fiber for to use in biodegradable polymers. *Afinidad*, 2019, vol. 76, no 585, p. 45-51.
- [41] ENCISO, B., DE ARMENTIA, S. López, ABENOJAR, J., et al. Influencia del tratamiento superficial en la resistencia y adhesión entre fibras naturales de lino y una matriz termoplástica. *Materiales Compuestos*, 2018, vol. 2, no 3, p. 40-43.
- [42] BETANCOURT, Santiago, GAÑÁN, P., JÍMENEZ, A., et al. Degradación térmica de fibras naturales procedentes de la calceta de plátano (estudio cinético). *Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 2009, vol. 1, no S1, p. 215-219.
- [43] GUTIÉRREZ, I., ZULUAGA, R., CRUZ, J., et al. Influencia del tratamiento con vapor sobre la estructura y comportamiento físico-mecánico de fibras de plátano. *Información tecnológica*, 2005, vol. 16, no 2, p. 15-21.
- [44] ROOIJAKKERS, T. Unraveling Beni Hassan: Textile Production in the Beni Hassan Tomb Paintings. 2005.
- [45] MCINTYRE, J. E. Synthetic Fibers: Nylon. Polyester, Acrylic, Polyolefin, 2005, p. 1-19.
- [46] CARAMARO, Laurence. *Fibres et fils à usage technique*. Ed. Techniques Ingénieur, 2005.
- [47] WULFHORST, B., GRIES, T., et VEIT, D. *Textile technology (English ed.)*. Munich: Cincinnati, Ohio: Hanser, 2006.
- [48] LORD, P. R. et MOHAMED, M. H. *Weaving: Conversion of Yam to Fabric*. Merrow Technical Library, 1982.
- [49] FARRA, Fadi. *Etude du tissage de filaments de très faibles diamètres : conception d'une machine de micro tissage*. 2009. Thèse de doctorat. Mulhouse.
- [50] ADANUR, S. *Handbook of weaving.*, Technomic Publishing Company, Inc. 2001.
- [51] LAMBRETTEA., *Tout le tissage*, Les Editions Textile et Technique, Tome IV, 1948.
- [52] south California department of education, *textile processing*, volume 1,1977.
- [53] DREAN, J. Y. *Cours de tissage*. Université de Haute Alsace, 2000.

