



## Faculté de Technologie

### Mémoire

Présentée par :

**OUAGUENOUNI Hocine**  
**LARDJEM Abdellah**

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

**Filière : Génie Mécanique**

**Option : Fabrication Mécanique**

**TITRE : Conception du cylindre inférieur de tricotage ayant un diamètre de  $2'' \frac{3}{4}$  pour la fabrication de la bande jersey en coton avec une taille de 5-7 cm sur une machine BENTLEY COMET.**

#### Devant le jury composé de :

Mr	A. BELLAL	UMBB	Président
Mr	M. CHALLA	UMBB	Membre
Mr	R. HALFAOUI	UMBB	Encadreur

Année Universitaire 2020/2021

# Dédicaces

## **Hocine**

*A mes très chers parents, pour leurs sacrifices durant toutes ces années d'études.*

*A mon frère « Hossem » et mes sœurs « Rania et Youssra » qui m'ont toujours encouragé et m'ont donné la volonté d'arriver jusque-là.*

*A mon binôme Abdellah en témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble,*

*A tous les proches de ma famille particulièrement Farida.*

*A tous mes très chers amis spécialement **Sabrina**, Wafa, Maroua et ma team imbra.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.*

## **Abdellah**

*A mes très chers parents, pour leurs sacrifices durant toutes ces années d'études.*

*A mon frère qui m'a toujours encouragé et qui m'a donné la volonté d'arriver jusque-là.*

*A mon binôme Hocine en témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble,*

*A tous les proches de ma famille*

*A tous mes très chers amis spécialement **abderrazak**, Djalel, Aboubaker, Mohamed, Walid, Raouf, Abdeldjalil, Wafa et Maroua*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.*

# *Remerciements*

En préambule à ce mémoire nous rendons grâce à ALLAH, le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force, la volonté et surtout le courage pour mener à bout ce modeste travail.

Nos plus sincères remerciements s'adressent à notre encadreur Monsieur HALFAOUI Rachid, pour ses précieux conseils et encouragements. Merci pour votre confiance et le temps que vous avez bien voulu consentir à l'aboutissement de ce mémoire.

Nous le remercions encore une fois pour ses qualités humaines pour s'être montré à l'écoute et disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide, le soutien permanent et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer.

Ce travail a été effectué au sein de l'entreprise « ENSP » Alger sous la direction de Monsieur BOURAOUI Ali. Nous lui exprimons notre profonde gratitude d'avoir accepté de nous diriger ainsi que pour ses encouragements et ses conseils avisés afin de nous orienter au mieux pendant toute la durée de notre stage.

Nous remercions aussi chaleureusement tout l'ensemble du personnel de l'entreprise « ENSP ».

Un grand merci à Mr BELLAL et MR CHALLA nos enseignants au niveau des ateliers qui nous ont donné de leur temps afin de nous aider et de nous guider vers les références exactes.

Nous adressons nos respectueux remerciements aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nos vifs et sincères remerciements à nos familles pour nous avoir soutenus, nous ne serons jamais assez reconnaissants envers nos parents qui nous ont permis de chercher au plus profond de nous-même la force, la volonté et la persévérance à même d'arriver à cet instant de notre vie.

Notre profonde gratitude s'adresse aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

# TABLE DES MATIÈRES

Dédicasse .....	i
Remerciements.....	ii
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	3
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	v
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	xii

## *Introduction*

Introduction .....	1
1. Qu'est-ce que la fabrication .....	1
2. Les matériaux dans la fabrication .....	4
3. Les processus de production .....	4
4. Histoire de la révolution industrielle du domaine textile.....	6
5. La machine à tricoter circulaire (Bentley Comet).....	6

## *Chapitre 1 : les textiles circulaires étroits et propriétés de la bande jersey*

I.1. Textiles circulaires étroits.....	8
I.1.1. La structure de la boucle .....	8
I.1.2. La longueur de la course.....	9
I.1.3. Les rangées .....	9
I.1.4. Les colonnes .....	9
I.1.5. La densité des points.....	9
I.1.6. La géométrie .....	9
I.2. Les principales caractéristiques de la machine à tricoter .....	10
I.2.1. L'aiguille .....	10
I.2.2. L'entraînement de l'étoffe.....	10
I.2.3. Le tricotage de base d'une aiguille.....	11
I.2.4. Le tricotage .....	13
I.2.5. Le système de came .....	14
I.3. Les propriétés mécaniques.....	15
I.3.1. L'élasticité .....	15
I.2.2. Les textiles élastiques .....	15
I.2.3. Extensibilité .....	16
I.3. Propriétés de confort.....	16
I.3.1 Processus impliqués dans la transmission de l'humidité à travers les textiles.....	16
I.3.2. Le processus de diffusion .....	16
I.3.3. Le processus de sorption-désorption .....	18
I.3.4. Processus de convection .....	19
I.4. Conclusion .....	21

**Chapitre 2 : Enoncé de la problématique du sujet et préparation des données de fabrication**

II. Notions.....	23
II.2. Calcul de la vitesse des cylindres et des aiguilles .....	23
II.3. Formation des mailles.....	25
II.4. Problème pour le calcul du diamètre du cylindre .....	26
II.5. Calcul du diamètre du cylindre du projet.....	28
II.6. Données d'usinage.....	30
II.7. Choix du matériau.....	30
II.8. Propriétés.....	31
II.9. Domaines d'application.....	31
II.10. Caractéristiques mécaniques moyennes (état normalisé) .....	31

**Chapitre 3 : Schéma de définition et cotation fonctionnelle**

III. Introduction .....	33
III.1. Dessins et côtes [33].....	33
III.1.1. Dessin de définition.....	33
III.1.2. Définition de la mise en position des pièces .....	35
III.1.3. Caractéristique de la première pièce .....	35
III.1.4. Caractéristique de la deuxième pièce .....	35
III.2. Les cotes de fabrication [34] .....	39
III.2.1. Cote directe .....	39
III.2.2. Cote transfert.....	39
III.2.3. Cote méthodes.....	39
III.2.4. Cote condition .....	40
III.3. Tolérance économique .....	40

**Chapitre 4 : Usinage des cylindres de tricotage**

IV. Introduction.....	43
IV .1. Plateau deviseur .....	43
IV .1.1. Calculer de taillage.....	45
IV .2. Condition de coupe .....	45
IV .2.1. Les paramètres de coupe.....	45
IV .2.2. Les formules de coupe .....	45
IV .3. La Gamme d'usinage .....	46

**Chapitre 5 : Généralités de tournage**

V. Introduction .....	56
V.1. Le tournage mécanique.....	56
V.2. Définition du tournage mécanique .....	57
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>62</b>

# LISTE DES FIGURES

## *Introduction*

Figure 1. Plan de production .....	3
Figure 2. Classification des quatre catégories de matériaux.....	5

## *Chapitre 1 : les textiles circulaires étroits et propriétés de la bande jersey*

Figure I. 1. Formation des boucles.....	8
Figure I. 2. Processus de la formation de la boucle.....	11
Figure I. 3. Platines pour le rabattement des mailles.....	12
Figure I. 4. Cycle de tricotage d'une machine à aiguille en jersey .....	14
Figure I. 5. Cames des aiguilles (en bas) et des platines (en haut) .....	15

## *Chapitre 2 : Énoncé de la problématique du sujet et préparation des données de fabrication*

Figure II. 1. Différentes taille de bandes jersey.....	23
Figure II. 2. Schéma cinématique de la transmission du mouvement vers les cylindres d'aiguilles.....	24
Figure II. 3. Etapes de formation de la maille dans une machine à platine verticale .....	26
Figure II. 4. Structure de l'étoffe jersey .....	27
Figure II. 5. Calcul de l'arc de cercle .....	27
Figure II. 6. Calcul du diamètre cylindre du projet .....	28
Figure II. 7. Cylindre des aiguilles.....	29

## *Chapitre 3 : Schéma de définition et cotation fonctionnelle*

Figure III. 1. Dessin de définition d'un assemblage des pièces.....	34
Figure III. 2. Embase du mécanisme en ½ coupe.....	35
Figure III. 3. Dessin de définition de la première pièce .....	36
Figure III. 4. Modèle 3D de la première pièce .....	36
Figure III. 5. Dessin de définition de la deuxième pièce .....	37
Figure III. 6. Modèle 3D de la deuxième pièce.....	37
Figure III. 7. Dessin de définition de la troisième pièce.....	38
Figure III. 8. Modèle 3D de la troisième pièce.....	38

## *Chapitre 4 : Usinage des cylindres de tricotage*

Figure IV. 1. Deviseur a disque ou division indirect .....	44
Figure IV. 2. Composant de diviseur .....	44
Figure IV. 3. Représentation l'opération de tournage de premier montage.....	48
Figure IV. 4. Représentation l'opération de tournage de deuxième montage.....	49
Figure IV. 5. Représentation l'opération de tournage pour le deuxième montage.....	52
Figure IV. 6. Représentation opération de taillage avec la fraise scie .....	53

## *Chapitre 5 : Généralités de tournage*

Figure V.1. La machine de tournage mécanique .....	54
Figure V.2. Schéma de la machine .....	54
Figure V. 3. Procédure de tournage. Photo DGM.FT.UMBBoumerdes.....	58
Figure V. 4. Opération de dressage.....	56
Figure V. 5. Outil de dressage.....	59
Figure V. 6. Opération de chariotage.....	56
Figure V. 7. Outil de chariotage.....	59
Figure V.8. Opération de chan freinage .....	57
Figure V.9. Outil de chan freinage.....	57
Figure V.10. Opération de rainurage.....	57

Figure V.11. Outil de rainurage .....	57
Figure V. 12. Opération de tronçonnage .....	58
Figure V. 13. Outil de tronçonnage.....	61
Figure V. 14. Opération de filetage.....	58
Figure V. 15. Outil de filetage .....	61
Figure V. 16. Opération de perçage .....	59
Figure V. 17. Outil (foret) de perçage.....	62
Figure V. 18. Opération d'alésage .....	59
Figure V. 19. Outil d'alésage.....	62
Figure V. 20. Opération de taraudage .....	60
Figure V. 21. Outil de taraudage.....	63

## LISTE DES TABLEAUX

### *Chapitre 2 : Enoncé de la problématique du sujet et préparation des données de fabrication*

Tableau II. 1. Composition chimique (S. BENZAADA, 2008).....	30
Tableau II. 2. Caractéristiques mécaniques moyennes. ....	31

### *Chapitre 3 : Schéma de définition et cotation fonctionnelle*

Tableau III. 1. Les valeurs usuelles des copeaux minimum Cpm.....	39
Tableau III. 2. Valeurs usuelles des copeaux minimal pour les principales opérations d'usinage.....	40
Tableau III. 3. Tolérance économique qui permet la réalisation.....	41
Tableau III.4. Valeurs usuelles des tolérances économiques.....	41

### *Chapitre 4 : Usinage des cylindres de tricotage*

Tableau IV. 1. Différents disques de plateau diviseur.....	44
Tableau IV. 2. Succession des phases d'usinage.....	47
Tableau IV. 3. Succession des phases d'usinage.....	50
Tableau IV. 5. Succession des phases d'usinage.....	51
Tableau IV. 6. Succession des phases d'usinage.....	53
Tableau IV. 7. Représentation de la phase de taillage des rainures. ....	54

---

---

# **INTRODUCTION**

---

# Introduction

## 1. Qu'est-ce que la fabrication

Le mot fabrication est dérivé de deux mots latins, Manus (main) et factums (faire), la combinaison signifie faite à la main. Le mot anglais manufacture est vieux de plusieurs siècles, il signifie made by hand, il décrit avec précision les méthodes manuelles utilisées [1]. Actuellement, la plupart des fabrications modernes sont réalisées par des machines automatisées et contrôlées par ordinateur.

L'histoire de la fabrication peut être séparée en deux sujets :

- La découverte et l'invention de matériaux et des processus pour fabriquer des machines.
- Le développement des systèmes de production.

Les matériaux et les processus pour fabriquer les mécanismes et les machines sont vieux de plusieurs millénaires. Certains des processus, comme le moulage, le martelage (forgeage) et le meulage – remontent à 6 000 ans ou plus. Les premières fabrications d'outils et des armes ont été faite d'une façon artisanale. Les anciens Romains avaient ce qu'on pourrait appeler des usines pour produire des armes, des fabriques de poterie et de verrerie, et d'autres produits de l'époque, mais les procédures étaient largement basées sur l'artisanat.

Les systèmes de fabrication se réfèrent aux manières d'organiser les personnes et les équipements afin que la production puisse être effectuée plus efficacement. Plusieurs évènements et découvertes historiques se démarquent comme ayant eu un impact majeur sur le développement de systèmes de fabrication modernes [2].

La révolution industrielle (vers 1760-1830) a un impact majeur sur la production de plusieurs manières [3]. Elle a marqué le passage d'une économie basée sur l'agriculture et de l'artisanat à celle basée sur l'industrie et la fabrication. Le changement a commencé en Angleterre, où une série de machines ont été inventées et la puissance de la vapeur a remplacé l'eau, le vent et la force animale. Ces avancées donnèrent à l'industrie britannique des avantages significatifs par rapport aux autres nations [4].

L'Angleterre tenta de restreindre l'exportation des nouvelles technologies, cependant, la révolution finalement s'étend à d'autres pays européens et aux États-Unis [5]. Plusieurs inventions de la révolution industrielle ont fortement contribué au développement de la fabrication [6] :

- la machine à vapeur de Watt, une nouvelle technologie de production d'énergie pour l'industrie
- les machines-outils, à commencer par l'aléreuse de John Wilkinson vers 1775
- la machine à filer, le métier à tisser mécanique et d'autres machines pour l'industrie textile qui ont permis des augmentations significatives de la productivité
- le système d'usine, une nouvelle façon d'organiser un grand nombre de travailleurs de la production basé sur la division du travail.

Un concept important était introduit aux États-Unis, c'est la fabrication de pièces interchangeables. Beaucoup de crédit pour ce concept ont été donné à Eli Whitney (1765-1825), bien que son importance ait été reconnue par d'autres. La façon traditionnelle de fabriquer des armes à feu à l'époque consistait à fabriquer chaque pièce sur mesure pour une arme particulière, puis à assembler les pièces à la main en utilisant une lime. Whitney croyait que les composants pourraient être fabriqués avec suffisamment de précision pour permettre l'assemblage de pièces sans ajustement.

Après plusieurs années de développement dans son usine du Connecticut, il se rend à Washington en 1801 pour en démontrer le principe. Il a disposé les composants devant des représentants du gouvernement, dont Thomas Jefferson, et a procédé à la sélection aléatoire des pièces à assembler. Le secret de sa réussite était la collection de machines spéciales, d'appareils et de jauges qu'il avait développées dans son usine. La fabrication de pièces interchangeables a nécessité de nombreuses années de développement avant de devenir une réalité pratique, mais elle a révolutionné les méthodes de fabrication, c'est une condition préalable à la production de masse.

Vers le milieu et la fin des années 1800 ont vu l'expansion des chemins de fer, des navires à vapeur et d'autres machines qui ont créé un besoin croissant de fer et d'acier. De nouvelles méthodes de production d'acier ont été développées pour répondre à cette demande.

Au cours de cette période, plusieurs produits de consommation ont été développés, notamment la machine à coudre, le vélo et l'automobile. Pour répondre à la demande massive de ces produits, des méthodes de production plus efficaces étaient nécessaires.

Certains historiens identifient les développements au cours de cette période comme la deuxième révolution industrielle, caractérisé par ses effets sur la fabrication des systèmes par la

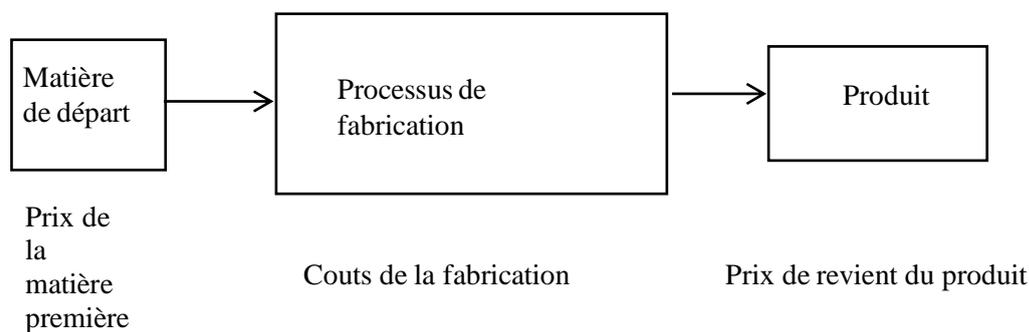
production de masse, la gestion scientifique des mouvements, les lignes de montage, et l'électrification des usines.

À la fin des années 1800, la gestion scientifique se développait aux États-Unis en réponse au besoin de planifier et de contrôler les activités d'un nombre croissant d'ouvriers de la production. La gestion scientifique comprenait plusieurs fonctionnalités :

- L'étude du mouvement, visant à trouver la meilleure méthode pour effectuer une tâche donnée
- Etude du temps, pour établir des normes de travail pour un emploi
- Une large utilisation des normes dans l'industrie
- Le tarif à la pièce système et les plans similaires d'incitation au travail
- L'utilisation de la collecte de données, de la tenue de registres et de la comptabilité analytique dans les opérations de l'usine.

Henry Ford (1863-1947) a introduit la chaîne de montage en 1913 dans son usine de Highland Park, Michigan. La chaîne de montage a rendu possible la production en série de produits de consommation complexes. L'utilisation de méthodes de chaîne de montage a permis à Ford de vendre une automobile pour 500 \$. En 1881, la première centrale électrique a été construite à New York, et plus tard les moteurs électriques ont été utilisés comme source d'énergie pour faire fonctionner les machines des usines.

Il s'agissait d'un système de distribution d'énergie beaucoup plus pratique que les moteurs à vapeur. En 1920, l'électricité avait dépassé la vapeur comme principale source d'énergie dans les usines américaines. Le vingtième siècle a été une période de plus de progrès technologiques que dans tous les autres siècles combinés. Bon nombre de ces développements ont abouti à l'automatisation de la fabrication. Voici dans la figure 1 ci-dessous montre comment est organisé un processus de fabrication.



**Figure 1.** Plan de production.

## **2. Les matériaux dans la fabrication**

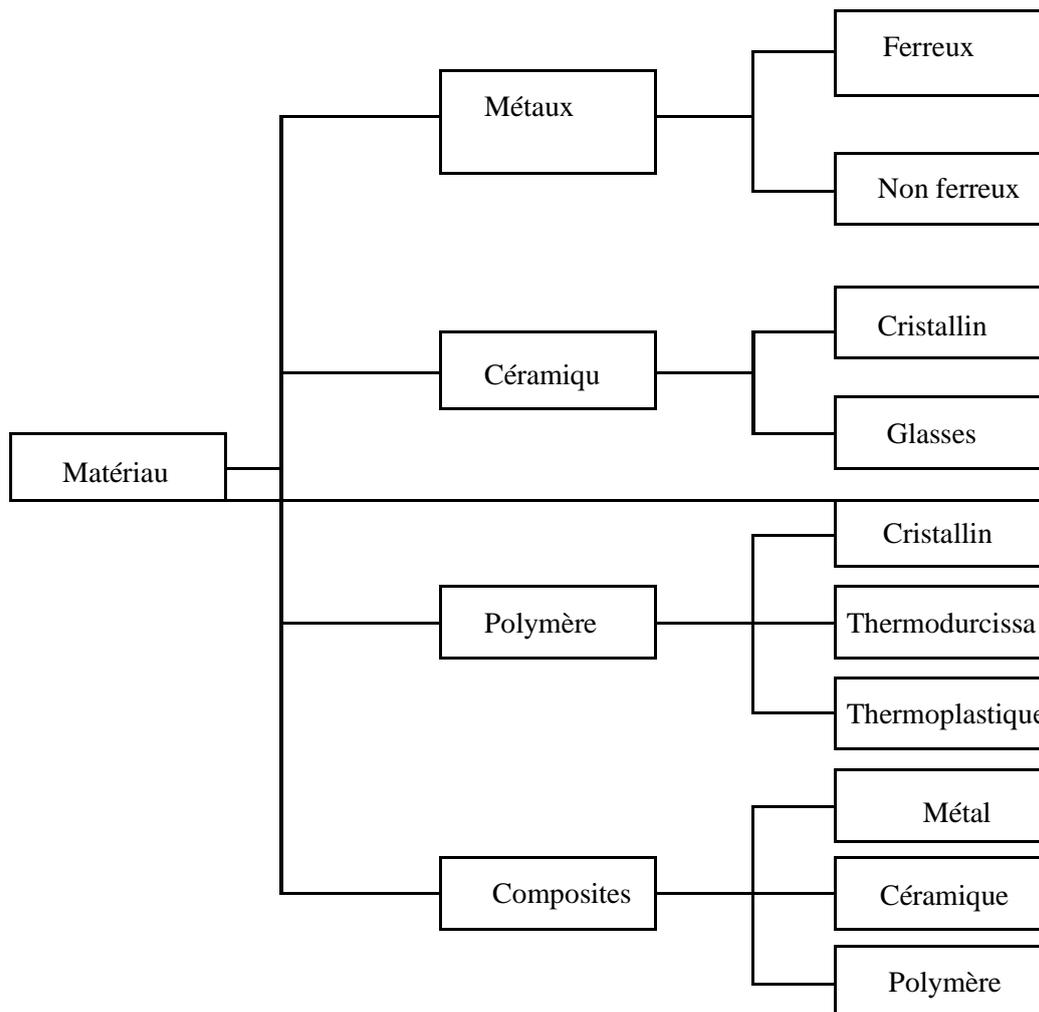
La plupart des matériaux d'ingénierie peuvent être classés dans l'une des trois catégories de base:

- les métaux,
- les céramiques
- les polymères
- Les composites

Leurs chimies sont différentes, leurs propriétés mécaniques et physiques sont différentes, et ces différences affectent les processus de fabrication qui peuvent être utilisés pour fabriquer des produits à partir de ces matériaux. En plus des trois catégories de base, il existe les composites, ce sont des mélanges non homogènes des trois autres types de matériaux [7].

## **3. Les processus de production**

Un processus de fabrication est une procédure conçue qui entraîne des modifications physiques et/ou chimiques d'un matériau de travail de départ dans le but d'augmenter la valeur de ce matériau. Un processus de fabrication est généralement réalisé comme une opération unitaire, ce qui signifie qu'il s'agit d'une seule étape dans la séquence d'étapes nécessaires pour transformer le matériau de départ en un produit final.



**Figure 2.** Classification des quatre catégories de matériaux.

Les opérations de fabrication peuvent être divisées en deux types de base :

- les opérations de traitement
- les opérations d'assemblage.

Une opération de traitement transforme un matériau de travail d'un état d'achèvement à un état plus avancé qui est plus proche du produit final souhaité. Il ajoute de la valeur en modifiant la géométrie, les propriétés ou l'apparence du matériau de départ. En général, les opérations de traitement sont effectuées sur des pièces de travail discrètes.

Certaines opérations de traitement sont également applicables aux articles assemblés (par exemple, la peinture d'une carrosserie de voiture soudée par points). Une opération d'assemblage joint deux ou plusieurs composants pour créer une nouvelle entité, appelé un assemblage.

Les opérations de traitement se résument en ce qui suit :

- Processus de mise en forme
- Processus d'amélioration des propriétés
- Traitement de surface

#### **4. Histoire de la révolution industrielle du domaine textile**

L'industrie textile est la première à être mécanisée dès la deuxième moitié du 18<sup>e</sup> siècle [8].

- 1733 : (John Kay) invente la navette volante qui permet de tisser quatre fois plus vite et des tissus plus larges. Il fallait donc quatre fileurs pour un tisserand. Cette rupture d'équilibre provoque en cascade d'autres inventions techniques.
- 1765 : (James Hargreaves) brevète le métier à filé à huit broches. Hargreaves est un ouvrier tisserand illettré [9]. Sa machine est détruite par des ouvriers tisseurs furieux de perdre leur travail et il meurt dans la pauvreté.
- 1769 : (Richard Arkwright) invente la première fileuse mécanique qui utilise l'eau comme force motrice, basée sur le modèle de la machine à filer brevetée par (Lewis Paul) en 1738.
- 1785 : (Edmund Cartwright), de (Leicester), invente le premier métier à tisser mécanique.
- 1801 : (Joseph Marie Jacquard) met au point le métier Jacquard conduit par un seul ouvrier au lieu de plusieurs comme auparavant.
- 1829 : (Barthélemy Thimonnier) invente la machine à coudre à fil continu.

En 1800, 80 % du coton est tissé mécaniquement avec des « mules » dans le (Lancashire).

En 1815, en Angleterre, 2 500 métiers mécaniques sont recensés contre 250 000 à bras [10].

#### **5. La machine à tricoter circulaire (Bentley Comet)**

Les années 1950 ont été une décennie chargées pour l'industrie britannique dans le domaine de la construction des machines à tricoter, les entreprises remplacent les anciennes machines usées et investissent dans de nouvelles machines. La Bentley Engineering Co. Ltd a émergé au cours de cette période comme la plus grande entreprise de machines à tricoter au monde avec un effectif de 4 000 personnes. Les prises de contrôle ont donné à la société le contrôle de Wildt & Co. Ltd, William Cotton Ltd, G. Blackburn & Sons Ltd, William Hammond & Son Ltd, J.T. & C. Grudgings Ltd, G. Woodcock & Sons Ltd, T. Grieve & Co. et Clarendon

Eng. Co. Ltd. La société a continué à se développer, elles employaient 9 000 ouvriers en 1970. Le groupe Bentley a acquis un large éventail de savoir-faire au travers ses rachats.

La machine à tricoter cylindrique de Bentley et utilisée pour fabriquer des textiles circulaires en coton et en matière synthétiques pour différent usage. Elle se compose de deux cylindres animés d'une même vitesse de rotation à deux chutes de fil. Les cylindres sont rainurés dans lesquelles sont logées des aiguilles de tricotage entraînées par des slides. Le slide porte des talons poussés par des cames afin d'exécuter un mouvement sinusoïdal suivant une certain amplitude.

---

# CHAPITRE 1

---

## **LES TEXTILES CIRCULAIRES ETROITS ET PROPRIETES DE LA BANDE JERSEY**

---

## I.1. Textiles circulaires étroits

Les étoffes tricotées peuvent être divisés en jersey simple ou double selon qu'ils ont été tricotés avec un ou deux cylindres d'aiguilles. Les structures tricotées sont construites progressivement en convertissant les nouvelles boucles dans les crochets, puis fabriquer de nouvelles en commençant par les anciennes qui ont été conservées lors du cycle de tricotage précédent. Les aiguilles libèrent en même temps les anciennes boucles mais restent toujours suspendues par les crochets d'aiguilles. Une structure cohésive est ainsi produite par une combinaison des boucles enchevêtrées.

### I.1.1. La structure de la boucle

Le point tricoté est l'unité de base d'un entrelacement, il se compose généralement de trois boucles entrelacées entre elle ou plus, figure 1. La boucle centrale est entrelacée avec la boucle inférieure, formée précédemment et est, à son tour, entrelacée avec la boucle de dessus. La répétition des boucles se fait en longueur et en largeur de l'étoffe.

Le terme point est malheureusement parfois utilisé pour désigner une seule boucle d'aiguille. La longueur de point est une longueur de fil qui comprend la boucle d'aiguille et la moitié de la boucle de chaque côté de celle-ci. En général, plus la longueur du point est grande, plus le tissu est extensible et léger.

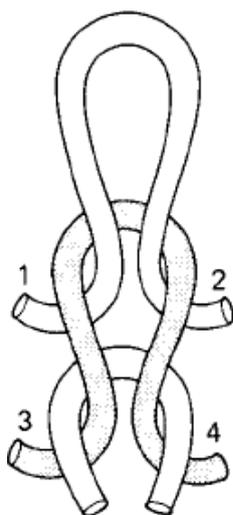


Figure I. 1. Formation des boucles.

### **I.1.2. La longueur de la course**

Le parcours de boucles est composé d'une longueur unique de fil appelée longueur de parcours. Les structures tricotées en trame ne seront pas défaites du dernier parcours tricoté, à moins que celui-ci ne soit sécurisé, par exemple, par une liaison.

### **I.1.3. Les rangées**

Une rangée est une ligne horizontale de boucles produites par des aiguilles adjacentes dans un lit à aiguilles. Dans le tricot de trame simple, cela est identique à une course, mais dans les tissus plus complexes, une rangée de motifs peut être composée de deux longueurs de courses ou plus. Dans le tricotage en chaîne, chaque boucle d'une course est généralement composée d'un fil.

### **I.1.4. Les colonnes**

Une colonne est une ligne essentiellement verticale de boucles enchevêtrées, elles sont généralement produites par la même aiguille à tricoter à des cycles de tricotage successifs. Une colonne débute dès qu'une aiguille vide commence à tricoter.

### **I.1.5. La densité des points**

La densité de points correspond au nombre total de boucles dans une zone de tissu mesurée et non à la longueur du fil dans une boucle. Le chiffre est obtenu en comptant le nombre de parcours ou de rangées dans un cm ou 10 cm. Il est préférable d'utiliser une mesure de 10 centimètres au lieu d'un seul.

La densité de points donne une mesure plus précise. Une tension agissant dans un sens pourrait produire une lecture faible pour les rangées et une lecture élevée pour les colonnes quand ils sont multipliés ensemble, cet effet est annulé.

### **I.1.6. La géométrie**

Un tricot est techniquement vertical lorsque ses couches sont horizontales et ses côtes sont verticales, avec la tête des boucles à aiguille tournée vers le haut du tissu et le premier tricot situé au bas du tissu.

## **I.2. Les principales caractéristiques de la machine à tricoter**

Une machine à tricoter est un appareil permettant d'appliquer un mouvement mécanique aux éléments de tricotage afin de convertir le fil en une structure à boucles. La machine incorpore et coordonne l'action d'un certain nombre de mécanismes et de dispositifs, chacun remplissant des fonctions spécifiques qui contribuent à l'efficacité du tricotage. Les principales caractéristiques d'une machine à tricoter sont les suivantes :

- a. Le bâti, normalement circulaire ou rectiligne selon la forme du lit à aiguilles, constitue le support de la plupart des mécanismes de la machine.
- b. Le système de commande et d'entraînement de la machine coordonne l'alimentation de l'entraînement des dispositifs et des mécanismes.
- c. L'alimentation en fil comprend le cantre à fil ou le logement du faisceau, les dispositifs de tension, le contrôle de l'alimentation et les supports ou guides d'alimentation en fil.
- d. Le système de tricotage comprend les éléments à tricoter, leur logement, leur entraînement et leur commande, ainsi que le dispositif de sélection du modèle associé et le dispositif de contrôle de la longueur de l'étoffe.

### **I.2.1. L'aiguille**

L'aiguille en métal crochue est l'élément de tricotage principal de la machine à tricoter. Avant d'enfiler le fil, l'aiguille est levée pour dégager l'ancienne boucle du crochet et recevoir la nouvelle boucle au-dessus de celle-ci sur la tige de l'aiguille. La nouvelle boucle est alors enfermée dans le crochet de l'aiguille lorsque l'aiguille commence à descendre. Le crochet tire ensuite la nouvelle boucle à travers l'ancienne, celle-ci glissant sur l'extérieur de la boucle descendante du clapet fermé. Toutes les aiguilles doivent donc disposer d'une méthode permettant de fermer le crochet pour conserver la nouvelle boucle et libérer l'ancienne.

### **I.2.2. L'entraînement de l'étoffe**

Les boucles de tissu sont toujours tirées des aiguilles situées du côté éloigné de leurs crochets. Lorsque vous utilisez deux jeux d'aiguilles, disposés verticalement dos à dos ou à un autre angle, chaque jeu de crochets est placé face à l'autre. Le tissu produit et tiré dans l'écart entre les deux ensembles.

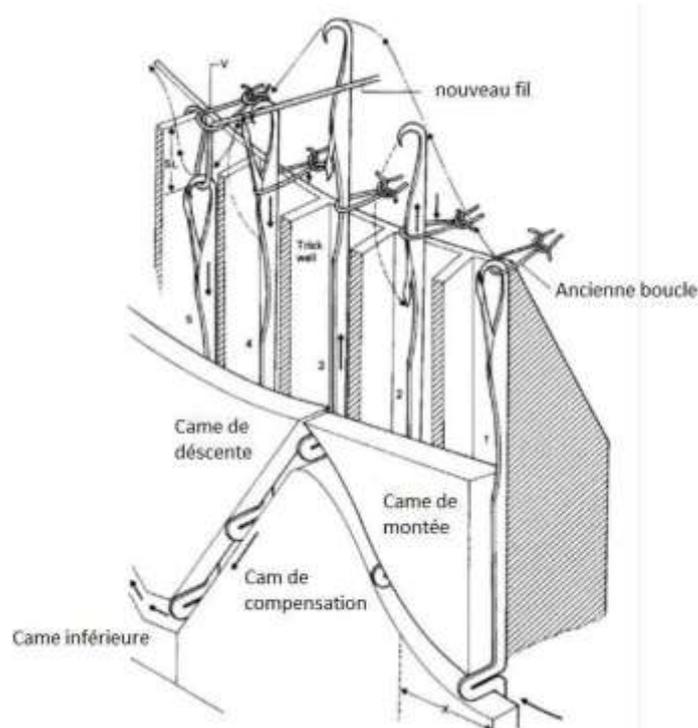


Figure I. 2. Processus de la formation de la boucle.

### I.2.3. Le tricotage de base d'une aiguille

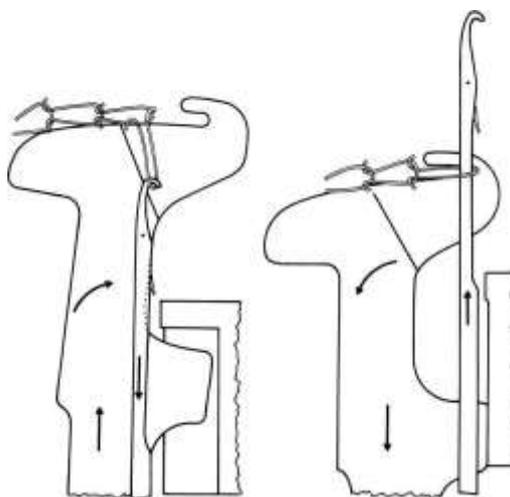
La figure 2 illustre l'action de base d'une aiguille.

À l'exception de la manière dont le crochet est fermé (dans ce cas en appuyant sur la barbe), le tricotage est similaire pour toutes les aiguilles. Les flèches indiquent le mouvement relatif des boucles le long des aiguilles. Que l'aiguille se déplace dans les boucles ou que les boucles soient déplacées sur l'aiguille par d'autres éléments dépend de la conception de la machine.

1. L'aiguille est en position dite de repos, la boucle précédemment formée (a) étant maintenue sur sa tige et emprisonnée par le clapet.
2. L'aiguille commence à se déplacer vers le haut du mécanisme pour libérer l'ancienne boucle formée précédemment.
3. Sous l'effet de la boucle le clapet s'ouvre et cette dernière est dégagée du crochet d'aiguille vers une position plus basse sur la tige de l'aiguille.
4. Le nouveau fil (b) est introduit dans le crochet d'aiguille à une position plus haute que la position de la boucle précédente sur la tige de l'aiguille.

5. Le fil est formé dans une nouvelle boucle et le crochet est fermé, enfermant la nouvelle boucle et excluant et posant l'ancienne boucle sur l'extérieur du crochet fermé. La nouvelle boucle (b) est formée à travers la tête de l'ancienne boucle (a). Simultanément, l'ancienne boucle glisse du crochet fermé de l'aiguille et est jetée ou renversée. L'ancienne boucle est maintenant suspendue aux pieds de la nouvelle boucle entièrement formée et le cycle de tricotage recommence.

Sur une machine circulaire, on utilise des platines spécialement conçues pour permettre le rabat des mailles vers l'intérieur du cylindre, figure I.3.



**Figure I. 3.** Platines pour le rabattement des mailles.

La plupart des étoffes jersey sont fabriquées sur des machines circulaires dont le cylindre à aiguilles et la bague de platine de verrouillage tournent à travers les systèmes de cames à tricoter fixes qui, avec leurs dévidoirs de fil, sont situés à des intervalles réguliers autour de la circonférence du cylindre. Le fil est fourni à partir de bobines coniques, placés soit sur un porte-bobine intégré ou sur un cantre séparé, à travers des tendeurs et les guides du chargeur de fil. Le tissu, sous forme tubulaire, est tiré vers le bas depuis le cylindre à aiguille par des rouleaux de tension et est enroulé sur le rouleau d'étoffe. Le mécanisme d'enroulement tourne avec le cylindre et le tissu. Le tube est actionné par un levier à crémaillère via des suiveurs de came fonctionnant sur la face inférieure d'un anneau de came profilé. Comme la plaque à came de la platine est montée à l'extérieur sur la circonférence d'aiguilles, le centre du cylindre est ouvert et la machine est appelée machine à plateau supérieur ouvert ou à plateau creux.

Comparée à une machine à côtes, une machine standard est plus simple et plus économique, avec un potentiel d'alimentation supplémentaire, de vitesses de fonctionnement

plus élevées et de tricotage d'une gamme plus étendue de comptes de fils. Le diamètre le plus utilisé est de 4 pouces, ce qui donne une largeur approximative du tissu fini de 10 à 30 cm.

Pour les jauges fines, un compte plus élevé est nécessaire. Voici des exemples de jauges utilisées pour les fils en coton.

J18 : Nm1/24–1/32,

J20 : Nm1/28–1/40,

J22 : Nm1/32–1/44,

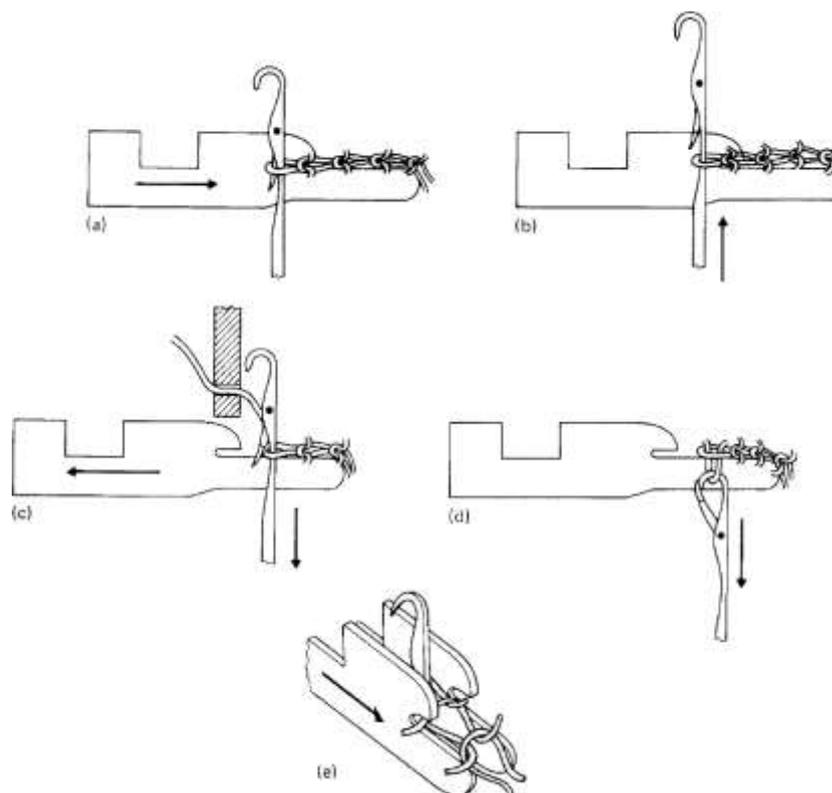
J24 : Nm1/34–1/48,

J28 : Nm1/50–1/70

#### **I.2.4. Le tricotage**

La figure I.3. Montre l'action d'une aiguille et d'une platine de maintien pendant la production d'une couche de tissu uni. Ce principe est expliqué d'une façon détaillée dans la figure I.4. qui représente le cycle de tricotage d'une aiguille.

- (a) La platine est en avant, maintenant l'ancienne boucle pendant que l'aiguille remonte de la position de repos.
- (b) Compensation. L'aiguille a été relevée à sa position la plus haute, libérant l'ancienne boucle de son clapet.
- (c) Le chargeur présente le fil au crochet de l'aiguille descendant et libère l'ancienne boucle afin qu'elle puisse glisser vers le haut de la tige de l'aiguille et sous le clapet ouvert.
- (d) Renversement. La platine est complètement retirée pendant que l'aiguille descend pour renverser l'ancienne boucle sur la surface de la platine.



**Figure I. 4.** Cycle de tricotage d'une machine à aiguille en jersey.

(e) La platine avance pour maintenir la nouvelle boucle dans sa gorge tandis que l'aiguille monte sous l'influence de la came ascendante jusqu'à la position de repos où la tête du crochet ouvert dépasse juste au-dessus de la surface de la platine.

### I.2.5. Le système de came

La figure I.5. Illustre la disposition et la relation entre les cames d'aiguille et de platine lorsque les éléments passent de gauche à droite, les lettres indiquant la position des éléments aux différents points du cycle de tricotage.

La course de came à aiguille comprend les éléments suivants : la came de dégagement (1) et sa came de protection (4), la came de descente (2) et la came de guidage de descente (3). Ces cames sont réglables ensemble verticalement pour modifier la longueur de point, ainsi que la came de retour (5) et sa came de protection (6).

Les trois sections de la course de came de platine sont la came de course (7), la platine avec la came de tirage (8) et la came de retour de la platine (9) qui est réglable en fonction de la longueur du point.

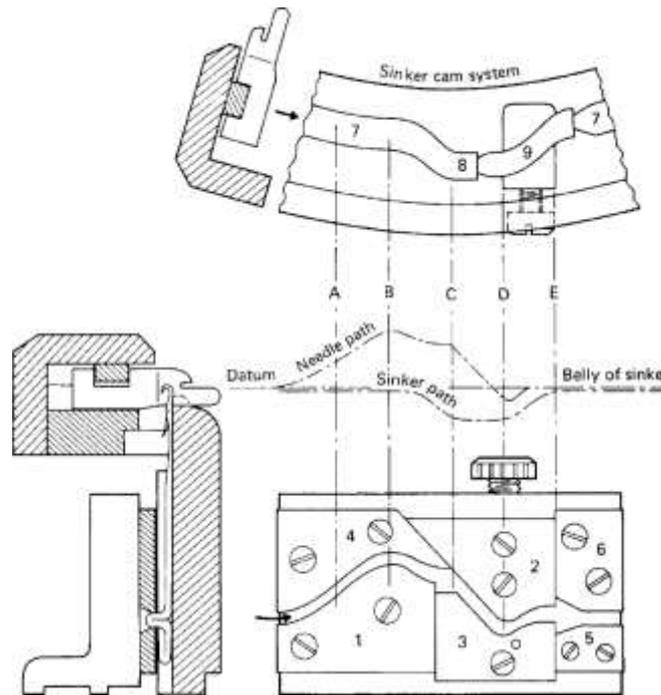


Figure I. 5. Cames des aiguilles (en bas) et des platines (en haut).

### I.3. Les propriétés mécaniques

#### I.3.1. L'élasticité

C'est la capacité d'un bandage à revenir à sa longueur initiale lorsque la tension est supprimée. En fonction de leur élasticité, les bandages peuvent être divisés en deux grandes catégories :

- Les bandages inélastiques : Ils sont généralement fabriqués en coton sans élastomères.
- Les bandages élastiques : ils contiennent des élastomères tels que lycra. Cette classification ne permet pas de fournir des informations sur la façon dont fonctionnent les bandages, elle fournit des informations pour savoir si un bandage reprend sa position initiale ou non. De nombreux chercheurs dans ce domaine ont tendance à utiliser les termes, bandages rigides, extensibles et élastiques.

#### I.2.2. Les textiles élastiques

Les bandes tubulaires élastiques, souvent appelées bandes à extension longue, contiennent des fibres en élasthanne, qui leur confèrent la possibilité de s'étirer en largeur puis de retrouver leurs dimensions initiales. Ils peuvent maintenir une pression jusqu'à une semaine en raison de leur capacité d'adaptation aux changements affectant la forme et le mouvement du membre

En pratique, il se produit une légère réduction de la pression quand le patient est allongé car la circonférence diminue un peu quand les muscles sont détendus.

Ces fibres et fils contiennent environ 85 % de polymères de longue chaîne de polyuréthane segmenté [11]. Ils confèrent au tissu fabriqué une importante élasticité avec un module élevé, c'est pour cette raison qu'il faut bien tenir compte de ce facteur car le problème de risque et de complication est constamment soulevé dans la plupart de ces études.

Lijing Wang et al ont conclu dans leur recherche que les bandes élastiques étudiés avaient une déformation résiduelle uniquement de 2 % seulement après trois semaines de relaxation [12].

### **I.2.3. Extensibilité**

C'est la capacité de la bande à s'étirer lorsqu'une force est appliquée sur sa longueur. Les bandages peuvent être divisés en trois grandes catégories en fonction de leur extensibilité. Il existe des bandages rigides qui ne produisent aucune extension lorsqu'ils sont soumis à une force extérieure. Il existe aussi des bandages à extension courte, ils sont généralement faits de coton sans élastomères.

Ils fournissent environ 40 % d'extension lorsqu'ils sont soumis à des forces extérieures. Il existe encore des bandages à allongement long pouvant dépasser 140% de la longueur initiale car ils contiennent des élastomères.

## **I.3. Propriétés de confort**

### **I.3.1 Processus impliqués dans la transmission de l'humidité à travers les textiles**

Le processus de transfert de l'humidité à travers les textiles dans des conditions transitoire est un facteur important qui influence sur le confort dynamique lors d'une utilisation en pratique. L'humidité peut être diffusée à travers des matières textiles sous forme de vapeur et de liquide.

### **I.3.2. Le processus de diffusion**

Dans le processus de diffusion, le gradient de pression de la vapeur agit comme une force motrice dans la transmission de l'humidité d'un côté d'une couche textile à l'autre. La relation entre le flux de diffusion de la substance et le gradient de concentration ont été étudiés pour la première fois par Fick [13].

$$J_{ax} = D_{Ax} \frac{dC_A}{dx} \quad 1$$

Où,  $J_{ax}$  le taux d'humidité

$\frac{dC_A}{dx}$  Le gradient de concentration

$D_{Ax}$  Le coefficient de diffusion

La vapeur d'eau peut être diffusée à travers une structure textile de deux manières, une simple diffusion à travers les espaces d'air entre les fibres et les fils et le long de la fibre elle-même [14,15]. En cas de diffusion le long de la fibre, la vapeur d'eau se diffuse de la surface intérieure du tissu à la surface des fibres, puis se propage à l'intérieur des fibres et de leurs surfaces, atteignant la surface extérieure du tissu.

Le taux de diffusion le long du matériau textile dépend de la porosité du matériau et également de la transmission de l'humidité de la fibre. Le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau à travers l'air est de  $0,2 \text{ cm}^2 / \text{sec}$  et à travers un tissu de coton est d'environ  $8 \text{ cm}^2 / \text{sec}$ .

La diffusion d'humidité à travers la partie aérienne du tissu est presque instantanée, alors que le système de tissu est limité par la vitesse à laquelle l'humidité peut se diffuser dans et hors des fibres, en raison de la plus faible humidité de diffusion du matériau textile [16].

Dans le cas des assemblages de fibres hydrophiles, la diffusion de vapeur n'obéit pas à la loi de Fick. Elle est expliquée par une diffusion anormale non-fickienne [17]. Il s'agit d'un processus de diffusion en deux étapes. La première étape correspond à la loi de diffusion de Fick, mais la deuxième étape est beaucoup plus lente que la première, suivant une relation exponentielle entre le gradient de concentration et le flux de vapeur [18].

Ce processus de diffusion s'explique par le gonflement des fibres. En raison de l'affinité des molécules de fibres hydrophiles avec la vapeur d'eau, lorsqu'elles se diffusent à travers le système fibreux, elles sont absorbées par les fibres, provoquant un gonflement des fibres et une réduction de la taille des espaces d'air, retardant ainsi le processus de diffusion.

Li et. Al. [19] ont rendu compte de ce phénomène; la chaleur de sorption produite augmente la température des assemblages fibreux, ce qui à son tour affecte le taux de transmission de l'humidité.

La diffusion de l'humidité à travers un matériau textile est influencée par un certain nombre de facteurs. Elle diminue avec l'augmentation de la masse volumique de fibres du matériau. Au fur et à mesure que la masse volumique des fibres augmente, la proportion d'air dans l'assemblage fibreux diminue, ce qui réduit la diffusivité totale. La diffusion de l'humidité à travers le tissu diminue avec l'augmentation de la planéité de la section des fibres [20]. Avec une augmentation de l'épaisseur du tissu, la porosité du matériau est réduite, réduisant ainsi le taux de diffusion.

La diffusion de vapeur d'eau dépend fortement de la perméabilité à l'air du tissu [21]. La perméabilité à l'air augmente à mesure que la porosité du tissu augmente ce qui entraîne également une humidité plus élevée à travers les espaces d'air dans le tissu. Le type de traitement appliqué (hydrophile ou hydrophobe) sur un tissu n'a pas d'effet important sur le processus de diffusion. Le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'air peut être donné en fonction de la température et de la pression par l'équation suivante :

$$D = 2,2 \cdot 10^{-5} \left[ \frac{\theta}{\theta_0} \right]^2 \cdot \left[ \frac{P}{P_0} \right]^a$$

Où D est le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'air ( $\text{m}^2/\text{sec}$ ),  $\theta$  est la température absolue ( $^{\circ}\text{K}$ ),  $\theta_0$  est la température standard de  $273,15^{\circ}\text{K}$ , P est la pression atmosphérique et  $P_0$  est la pression standard (Bar).

En général, le coefficient de diffusion des fibres augmente avec l'augmentation de la concentration en eau dans les fibres. Le polypropylène constitue une exception à ce comportement en raison de sa nature. La transmission de vapeur d'eau à travers les tissus augmente avec l'augmentation de la teneur en humidité et de la condensation d'eau dans le tissu.

### **I.3.3. Le processus de sorption-désorption.**

La sorption-désorption est un processus important pour maintenir le microclimat pendant des conditions transitoires. Le tissu hygroscopique absorbe la vapeur d'eau contenue dans l'air humide près de la peau en sueur et la libère dans l'air sec. Ceci améliore le flux de vapeur d'eau de la peau vers l'environnement comparativement à un tissu qui n'absorbe pas et réduit l'humidité accumulée dans le microclimat [22]. Dans le processus d'absorption-désorption, un tissu absorbant joue le rôle de source d'humidité dans l'atmosphère. Il fonctionne également comme un tampon en maintenant une concentration de vapeur constante dans l'air qui l'entoure immédiatement, c'est-à-dire qu'une humidité constante est maintenue dans l'air adjacent, bien que la température change en raison de la chaleur de sorption.

L'adsorption des molécules d'eau a lieu en dessous d'une température critique, en raison des forces de Van der Waal entre les molécules de vapeur et la surface solide de la structure. Plus la pression de vapeur et la température sont basses, plus la quantité absorbée est élevée.

Les phénomènes associés à l'hystérésis de sorption, à l'effet de la chaleur, aux changements dimensionnels et aux effets de récupération élastique, dus au gonflement réduit des fibres. Lors du gonflement, les macromolécules de fibres ou bien les micros fibrilles sont écartées par les molécules d'eau absorbées, ce qui réduit la taille des pores entre les fibres et les fils, réduisant ainsi la transmission de vapeur d'eau à travers le tissu. Au fur et à mesure que le gonflement augmente, les capillaires entre les fibres sont obstrués, ce qui entraîne une diminution de la transpiration. De plus, la distorsion provoquée par le gonflement crée des contraintes internes qui influencent le processus de sorption d'humidité.

#### **I.3.4. Processus de convection**

La convection est un mode de transfert d'humidité qui se produit lorsque l'air circule sur une couche d'humidité. Ceci est connu comme la méthode de convection forcée. Le transfert de masse dans ce processus est contrôlé par la différence de concentration d'humidité entre l'atmosphère environnante et la source d'humidité.

L'évaporation et la condensation ont également un effet notable sur la transmission de l'humidité. L'évaporation et la condensation dépendent de la température et de la répartition de l'humidité dans les textiles poreux au moment de transfert d'humidité [23]. Lors de l'évaporation de la transpiration liquide, la chaleur latente est extraite du corps pour le refroidir.

Le rôle du transfert de chaleur par évaporation dans le maintien de l'équilibre thermique devient de plus en plus crucial avec une augmentation de la température ambiante. Dans ce cas, en raison du faible gradient de température entre la peau et l'environnement, les transferts de chaleur par conduction et par convection sont réduits. Lorsqu'un gradient de température négatif existe entre la peau et l'environnement, le transfert de chaleur par évaporation devient le seul moyen de refroidir la température corporelle. Comme la chaleur latente de l'eau est assez importante (2500 kJ / kg), même une faible quantité d'évaporation ajoute de manière significative au flux de chaleur total [24].

Le vent améliore le transfert de chaleur par évaporation et entraîne un refroidissement supplémentaire souhaitable en période de pointe. À l'état d'équilibre, la chaleur latente perdue par l'eau à cause de l'évaporation est égale à la chaleur de l'air ambiant qui refroidit l'eau. Dans ce cas, l'équation du bilan énergétique à l'interface air-eau est la suivante :

$$Q_{conv} = Q_{evap} \quad 3$$

Où  $Q_{conv}$  est le transfert de chaleur par convection de l'air ambiant vers l'eau et  $Q_{evap}$  est la chaleur extraite de l'eau en raison de l'évaporation.

La condensation résulte directement de la saturation d'un tissu par la transpiration liquide. Il se produit dans le tissu lorsque la pression de vapeur locale atteint la pression de vapeur saturante à la température locale. La condensation se produit normalement lorsque la température atmosphérique est très basse. Lorsque l'air chaud et humide du corps rencontre le tissu, il fonctionne comme un mur froid et la condensation se produit.

Les résultats présentés lors d'essais en laboratoire et d'essais sur le terrain ont confirmé que la condensation se produit à des températures atmosphériques inférieures à 100 ° C. Dans le cas de tissus dans lesquels la vapeur d'eau peut diffuser de la peau vers une partie de la couche de tissu plus facilement que de la couche de tissu dans l'atmosphère, comme dans le cas de tissus imperméables, la probabilité d'apparition de condensation est très Haute.

La condensation dans un matériau poreux initialement sec se déroule en trois étapes. Tout d'abord, des champs de vitesse, de température et de concentration de vapeur se développent dans le matériau et la condensation commence. Dans la seconde étape, le contenu liquide augmente progressivement, mais il est encore trop faible pour se déplacer et, finalement, lorsque le contenu liquide augmente et dépasse une valeur critique, il se transforme en gouttes de condensat et commence à se déplacer sous la tension superficielle et la gravité.

La transpiration est le processus le plus efficace pour conserver une sensation de confort. Dans le cas de vêtements à haute capacité d'absorption de l'humidité, l'humidité provenant de la peau est disséminée sur tout le tissu, offrant une sensation de sec et la propagation du liquide permet à l'humidité de s'évaporer facilement. Lorsque le liquide mouille les fibres, il atteint les espaces entre les fibres.

L'humidité dynamique de la surface des tissus, telle que décrite par Scheurell et al. [25], est un paramètre important qui influe sur le confort de contact avec la peau, car il est influencé à la fois par la collecte et le passage de l'humidité le long du tissu. Il a été démontré que l'humidité dynamique de la surface des tissus est en corrélation avec le confort de contact avec la peau.

Dans des conditions normales, la transpiration non stressée d'une personne au repos atteint environ  $15 \text{ g/ m}^2 \cdot \text{h}$  et, dans des conditions d'effort ou dans un environnement chaud, la transpiration augmente jusqu'à atteindre une valeur pouvant dépasser  $100 \text{ g/ m}^2 \cdot \text{h}$ . Le taux de transpiration augmente avec le niveau d'activité.

Ainsi, dans le cas d'activités où la production de transpiration sensible est très élevée, l'humidité de surface dynamique est un facteur très important.

Dans le cas d'un tissu de coton, même si l'absorption d'humidité de la peau est élevée en raison d'une grande mouillabilité, l'humidité de surface dynamique n'est pas très bonne.

Dans le cas de tissus de fibres de polyester, même si la capillarité est bonne, ils ne sont pas agréables à porter en raison de leur faible mouillabilité. Dans le cas des tissus en microfibres de polyester, l'eau est élevée et en raison du nombre élevé de capillaires, une grande quantité d'humidité peut les traverser très rapidement vers l'atmosphère, procurant ainsi une sensation de sec et de confort.

#### **I.4. Conclusion**

La diffusion est le principal mécanisme de transfert d'humidité dans des conditions de faible teneur en humidité. La diffusion de vapeur d'eau dépend principalement de la porosité des tissus.

La méthode de convection est importante dans le transfert de la transpiration de la peau vers l'atmosphère par vent fort. Avec une augmentation de la vitesse de l'air, le transfert d'humidité par convection augmente. Les fils jouent un rôle important dans la transmission de l'humidité, lorsque la teneur en humidité des textiles est très élevée et que le corps produit de grandes quantités de transpiration liquide.

---

## CHAPITRE 2

---

### **ENONCE DE LA PROBLEMATIQUE DU SUJET ET PREPARATION DES DONNEES DE FABRICATION**

---

## **II.1. Notions**

La bande jersey est un textile circulaire destiné pour la protection du corps humain contre les plâtres lors de l'immobilisation d'un membre suite à un traumatisme quelconque. Les dimensions du textile doivent correspondre à la taille du membre considéré, comme le corps humain possède des tailles différentes, il est nécessaire de mettre sur le marché algérien le maximum de tailles afin de satisfaire la demande. La figure II.1 ci-dessous montre quatre tailles différentes. Les tailles sont obtenues suivant le diamètre du cylindre de tricotage. C'est pour cette raison qu'il a été proposé la conception d'un cylindre de tricotage de la bande jersey afin de maîtriser la technologie de fabrication d'un tel produit.

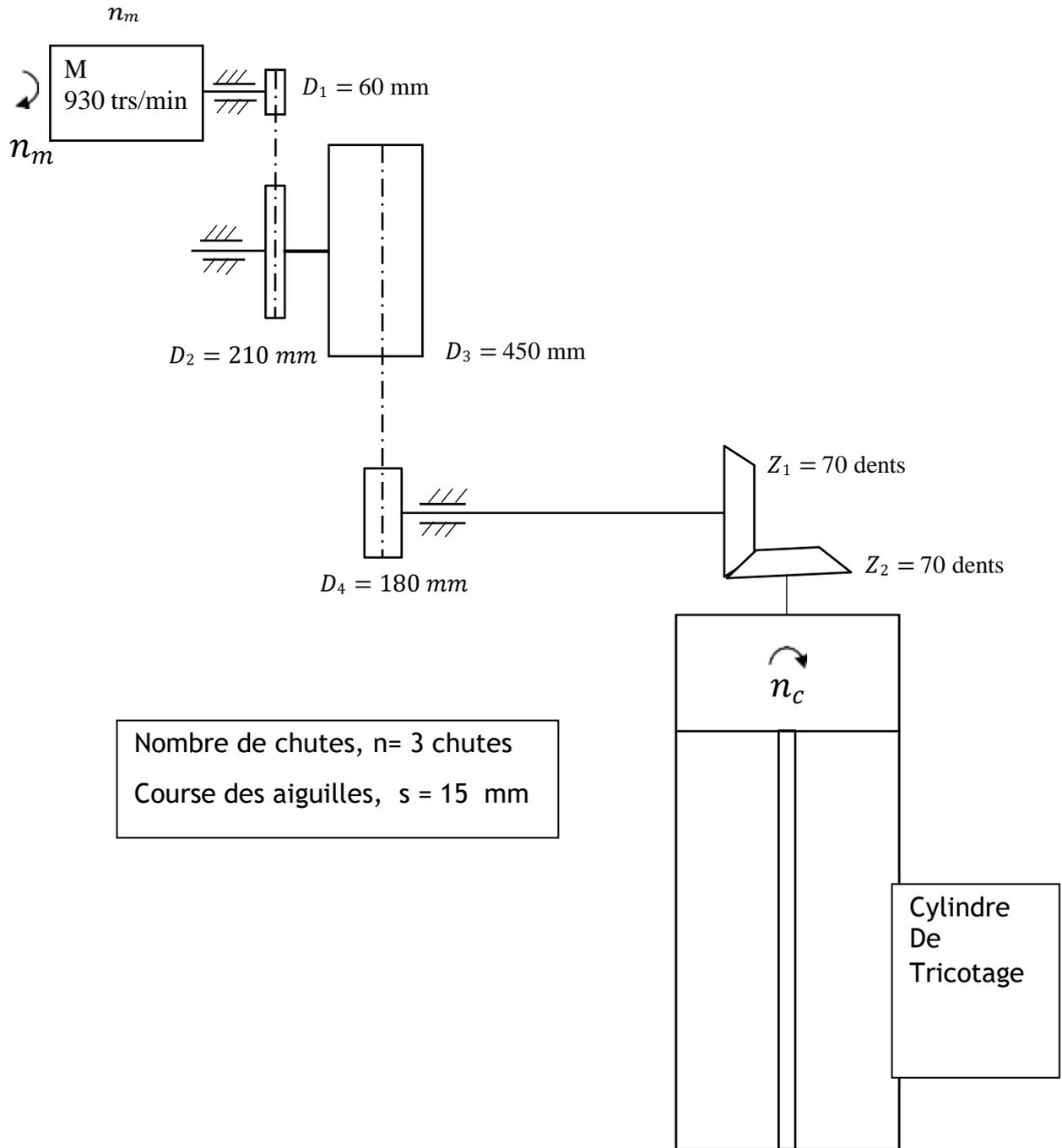


**Figure II. 1.** Différentes taille de bandes jersey.

Dans cette étude pratique, il a été considéré la taille la plus petite qui correspond au diamètre compris entre 5 et 7 cm. Si le travail proposé s'avérait satisfaisant, alors les fabricants de ce produit pourraient mettre à la disposition des centres de soins presque toutes les tailles demandées. Pour cette taille, il est indispensable de définir les paramètres principaux utiles pour la fabrication des cylindres de tricotage.

## **II.2. Calcul de la vitesse des cylindres et des aiguilles**

La figure II.2. représente le schéma cinématique de la transmission du mouvement vers les cylindres de tricotage, supérieur et inférieur, ces derniers tournent avec les mêmes vitesses constantes.



**Figure II. 2.** Schéma cinématique de la transmission du mouvement vers les cylindres d'aiguilles.

Afin de déterminer le type d'acier il faut avoir une idée précise sur les vitesses linéaire des aiguilles de tricotage. La formule suivante sera utilisée pour le calcul de ces vitesses [26] [27].

$$\frac{n_m}{n_c} = \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{D_3}{D_4} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \quad (01)$$

$$n_c = n_m \cdot \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{D_4}{D_3} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \text{(trs/min)} \quad (02)$$

$n_c$  La fréquence de rotation du cylindre (trs/min)

$n_m$  La fréquence de rotation du moteur d'entraînement du mécanisme (trs/min)

- La vitesse linéaire des aiguilles dans le cylindre est calculée selon la formule (03) ci-dessus :

$$V_a = n_{ch} \cdot h_a \cdot n_c \text{(m/min)} \quad (03)$$

Où

$n_{ch}=3$  est le nombre de chutes

$h_a=15$  mm est la course des aiguilles dans le cylindre

En appliquant les valeurs réelles et par substitution on obtient l'expression suivante (04) :

$$V_a = n_{ch} \cdot h_a \cdot n_m \cdot \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{D_4}{D_3} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \text{(m/min)} \quad (04)$$

$$V_a = 3 \cdot 0.015 \cdot 930 \cdot \frac{21}{6} \cdot \frac{18}{45} \cdot 1 = 41.85 \cdot \frac{378}{270} = 58,59 \text{ m/min}$$

$$V_a = 60 \text{ m/min}$$

### II.3. Formation des mailles

Cette explication est nécessaire pour que le lecteur comprenne le but de ce chapitre dans la rédaction du mémoire de fin d'étude. Ce chapitre montre la relation qui existe avec l'ensemble des données pour la conception et la fabrication du cylindre de tricotage qui est le but de cette étude [28]. La figure II.3 ci-dessous donne les étapes de formation de la maille sur une machine jersey verticales.

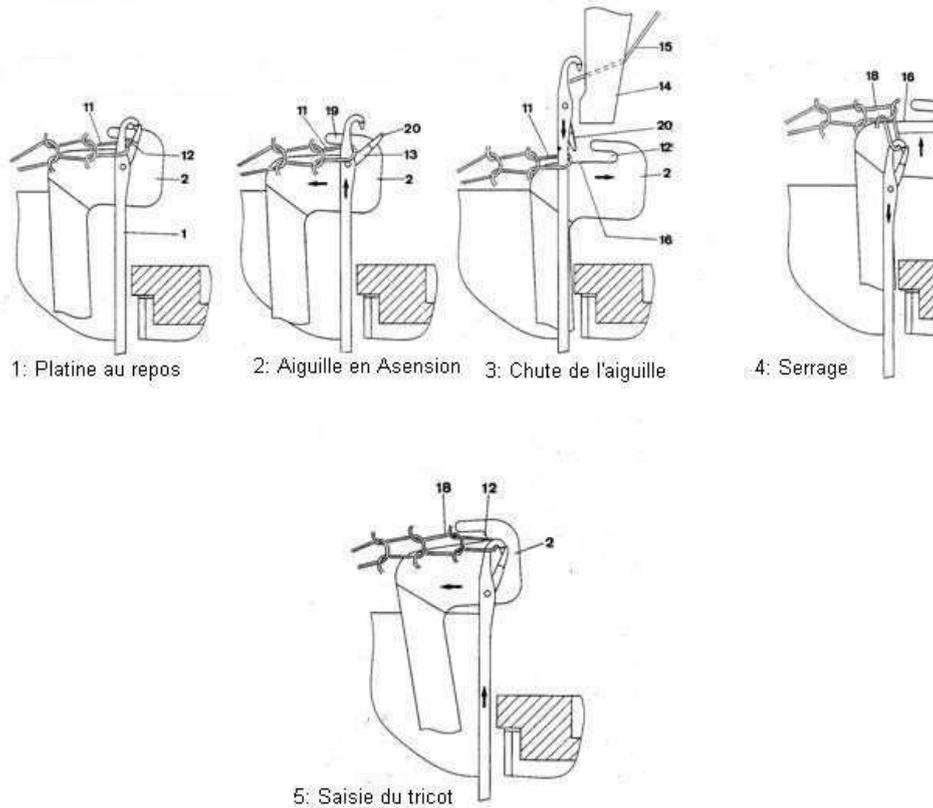
**Position 1:** La platine est avancée pour maintenir le tricot par les entre-mailles

**Position 2:** L'aiguille est en ascension et la platine avance davantage pour saisir le tricot avec sa gorge et l'empêcher de remonter.

**Position 3:** L'aiguille est en chute, le fil est présenté et la platine recule.

**Position 4:** L'abattage se produit et la platine remonte vers le haut et atteint sa position maximale réglée par la commande de serre. La position de la came de chute de la platine règle la hauteur de la maille.

**Position 5:** La platine avance de nouveau vers l'aiguille pour empêcher la remontée du tricot



**Figure II. 3.** Etapes de formation de la maille dans une machine à platine verticale.

L'ensemble des aiguilles installées sur le cylindre travaillent de la même façon, nous pouvons conclure que pour obtenir les mêmes caractéristiques des produits de différentes tailles, il est utile que les facteurs technologiques suivant soient identiques [29], à savoir :

- La densité horizontale des mailles : elle est définie par le diamètre du cylindre de tricotage de la bande jersey. Ainsi il faudra fixer la valeur du diamètre d'utilisation en pratique pour obtenir une taille de 5-7 cm.
- La densité verticale des mailles : elle est définie par la valeur de déplacement vertical des aiguilles de tricotage [30].

## II.4. Problème pour le calcul du diamètre du cylindre

Lors de la formation de l'étoffe circulaire, il se forme des rangées horizontales et des colonnes verticales. Ces deux caractéristiques définissent la structure de la bande jersey, à savoir :

- La densité des mailles horizontales ( $P_h$ ). C'est le nombre de mailles /cm au repos.
- La densité des mailles verticale ( $P_v$ ). C'est le nombre de mailles verticales/cm au repos. C'est aussi le nombre d'aiguilles installées sur le cylindre [31] [32].

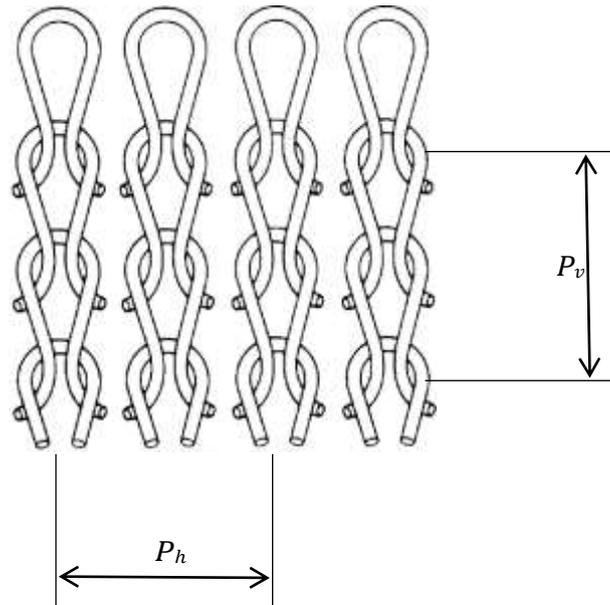


Figure II. 4. Structure de l'étoffe jersey.

Au repos, la structure des deux étoffes doit être la même, c'est-à-dire  $P_{h1}=P_{h2}$  et  $P_{v1}=P_{v2}$ .

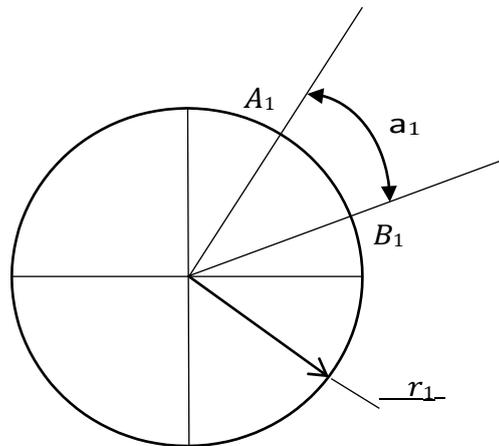
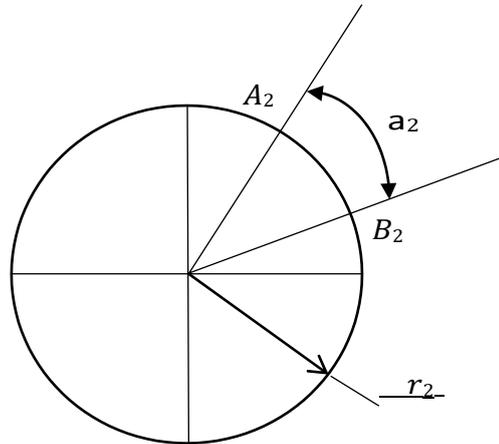


Figure II. 5. Calcul de l'arc de cercle.

C'est pour cette raison qu'il faudra calculer le nouveau diamètre, autrement dit, l'arc de cercle pour le diamètre 101,6 doit être approximativement égal au nouvel angle de cylindre dont le nombre d'aiguille est égal à 96 aiguilles.

$$A_1B_1 = \frac{2\pi r_1}{360} \alpha_1, \quad \text{lorsque les angles sont donnés en degrés}$$

Donc comme vous les voyez l'arc  $A_1B_1$  dépend de l'angle  $\alpha_1$  et du rayon du cercle, c'est-à-dire le diamètre du cylindre. Sur la base de cela il faudra fixer le diamètre du cylindre du projet. La valeur de l'arc nous donne une idée sur le choix exact du nombre de dents à prévoir sur le cylindre de façon à ce que la structure de l'étoffe restera la même pour la taille 5-7 cm.



**Figure II. 6.** Calcul du diamètre cylindre du projet.

Avec le même raisonnement, nous obtenons la deuxième formule suivante :

$$A_2B_2 = \frac{2\pi r_2}{360} \alpha_2, \quad \text{lorsque les angles sont donnés en degrés}$$

L'arc  $A_2B_2$  doit être égal à L'arc  $A_1B_1$ , il faut calculer le nouveau diamètre. Le nouveau nombre de dents, (nombre d'aiguilles) est préalablement calculé à 96, il faudra juste vérifier les résultats et corriger si il y a lieu.

$$\frac{2\pi r_1}{360} \alpha_1 = \frac{2\pi r_2}{360} \alpha_2$$

$r_1 \neq r_2$  et  $\alpha_1 \neq \alpha_2$ , mais nous avons aussi la relation suivante :  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$

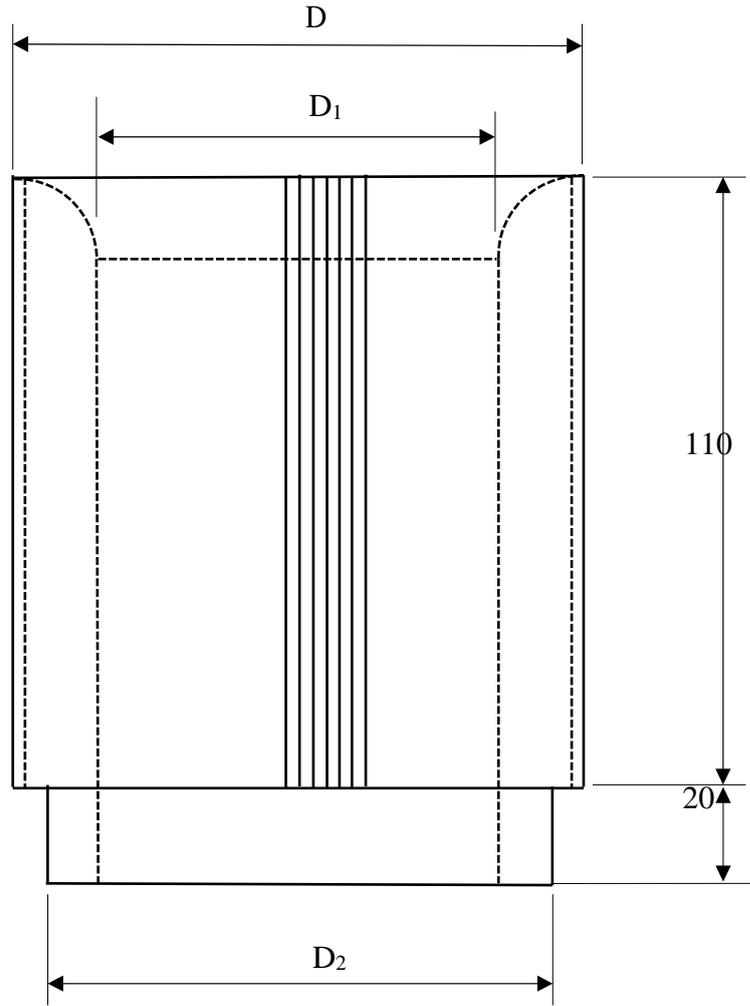
## II.5. Calcul du diamètre du cylindre du projet

Partie supérieure du cylindre de tricotage

- Pour le diamètre 4'' on emploie 168 aiguilles
- Pour un diamètre de 2''3/4 il faut calculer le nombre d'aiguilles et recalculer le diamètre D d'une façon exacte.

$$D - D_1 = 20$$

$$D_2 = D_1 + (D - D_1) / 2$$



**Figure II. 7.**Cylindre des aiguilles.

- Sont représentées uniquement deux rainures de part et d'autre du dessin et quelque rainure au milieu.

Solution : par la règle de trois il faut calculer le nombre de dents  $z = 96$ , il faut calculer l'arc de cercle pour ( $d_1=4 \cdot z = 101,6$  mm). Il faut utiliser approximativement ou presque si c'est possible le même arc de cercle pour 96 dents ensuite calculer le nouveau diamètre  $d_2 = D$ . C'est pour avoir la même contexture de l'étoffe.

- Pour le nouveau diamètre on doit trouver 96 aiguilles
- Donc pour trouver ce diamètre on doit appliquer la relation de trois

$$D = 62,74 \text{ mm}$$

## II.6. Données d'usinage

Le cylindre de tricotage pour fabriquer la taille de 5- 7 cm sera usiné en deux parties avec les données suivantes :

- Le diamètre du cylindre est égal à  $C_c = 62.7 \text{ mm}$
- Le nombre d'aiguilles est égale à  $n_a = 96$
- La vitesse moyenne de déplacement des aiguilles est égale à 60 m/min
- La course des aiguilles est égale à 15 mm (donnée d'usine)
- L'épaisseur des rainures est égale à 0.8 mm (donnée d'usine)
- La profondeur des rainures est égale à 3 mm (donnée d'usine)

## II.7. Choix du matériau

D'après les données l'acier choisi est du type C48 qui présente les résultats d'analyse en laboratoire (SNVI) suivant

COMPOSITIONS CHIMIQUES					
C%	Si%	Mn%	S%	Ni%	TRAITEMENT
0.46%	0.14%	0.567%	0.011	<0.1	Avec

**Tableau II. 1.** Composition chimique (S. BENSAADA, 2008).

## II.8. Propriétés

Acier carbone à teneur plus élevée que pour les aciers C35 et C40, utilisée en mécanique générale de par sa bonne usinabilité et ses caractéristiques mécaniques. Apte aux traitements thermiques : ex. à l'huile 820 - 860°C

## II.9. Domaines d'application

Pièces soumises aux chocs et nécessitant une bonne résistance : axes, engrenages, vis sans fin, paliers, pignons, boulonnerie, forge (leviers, arbres)

## II.10. Caractéristiques mécaniques moyennes (état normalisé)

Rm N/mm <sup>2</sup>	Re N/mm <sup>2</sup>	A %	Dureté HB
560 / 620	275 / 340	14 / 16	<b>05</b>

**Tableau II. 2.** Caractéristiques mécaniques moyennes.

---

## CHAPITRE 3

---

### **SCHEMA DE DEFINITION ET COTATION FONCTIONNELLE**

---

### **III. Introduction**

La cotation fonctionnelle est basée sur l'étude approfondie des conditions d'aptitude à l'emploi du produit, dont elle permet de définir les dimensions des éléments fonctionnels et leur position relative, par une cotation des éléments composant le mécanisme.

Pour travailler correctement, il faut d'abord faire une étude fonctionnelle de l'ensemble étudié à l'aide des méthodes appropriées, Cela permettra de définir les fonctions réelles à satisfaire et facilitera la constitution d'une liste de chaîne de cotes à vérifier.

Il faut se rappeler également que la cotation fonctionnelle doit être prise au sens large c'est-à-dire que, en plus des côtes et des tolérances, elle englobe toutes les autres spécifications pourvu qu'elles soient fonctionnelles.

De ce fait il faut satisfaire l'aptitude à l'emploi (tolérancement géométrique, matériau, caractéristiques mécaniques, chimiques, états de surface, etc.) Le but de cet article est de faire progresser la compréhension de la notion du

Fonctionnel dans la cotation des dessins techniques émis par les bureaux d'étude, surtout des dessins de détails, dits dessins de définition (du produit fini).

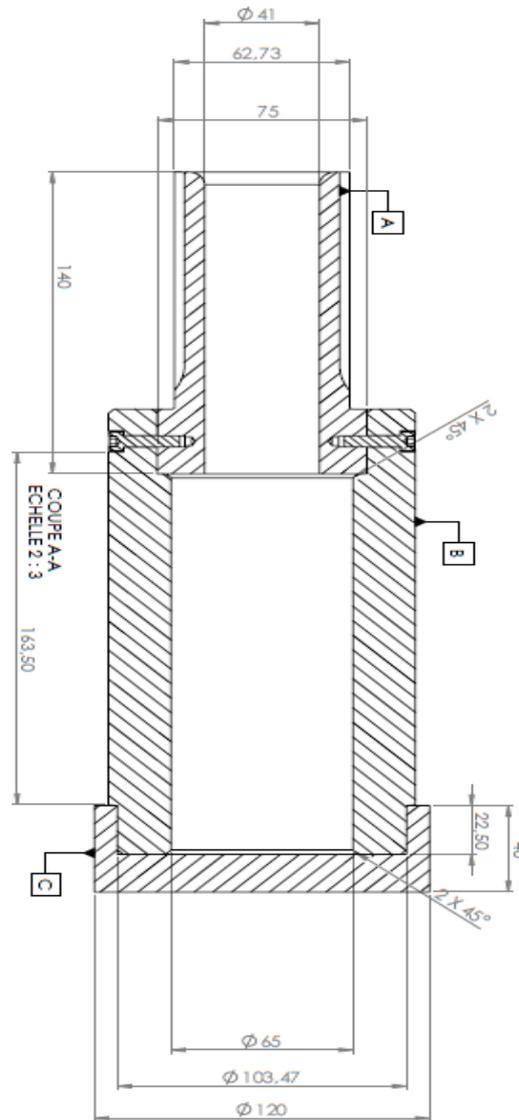
Il est nécessaire de bien faire la différence entre les différents dessins utilisés dans l'industrie (ensemble-épure, dessin de définition, dessin de fabrication), leur rôle dans l'obtention du produit, et ce qu'on entend par pièce bonne ou mauvaise en fonction du cout minimal de production. De ces notions apparaitront facilement les avantages de la cotation fonctionnelle par rapport à la cotation classique (ou arbitraire) et les rôles respectifs du bureau d'étude et du bureau des méthodes dans la cotation des pièces.

#### **III.1. Dessins et côtes [33]**

##### **III.1.1. Dessin de définition**

Le dessin de définition constituant un ordre impératif, le produit défini doit pouvoir être réalisé en un lieu quelconque, à une époque quelconque et par des moyens quelconques. Ce dessin exige donc souvent la collaboration des méthodes.

Le dessinateur ne doit plus être axé sur tel moyen qui lui semble bon, mais qui semblera médiocre et coûteux à l'exécutant. Cela exige que le dessinateur de définition connaisse tous les moyens existants de production. À cause de cela, le dessin de définition est celui qui donnera les pièces les meilleures et les moins chères.



**Figure III. 1.** Dessin de définition d'un assemblage des pièces.

La figure III.2 se compose de trois pièces assemblées, elle se compose de deux faces extrêmes (a) et (d) et de deux liaisons intermédiaires, (b) et (c). Pour le montage nous avons le choix de trois côtes parmi les six possibilités existantes.

### III.1.2 .Définition de la mise en position des pièces

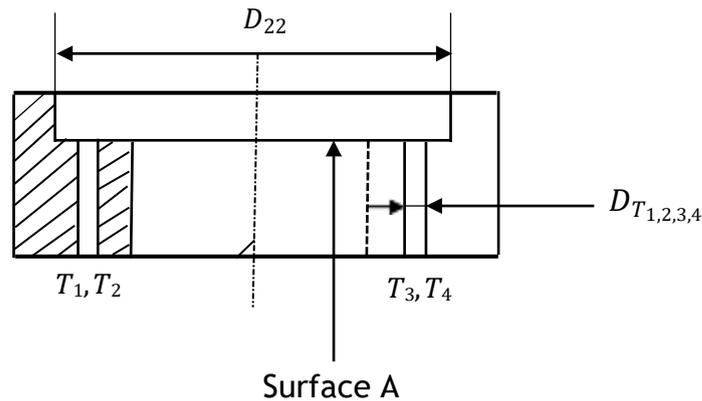


Figure III. 2. Embase du mécanisme en 1/2 coupe

Les pièces sont mises en position les unes sur les autres, par des surfaces de contact. Ces surfaces forment la jonction entre les deux pièces. Il est conseillé de noter A, B, les surfaces de mise en position principale des pièces étudiées, en respectant l'ordre de montage.

La figure III.2 illustre la mise en position des deux pièces sur l'embase. Le plan primaire A de l'embase avec le diamètre  $D_{22}$  vient en contact avec le plan inférieur de la pièce n°1 ayant un diamètre  $D_2$ . Les trous  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  et  $T_4$  servent pour la fixation de la pièce n°2 sur l'embase qui est animé d'un mouvement de rotation qui correspond au mouvement du cylindre de tricotage.

### III.1.3. Caractéristique de la première pièce

État de surface  $Ra = 3$

Ebavure est casser les angles.

Brut : ( $\Phi$  110, L=140).

Nuance de matériau : XC48 (EN 1.0083/1)

### III.1.4. Caractéristique de la deuxième pièce

Etat de surface  $Ra=3$

Ebavure est casser les angles

Brut  $\Phi=80$ , L=150

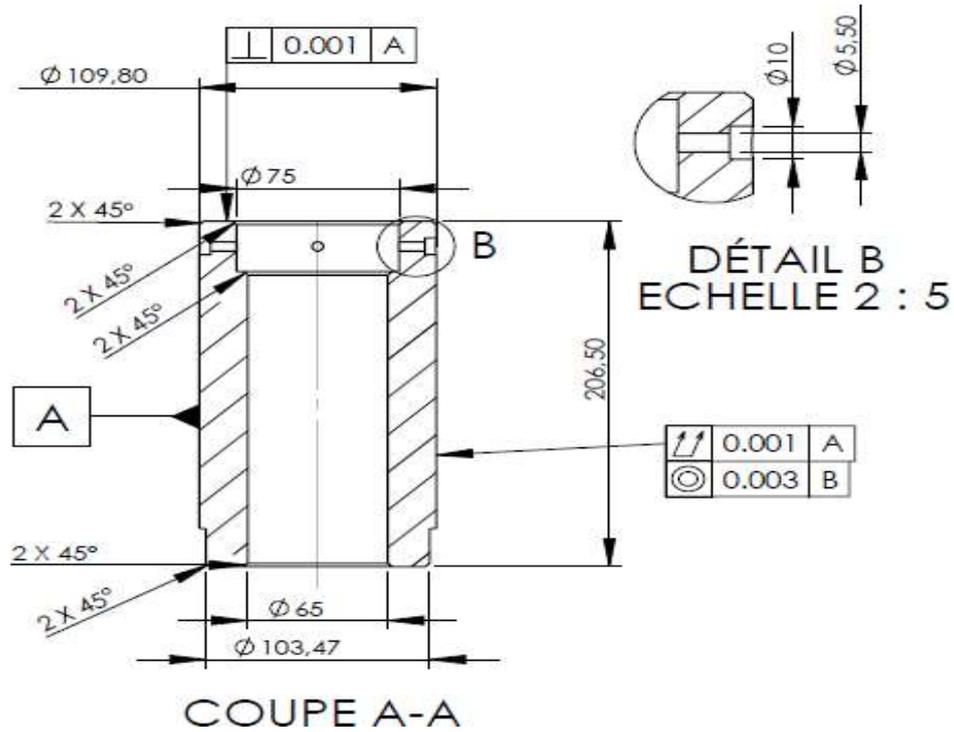


Figure III. 3. Dessin de définition de la première pièce.

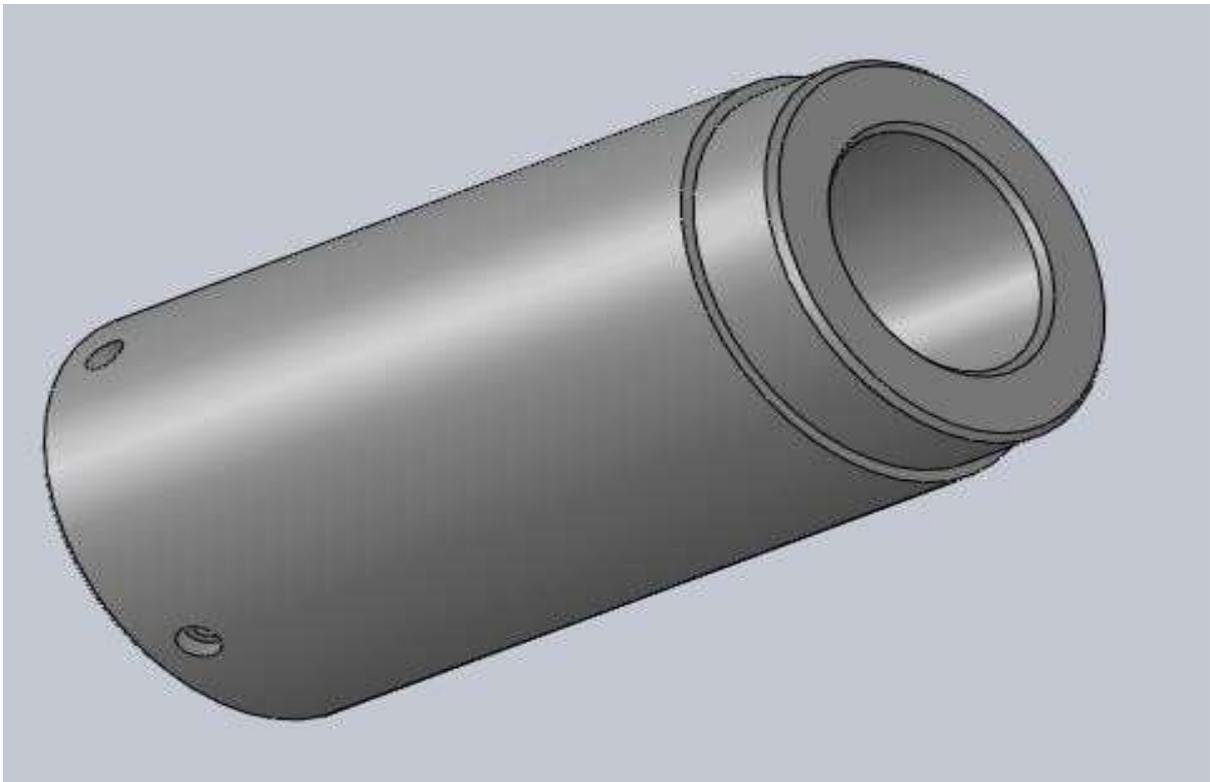


Figure III. 4. Modèle 3D de la première pièce.

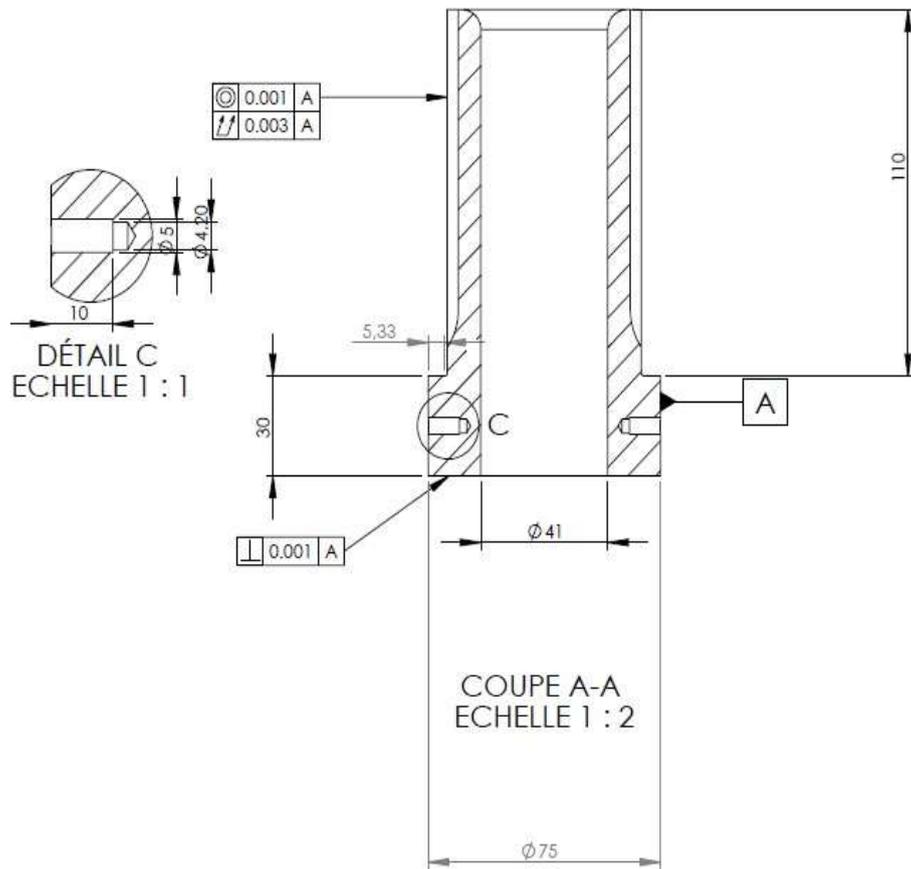


Figure III. 5. Dessin de définition de la deuxième pièce.



Figure III. 6. Modèle 3D de la deuxième pièce.

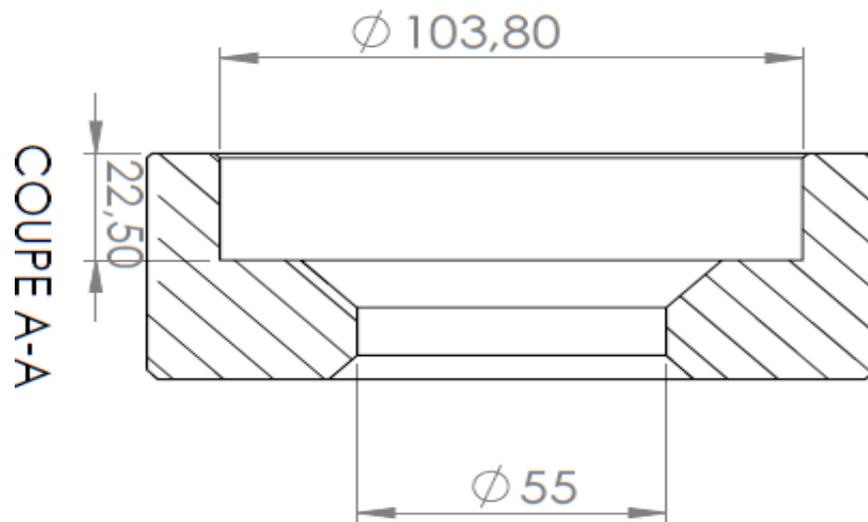


Figure III. 7. Dessin de définition de la troisième pièce.

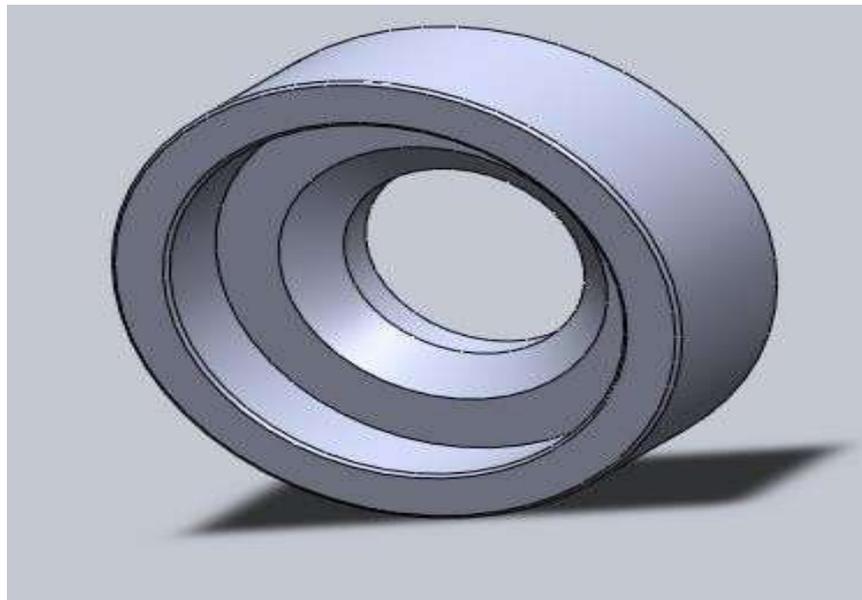


Figure III. 8. Modèle 3D de la troisième pièce.

## III.2. Les cotes de fabrication [34]

### III.2.1. Cote directe

Lorsqu'une cote de fabrication s'établit entre les mêmes surfaces que celles indiquées par le dessin de définition, on dit que cette cote est obtenue par une cote directe.

### III.2.2. Cote transfert

Si la cote du dessin de définition n'est pas réalisée directement mais résulte de la combinaison de deux (plusieurs) cotes de fabrication Cf, elle devient une cote transférée. La détermination des cotes de fabrication permettant d'obtenir la cote transférée nécessite toujours un calcul appelé transfert de cote.

### III.2.3. Cote méthodes

Elles sont fixées par le BM et apparaissent selon trois formes différentes :

- Copeau-minimal : impose l'épaisseur de matière à enlever pour réaliser un usinage correct des surfaces. Si la surépaisseur prévue pour l'usinage est trop faible, l'outil ne coupe pas et le métal est écroui. Il est donc nécessaire de prévoir une surépaisseur égale ou supérieure au copeau minimum (Cpm). Le copeau minimum (Cpm) est fonction de la nature du matériau constituant l'outil, de la finesse de l'arrête tranchante, de l'arrosage, etc. Le copeau minimum intervient comme cote condition dans le calcul des côtes.
- Réduction de l'IT d'une cote du dessin de définition (pour rendre un transfert possible par exemple).
- Respect de certaines cotes ne figurant pas sur le dessin de définition mais imposées par les procédés d'usinage.

Dans les tableaux suivants sont indiquées les valeurs usuelles des copeaux minimum Cpm, à choisir selon le type d'usinage et les divers matériaux à usiner.

Mode d'usinage	Opérations	Copeaux minimal
Tournage Fraisage Rabotage	Ecroutage	1 à 3
	Ébauche sans écroutage	1.0
	Ébauche après écroutage	0.5
	Demi-finition	0.5
	Finition	0.2
Rectification	Finition	0.05
Rodage	Finition	0.03
Brochage	Finition	0.05

**Tableau III. 1.** Les valeurs usuelles des copeaux minimum Cpm.

Valeurs indicatives Cpm		
Cpm par rapport à une surface brute	Pièces en acier moulé $L \leq 250$	4 à 6
	Pièces en acier moulé $250 < L < 1000$	6 à 10
	Pièces en fonte moulée $L \leq 250$	2.5 à 5
	Pièces en fonte moulée $250 < L < 1000$	4 à 8
	Pièces en alliage d'aluminium moulé en sable	2 à 6
	Pièces en alliage d'aluminium moulé en coquille (gravité)	1 à 3
	Pièces en alliage d'aluminium moulé en coquille (sous pression)	0.5 à 1.5
	Pièces soudées ou découpées	1 à 2
Cpm par rapport à une surface usinée	Seconde ébauche (semi-finition)	0.3 à 0.5
	Finition à l'outil coupant	0.1 à 0.2
	Rectification	0.05 à 0.1

**Tableau III. 2.** Valeurs usuelles des copeaux minimal pour les principales opérations d'usinage.

### III.2.4. Cote condition

Les cotes du dessin de définition (réalisées en cotes directes ou obtenues par transfert) ainsi que les cotes méthodes sont toujours des conditions impératives à respecter lors de la détermination des cotes de fabrication.

C'est pourquoi dans les graphes et calculs elles sont particularisées et appelées cotes-conditions CC.

**Remarque :** Les notions de cote directe, cote transférée, cote-méthode et cote-condition s'appliquent aussi aux tolérances géométriques

### III.3. Tolérance économique

Les cotes de fabrication sont assorties d'une tolérance. Pour chaque procédé de fabrication, suivant l'opération effectuée (ébauche, demi-finition, finition) il existe une tolérance économique qui permet la réalisation de la cote de fabrication dans un intervalle satisfaisant, compte tenu de la précision de la machine et du prix de revient.

Modes d'usinage	Ebauche	½ finition	Finition
Sciage	2	-	-
Tournage			
Fraisage			
Rabotage			
Tournage-Fraisage	0.5	0.25	0.05
Rabotage	0.5	0.25	0.1
Perçage	0.3	0.1	0.1
Alésage (enveloppe)	0.3	0.15	0.03
Alésage (forme)	0.2	0.1	0.03
Rectification	0.2	0.05	0.01
Brochage	0.1	0.03	0.01
Rodage	-	-	0.005

**Tableau III. 3.** Tolérance économique qui permet la réalisation.

Procédés d'usinage	Cote par rapport à une surface brute	Cote entre surfaces usinées		Cote de finition
		Ebauche	Semi-Finition	
Fraisage	Varie de +/- 0.1 à +/- 1 selon la qualité et la correction Géométrie de la surface brute	0.3 à 0.5	0.1 à 0.2	Doit Respecter L'IT fixé par le dessin
Tournage		0.3 à 0.5	0.1 à 0.2	
Perçage		0.2 à 0.5	0.15 à 0.2	
Alésage grain		0.2 à 0.4	0.1 à 0.2	
Alésage alésoir		0.15 à 0.2	0.05 à 0.15	
Rectification		0.1 à 0.3	0.05 à 0.1	
Brochage		0.05 à 0.15	0.02 à 0.04	

**Tableau III.4.** Valeurs usuelles des tolérances économiques.

---

**CHAPITRE 4**

---

**USINAGE DES CYLINDRES DE TRICOTAGE**

---

## **IV. Introduction**

La planification des processus est l'activité qui lie la conception et la fabrication. La planification de processus assisté par ordinateur est un élément critique pour La compétitivité d'une entreprise manufacturière [35]. Le principal but est d'améliorer l'efficacité et d'obtenir une réponse rapide de devis de fabrication tout en optimisant les moyens de production [36].

L'obtention rapide de devis permet de prendre des décisions sur le lancement de la production. La gamme repose sur les connaissances et le savoir-faire du gemmiste ; Pour l'élaboration de gammes d'usinage, il n'existe pas de démarche structurée, pas de technique éprouvée, pas d'ouvrage de synthèse, pas de norme.

Tout repose sur l'expérience de l'homme des méthodes, l'automatisation de la gamme trouve une application très intéressante dans la formalisation et la capitalisation de ce savoir-faire, en formalisant les mécanismes de conception de gammes et en apportant un moyen de transmission de la connaissance [37].

### **IV .1. Plateau deviseur**

Dans l'angle du centre d'un trou sur la circonférence de la pièce à usiner. S'il est nécessaire d'avoir un angle d'un tour fractionnaire inférieur à un tour de poignée comme un concept de division en parties égales comme dans le cas d'un rapport de vis sans fin de 1 / 40, le mandrin doit faire un tour complet de 360° par tour tous les 90 tours. Cette théorie peut être exprimée par l'équation suivante.

$N = \text{Toure de poignée requis } a = \text{Angle}$

$$N = \frac{a}{9} \quad (\text{A condition que } \frac{360^\circ}{40} = 9^\circ)$$

On a un deviseur a disque ou division indirect



Figure IV. 1. Diviseur a disque ou division indirect.

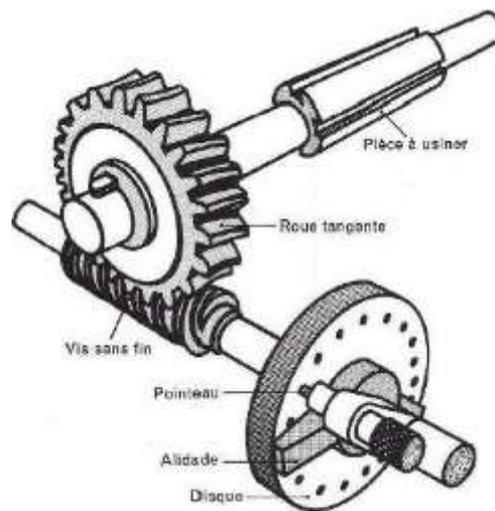


Figure IV. 2. Composant de diviseur.

Disque	Nombre de trous des rangées
1	15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20
2	21 – 23 - 24 – 25 – 27 – 29 – 31 -33
3	37 – 39 – 41 – 43 – 47 -47

Tableau IV. 1. Différents disques de plateau diviseur.

### IV .1.1.Calculer de taillage

Dans la pièce qui es fabrique on a 96 rainures on va usine sure un plateau deviseur (disque ou division indirect) de 1/40

#### Solution

$$n = \frac{i}{d} = \frac{40}{96} \text{ De tour de manivelle}$$

Il faut transformer cette fraction de telle manière que le dénominateur corresponde à un nombre de trous d'un disque du diviseur (voir tableau de disque).

$$\frac{40}{96} = \frac{10}{24} \text{ Soit 0 tour 10 intervalles du disque de rangée de 24 trous}$$

$$n = 0 \text{ tour plus 10 enterval (11 trous)}$$

### IV .2. Condition de coupe :

#### IV .2.1.Les paramètres de coupe :

Vc: vitesse de coupe en m/min

F : avance par tour en mm/tr (tournage)

Fz: avance par tour en mm/dent (fraisage)

Vf: vitesse d'avance en mm/min

n : fréquence de rotation en tr/min(Notée N dans certain livre)

D: diamètre de l'outil (fraisage)

D: diamètre de la pièce à usiner (tournage)

Z: nombre de dent de la fraise

a : profondeur de passe

#### IV .2.2.Les formules de coupe

Fréquence rotation de la broche:

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times D}$$

Vitesse d'avance en Tournage :

$$V_f = n \times F$$

Vitesse d'avance en Fraisage :

$$V_f = n \times F_z \times Z$$

### **IV .3. La Gamme d'usinage**

Pour mieux faire saisir la logique d'établissement d'une gamme d'usinage, décrivons maintenant sur un exemple la suite des étapes de conception d'une **gamme d'usinage** en insistant sur les aspects qui auront le plus d'importance dans le projet final de fabrication. Il va de soi que la gamme d'usinage s'applique essentiellement à une ébauche obtenue par les techniques d'élaboration du brut.

À partir d'un dessin de définition donnant toutes les conditions respecter (tolérances, quantité, matières premières, etc.), on peut choisir les types d'opérations et les outils convenant aux différentes entités d'usinage (alésages, surface plane, filetage, etc.) et respectant les contraintes imposées.

En fonction des quantités de pièces à produire et des contraintes technologiques, on peut ensuite choisir un ensemble de machines-outils pouvant convenir aux opérations à exécuter [38].

- Tenant compte ensuite des tolérances de précision, il est nécessaire d'ordonner les opérations individuelles suivant une séquence bien définie.
- Pour optimiser les temps d'usinage et respecter les tolérances de position (positions relatives des entités de la pièce), on groupe ensuite les opérations de façon optimale.
- On examine les possibilités de mise en position des pièces sur les montages, ainsi que leur bridage pour assurer leur stabilité sou l'effet des forces actives pendant l'usinage (effort de coupe notamment).
- Des contrôles en cours de fabrication (in-process) ou, éventuellement, après finition de la pièce, doivent aussi être ajoutés dans le plan de fabrication [39].
- Il est nécessaire ensuite que, pour chaque phase d'usinage, les conditions de travail (vitesse, avance, profondeur de passe) soient précisées et, de là, un calcul des temps et des couts des opérations est possible en vue d'arriver à une appréciation économique.

Pour illustrer plus concrètement la démarche en vue de choisir une gamme d'usinage, analysons maintenant la séquence des choix définir pour la réalisation d'une pièce mécanique.

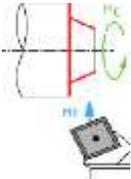
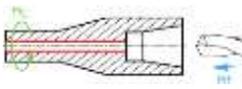
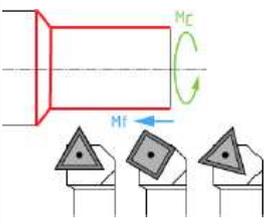
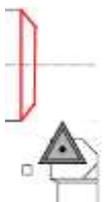
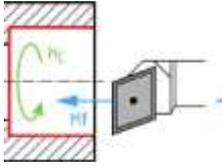
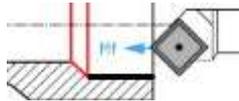
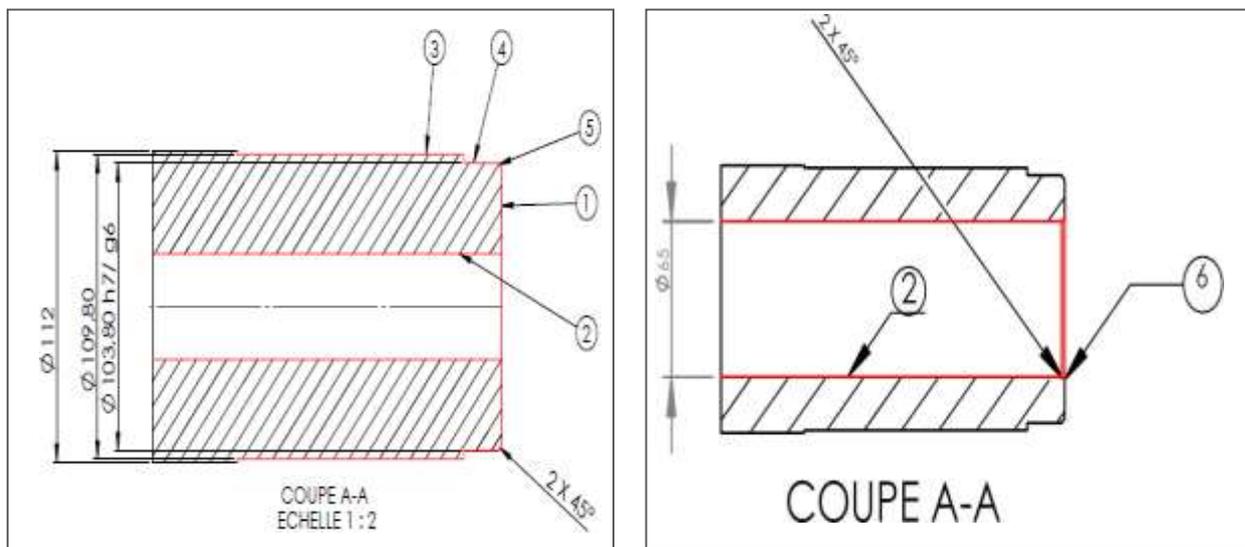
Pièce 1		Brut XC48			Machine GALLIC 19				
ANALISE DE PHASE, SOUS PHASE, OPERATIONS				Condition de coups					
Phase	Opération	Outil	Type de montage	$V_c$	N	F	$V_f$	Ap	
100	Dressage surface (1)		Montage en l'air	150	400	0.1	40	0.5	
	Perçage surface (2) =36mm			30	1250	0.1	125	/	
	Charriotage surface (3) =109.8 Et (4) =103.8			150	400	0.1	40	0.5	
				500	0.1	40			
	Chan freinage Surface (5)			150	500	0.1	40	/	
	Alésage surface (2)			125	630	0.1	50	0.5	
	« Intérieur » Chan freinage Surface (6)			250	500	0.1	40	0.5	

Tableau IV. 2. Succession des phases d'usinage.

Auparavant, précisons que par opération on entend un processus élémentaire d'usinage (tel qu'un dressage de face), par phase un ensemble d'opérations exécutées sur une unité d'usinage bien définie (machine-outil, centre d'usinage) et par sous-phase, on entend une partie de phase exécutée avec le même montage.

Comme indiqué dans les figures II.3 et II.44 le dessin de définition de la pièce donne les informations concernant les dimensions et tolérances dimensionnelles, les rugosités de surface, les tolérances géométriques, la nature de la matière à usiner, les dimensions approximatives du brut. Compte tenu de ces informations, ainsi que des renseignements sur les moyens de production disponibles dans l'entreprise ou, éventuellement, sur le marché, on peut, pour chaque spécification d'entité d'usinage, faire un choix de possibilités technologiques de mise en forme.

Les tableaux 2, 3, 4,5 et 6 donne les détails des opérations pour chaque entité de la pièce avec le nombre de passes d'usinage, ainsi que les types d'outils à utiliser de préférence. Ce choix n'est pas à considérer comme absolument définitif et peut être remis en cause en fonction des exigences apparaissant danses étapes ultérieures d'établissement de la gamme. Par exemple, la réalisation de la surface



**Figure IV. 3.** Représentation l'opération de tournage de premier montage

Plane1, figure 1 peut être obtenue par fraisage ou par tournage avec une passe de finition exigée par les conditions de tolérances et d'état de surface.

La réalisation de la surface 2, figure IV.1 peut être réalisé par perçage et alésage avec une passe de finition. La réalisation de la surface 3 peut être réalisée par chariotage avec des passes de finition en tournage.

Enfin, au niveau de chaque opération et de chaque sous-phase, la gamme doit prévoir la définition des conditions d'usinage (avance, vitesse, profondeur de passe, types d'outil) qui conviennent le mieux. Dans ce domaine, Une fois les conditions technologiques déterminées, il est aisé de calculer par phase et pour la gamme entière les temps et couts de fabrication. Des programmes rapides ont été développés à cet usage qui sont très performants [40].

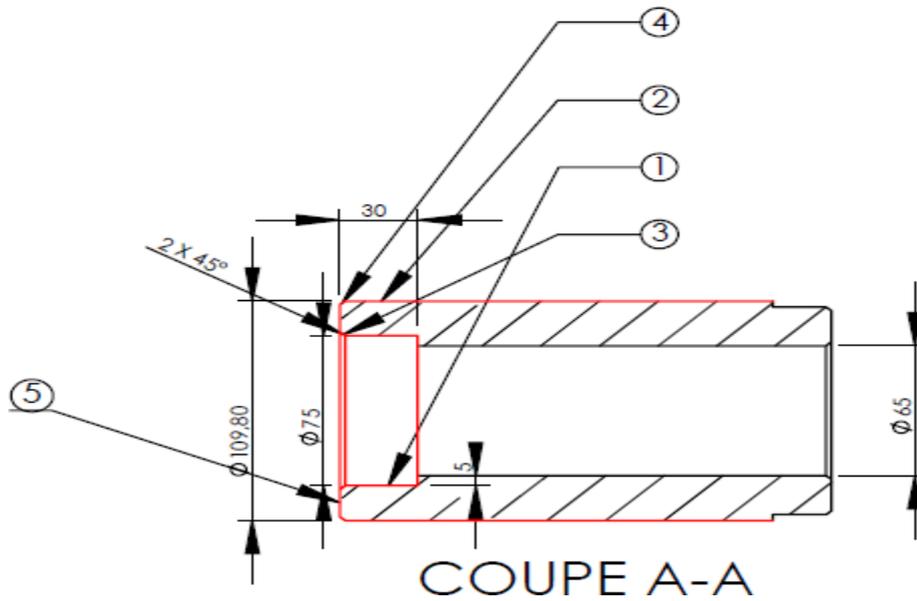
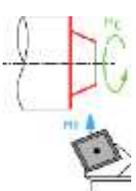
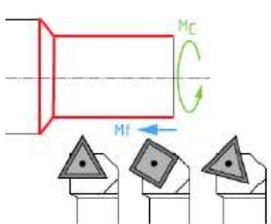


Figure IV. 4. Représentation l'opération de tournage de deuxième montage.

Phase	ANALISE DE PHASE, SOUS PHASE, OPERATIONS			Condition de coups				
	Opération	Outil	Type de montage	$V_c$	N	f	$V_f$	AP
200	Dressage surface (5)		Montage a l'air	150	400	0.1	40	0.5
	Charriotage surface (2)			150	400	0.1	40	0.5

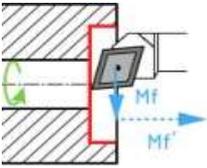
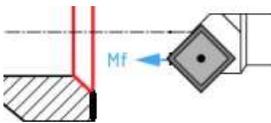
Chan freinage Surface (4)		150	500	0.1	40	/	
Alésage surface (1)		125	500	0.1	63		0.5
Charriotage « intérieur » surface (3)		150	500	0.1	40		0.5

Tableau IV. 3. Succession des phases d'usinage.

Une fois l'ordre des opérations déterminé, on revient aux regroupements nécessités par le respect des positions relatives des entités d'usinage. Par exemple, les surfaces 5-2-4-1-3 pourront être regroupées, comme déjà indiqué, en une seule phase à exécuter sur une machine de tournage. Le choix des regroupements est à l'initiative du préparateur qui devra tenir compte des machines disponibles et de facteurs économiques [41].

Pour exécuter les opérations retenues, il faut enfin choisir un système de positionnement de la pièce dans la machine qui soit optimal du point de vue du respect des tolérances dimensionnelles et de la stabilité du bridage contre l'action des forces extérieures. Les surfaces de référence (surfaces d'appui servant d'origine à lactation) doivent être choisies dans un ordre qui garantisse au mieux la précision de la pièce.

Enfin, au niveau de chaque opération et de chaque sous-phase, la gamme doit prévoir la définition des conditions d'usinage (avance, vitesse, profondeur de passe, types d'outil) qui conviennent le mieux. Dans ce domaine, il existe aussi des algorithmes permettant d'optimiser les conditions d'usinage en vue de réaliser un cout minimal ou un temps minimal. Les banques de données technologiques délivrent les valeurs des paramètres qui optimisent les opérations d'usinage.

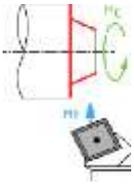
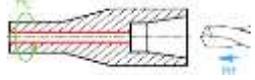
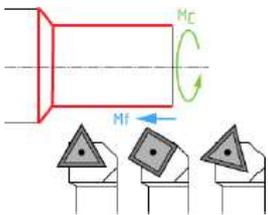
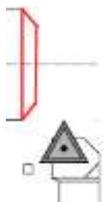
Pièce 2		Brut XC48			Machine GALLIC 19				
ANALISE DE PHASE, SOUS PHASE, OPERATIONS				Condition de coups					
Phase	Opération	Outil	Type de montage	$V_c$	N	f	$V_f$	$A_p$	
100	Dressage surface (1)		Montage A l'air	150	150	0.1	15	0.5	
	Centrage surface (2)			30	2000	0.1	200		
	Charriotage surface (3)		Montage mixte	150	150	0.1	15	0.5	
	Chan freinage Surface (4)			150	150	0.1	15	0.5	

Tableau IV. 4. Succession des phases d'usinage.

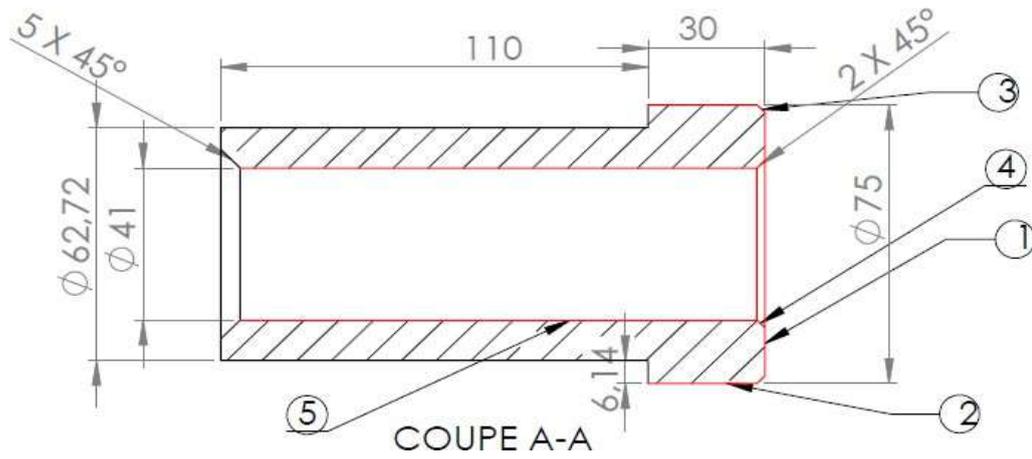


Figure IV. 5. Représentation l'opération de tournage pour le deuxième montage.

ANALISE DE PHASE, SOUS PHASE, OPERATIONS				Condition de coups				
Phase	Opération	Outil	Type de montage	$V_c$	N	F	$V_f$	A P
200	Dressage surface (1) L=140		Montage A l'air	150	500	0.1	15	0.5
	Perçage (5) Ø=36mm			30	250	0.1	50	
	Charriotage surface (3) Ø=75mm			150	150	0.1	15	0.5
	Chan freinage Surface (3) (4) =2mm			150	150	0.1	15	0.5

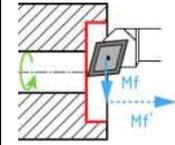
Alésage surface (5) Ø=41			150	200	0.1	40	0.5
-----------------------------	---	--	-----	-----	-----	----	-----

Tableau IV. 5. Succession des phases d'usinage.

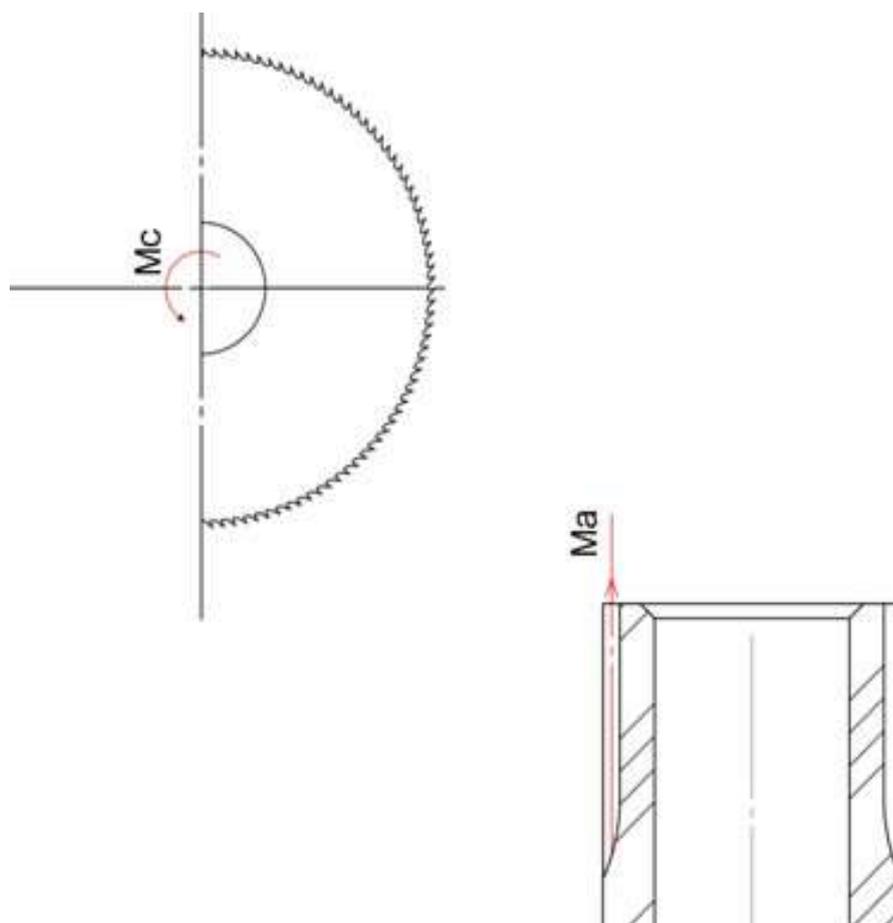


Figure IV. 6. représentation opération de taillage avec la fraise scie.

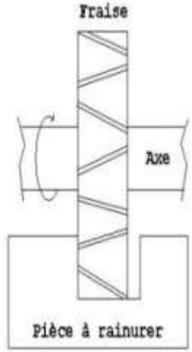
Pièce 2		Brut XC48		Machine : fraiseuse			
		Analyse de phase et sous phase opération		Condition de coupe			
Phase	Opération	Outil	Montage	$V_c$	N	$V_f$	AP
300	<p>Taillage</p> <p>On a 96 rainures de profondeur de 3.6 mm et longueur 40 mm</p>	<p>Fraise scie « 1taille » de diamètre 80 mm Et épaisseur de 0,8 mm</p> 	<p>En l'air</p> <p>Fraiseuse</p> <p>Avec un Montage en l'air dans mondrain de plateau deviseur et la pièce placer longitudinalement</p> <p>Suivent Ox</p>	20	1250	56	3.6

Tableau IV. 6. Représentation de la phase de taillage des rainures.

---

---

## CHAPITRE 5

---

---

# GENERALITE DE TOURNAGES

---

## **V. Introduction**

La planification des processus est l'activité qui lie la conception et la fabrication. La planification de processus assisté par ordinateur est un élément critique pour La compétitivité d'une entreprise manufacturière [35]. Le principal but est d'améliorer l'efficacité et d'obtenir une réponse rapide de devis de fabrication tout en optimisant les moyens de production [36].

L'obtention rapide de devis permet de prendre des décisions sur le lancement de la production. La gamme repose sur les connaissances et le savoir-faire du gemmiste ; Pour l'élaboration de gammes d'usinage, il n'existe pas de démarche structurée, pas de technique éprouvée, pas d'ouvrage de synthèse, pas de norme.

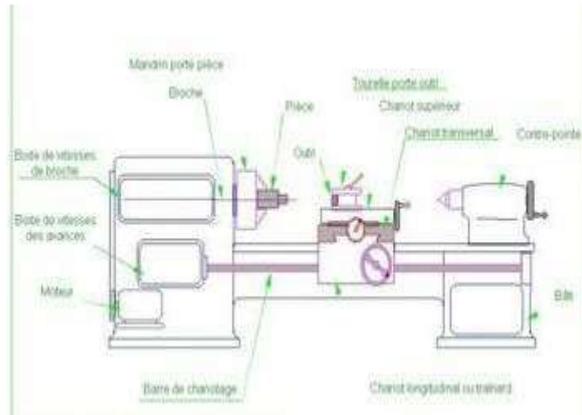
Tout repose sur l'expérience de l'homme des méthodes, l'automatisation de la gamme trouve une application très intéressante dans la formalisation et la capitalisation de ce savoir-faire, en formalisant les mécanismes de conception de gammes et en apportant un moyen de transmission de la connaissance [37].

### **V.1. Le tournage mécanique**

Les entreprises manufacturières utilisent des dizaines de procédés d'usinage pour créer des produits à partir de matériaux bruts ou semi-finis, dont l'un des plus courants est le tournage mécanique. Les tours (voir la figure 1 et 2) permettent de réaliser des surfaces de révolution et hélicoïdales (filetage) : cylindres, cônes et plans (génératrice perpendiculaire à l'axe de révolution). L'utilisation principale de ces machines est l'usinage des arbres. La pièce, généralement tenue par le mandrin, a un mouvement de rotation (mouvement de coupe) transmis par la broche. L'outil peut se déplacer en translation suivant deux directions. Ces deux directions, perpendiculaires entre elles, appartiennent à un plan auquel l'axe de la broche est parallèle. Le premier mouvement de translation est parallèle à l'axe de la broche. Le deuxième mouvement de translation est perpendiculaire à l'axe de la broche.



**Figure V. 1.** La machine de tournage mécanique (notre travail eu niveau des ateliers).



**Figure V. 2.** Schéma de la machine.

## V.2. Définition du tournage mécanique

Le tournage est un processus d'enlèvement de matière. Lors de cette opération, une machine enlève la matière indésirable d'une pièce en rotation avec un outil de coupe.

Le mouvement de coupe est obtenu par la rotation de la pièce à produire, retenue par un mandrin ou une pince spécifique, tandis que le mouvement d'avance est obtenu par le déplacement de l'outil de coupe. La combinaison de ces deux mouvements permet d'enlever de la matière sous forme de copeaux. Il est d'ailleurs possible de moduler la vitesse de ces mouvements pour obtenir les résultats souhaités.

Le tournage mécanique est une technique très efficace pour fabriquer des pièces de révolution à partir de matériaux variés tels que l'acier, l'aluminium, le cuivre, le zinc et même le bois et le plastique pour n'en nommer que quelques-uns.

Le tournage mécanique est aussi couramment utilisé comme procédé d'usinage secondaire pour ajouter ou affiner des caractéristiques sur des pièces qui ont été fabriquées préalablement grâce à un autre procédé d'usinage. En raison des tolérances et des états de surface élevés que le tournage peut offrir, il est idéal pour ajouter des caractéristiques de rotation de précision à une pièce dont la forme de base a déjà été créée.



Figure V. 3. Procédure de tournage (notre travail eu niveau des ateliers). Photo DGM.FT.UMBBoumerdes.

➤ **Quels sont les différents procédés du tournage mécanique ?**

Nous rentrons un peu plus dans les détails du tournage mécanique à proprement parlé, et nous verrons ensemble les différents procédés. L'usinage par tournage mécanique consiste à fabriquer des pièces de formes cylindriques ou coniques en enlevant de la matière par tournage

**I. Les différentes opérations de tournage**

Il existe principalement 2 différents types d'opérations de tournage, selon la surface de la pièce à usiner et matériaux utilisés

**A. Les opérations de tournage extérieur**

**1. Le dressage**

(Voir les figures 4 et 5) Un outil de coupe à une seule pointe se déplace radialement, le long de l'extrémité de la pièce, enlevant une fine couche de matériau pour obtenir une surface plane et lisse. La profondeur de la face, généralement très petite, peut être usinée en un seul passage ou peut être atteinte en usinant à une profondeur de coupe axiale plus petite et en effectuant des passages multiples.



**Figure V. 4.** Opération de dressage (notre travail eu niveau des ateliers). **Figure V. 5.** Outil de dressage.



## 2. Le chariotage

(Voir la figure 6et7) est une opération consistant à usiner sur un tour un cylindre d'un certain diamètre par déplacement de l'outil de coupe suivant un axe parallèle à l'axe de rotation de la pièce.



**Figure V. 6.** Opération de chariotage (Notre travail eu niveau des ateliers).



**Figure V. 7.**Outil de chariotage.

## 3. Le chanfrein

(Voir les figures 8 et 9) est la petite surface formée par une arête abattue. Cette surface plate est souvent obtenue par l'image de l'arête d'une pièce en pierre, en bois ou en métal. Généralement, le chanfrein entre deux faces à angle droit est à  $45^\circ$ . En mathématiques, on parle

---

également de distance de chanfrein.



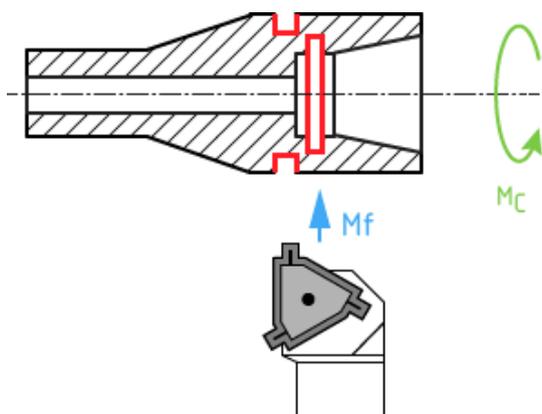
**Figure V. 8.** Opération de chan freinage  
(Notre travail eu niveau des ateliers).



**Figure V. 9.** Outil de chan freinage.

#### 4. Le rainurage

Un outil de coupe (voir la figure 10 et 11) à une seule pointe se déplace radialement, sur le côté de la pièce, en découpant une rainure de largeur égale à celle de l'outil de coupe. Des coupes multiples peuvent être effectuées pour former une rainure plus large que la largeur de l'outil et des outils de coupe de formes spéciales peuvent être utilisés pour créer des rainures de géométrie variable.



**Figure V. 10.** Opération de rainurage.



**Figure V. 11.** Outil de rainurage.

#### 5. Le tronçonnage

Un outil de coupe (voir la figure 12 et 13) à une seule pointe se déplace radialement, sur le côté de la pièce, et continue jusqu'à ce que le centre ou le diamètre intérieur de la pièce soit atteint, ce qui permet de tronçonner ou de couper une partie de la pièce.



Figure V. 12. Opération de tronçonnage.



Figure V. 13. Outil de tronçonnage.

## 6. Le filetage

Un outil de coupe (voir la figure 14 et 15) à une seule pointe, généralement doté d'un angle de coupe de 60 degrés, se déplace axialement, le long du côté de la pièce, coupant les filets dans la surface extérieure. Les filets peuvent être coupés à une longueur et un pas spécifiés et peuvent nécessiter plusieurs passes pour être formés.



Figure V. 14. Opération de filetage.



Figure V. 15. Outil de filetage.

## B. Les opérations de tournage intérieur

### 1. Le perçage

Un foret entre dans la pièce (voir la figure 16 et 17) par l'extrémité et découpe un trou d'un diamètre égal au sien.



Figure V. 16. Opération de perçage (notre travail eu niveau des ateliers).



Figure V. 17. Outil (foret) de perçage.

## 2. L'alésage

Un outil de coupe (voir la figure 18 et 19) pénètre axialement dans la pièce et taille la matière le long d'une surface interne pour former différentes caractéristiques telles que des entailles, des cônes, des chanfreins et des contours.

L'outil d'alésage est généralement un outil de coupe à pointe unique, qui peut être réglé pour couper le diamètre souhaité en utilisant une tête d'alésage réglable. L'alésage est généralement effectué après le perçage d'un trou afin d'en élargir le diamètre ou d'obtenir des dimensions plus précises.



Figure V. 18. Opération d'alésage  
(Notre travail eu niveau des ateliers).



Figure V. 19. Outil d'alésage.

### 3. Le taraudage

Un outil de coupe (voir la figure 20 et 21) pénètre axialement dans la pièce par l'extrémité et coupe des filets internes dans un trou existant.



Figure V. 20. Opération de taraudage.



Figure V. 21. Outil de taraudage.

## II. Les conditions de coupe

### 1. Choix de condition de coupe

Les choix des conditions de coupe, pour un matériau déterminé, dépend du type d'opération à effectuer

Soit :

- **En ébauche** : recherche le débit de copeaux maximal au coût minimal. Les principaux paramètres à prendre en compte étant la durée de vie de l'arrête de coupe (temps effectif de coupe avec la même arête) et les efforts de coupe (limites de puissance de la machine).
- **En finition** : rechercher la qualité dimensionnelle, micro géométrique et macro géométrique de la surface. Le principal paramètre à prendre en compte étant la rugosité de la surface à usiner. En règle générale, les conditions de coupe idéales sont celles qui permettent une réduction du temps d'usinage, une longue durée de vie l'outil avec une grande précision pour obtenir ces conditions, il est nécessaire de bien sélectionner l'outil en fonction de la matière, de la dureté, de la géométrie et des capacités de la machine.

## III. Les paramètres caractérisant le régime de coupe :

Les trois principaux paramètres des conditions de coupe :

- ✓ La vitesse
- ✓ L'avance
- ✓ La profondeur

Ont un effet décroissant sur la durée de vie d'outil. La vitesse de coupe et, de loin, le paramètre le

Plus important pour la durée de vie d'outil.

### 1) Vitesse de coupe « pour le tournage »

En tournage, la vitesse de coupe est la vitesse relative de l'outil par rapport à la pièce. Il s'agit donc de la vitesse tangentielle au point de la pièce coïncidente avec la pointe de l'outil. Cette vitesse qui s'exprime toujours en mètres par minute (m/min) se calcule ainsi :

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

Avec :

- $V_c$  : vitesse de coupe en « m/min »
- $d$  : diamètre en « mm » au point d'usinage
- $N$  : vitesse de rotation de la pièce en « tours par minute »

En permutant les termes de la formule précédente, on obtient :

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

Et c'est cette vitesse de rotation «  $N$  » que l'on règle sur la machine. Il faut donc

Connaître «  $V_c$  » dont la valeur est le plus souvent issue de méthodes empiriques. Certains organismes, comme le CETIM pour l'industrie mécanique, ont établi des tableaux de référence.

La vitesse de coupe est déterminée en fonction de différents facteurs :

- de la matière à usiner : en général plus elle est tendre et plus la vitesse est élevée
- de la matière de l'outil de coupe
- de la géométrie de l'outil de coupe
- du type d'usinage : ébauche, finition, filetage, etc.
- du lubrifiant, qui permet une augmentation de la vitesse
- de la qualité du tour : plus il est rigide, plus il supportera des vitesses élevées

### 2) Avance :

En tournage, l'avance est la vitesse avec laquelle progresse l'outil suivant l'axe de rotation pendant une révolution de la pièce, cette vitesse est déterminée expérimentalement en fonction des critères précédemment cités. Cela correspond, en première approximation à l'épaisseur Du copeau. On règle l'avance directement sur la machine.

À ne pas confondre avec la formule de calcul de l'avance en fraisage, qui est :

$$V_f = f_z \times Z \times N$$

$V_f$  = avance en mm/min

$f_z$  = avance par dent en mm/ (dent. Tour)

$Z$  = nombre de dents de la fraise

$N$  = fréquence de rotation réglée sur la machine en tr/min

En tournage, si on veut calculer la vitesse d'avance de l'outil, on applique cette formule :

$$V_f = f \times N$$

$f$  = avance en mm/tour

$N$  = fréquence de rotation réglée sur la machine en tr/min

### 3) Puissance nécessaire :

Un tour ne dispose pas d'une puissance illimitée : celle-ci lui est fournie par voie électrique.

Lors de l'usinage d'une pièce, il est impératif de s'assurer que la machine est capable de réaliser l'opération demandée, sans quoi on risque d'abîmer, l'outil, le tour, ou la pièce à usiner.

On définit pour cela le **débit de tournage**, quantité de matière enlevée par l'outil dans un temps donné. Ce débit  $Q_T$  s'exprime comme :

$$Q_T = f \times a_p \times V_c \text{ (en cm}^3\text{/min)}$$

Avec :

- $f$  : l'avance (en mm/tour)
- $a_p$  : la profondeur de passe (en mm)
- $V_c$  : la vitesse de coupe (en m/min)

Grâce à ce débit, on exprime la **puissance** nécessaire à la passe demandée :

$$P = \frac{k_c \times Q_T}{60} = \frac{k_c \times a_p \times f \times V_c}{60} \text{ (En watts)}$$

Avec  $k_c$  la pression de coupe, ou effort spécifique de coupe, en newtons par millimètre carré (N/mm<sup>2</sup>)

La puissance de fonctionnement, et la puissance max (ou "en pointe") sont données par le constructeur du tour, l'ajustement de la profondeur de passe permettra de diminuer la puissance nécessaire à l'étape demandée, sans jouer sur la vitesse de coupe ni sur l'avance, critères primordiaux à la bonne réalisation de la pièce.

---

---

**CONCLUSION GENERALE**

---

## Conclusion générale

Le confort de l'utilisateur est devenu au fil des années un argument important dans toutes les industries, en particulier l'industrie textile qui a un contact direct avec la vie quotidienne de l'être humain.

Le travail du Mémoire de Fin d'Etude exposé dans ce manuscrit porte sur la fabrication de pièces mécaniques pour les machines textiles, ces dernières jouent un rôle important dans l'économie mondiale

Face à une concurrence mondiale croissante, les entreprises textiles tentent de promouvoir la flexibilité de fabrication en s'appuyant sur le concept de fabrication intelligente, le futur développement des processus de production textile reposera de plus en plus sur un cycle de fabrication plus court et une qualité supérieure.

Le plan de la thèse a été articulé en quatre chapitres en commençant par une introduction qui présente une approche globale sur la fabrication mécanique à travers certaines étapes historiques ainsi que quelque définition des matériaux et des processus de fabrication, dans le premier chapitre nous avons discuté sur Les textiles circulaires étroits en représentant toutes ces caractéristiques concernant la structure, la géométrie, les propriétés mécanique et thermique, et même les composantes de la machine à tricoter.

Dans le deuxième chapitre nous avons parlé de la bande jersey qui est le cœur de notre étude, comme nous avons calculé quelques données de fabrication telles que la vitesse des cylindres et des aiguilles, le diamètre des cylindres et aussi le choix du matériau qui inclut le test de dureté que nous avons effectué dans le laboratoire des matériaux de la société nationale des véhicules industriels.

Le troisième chapitre contient toutes les données de la conception des cylindres de guidage, les schémas et les dessins de définition ainsi que les côtes fonctionnelles pour la fabrication.

Dans le quatrième chapitre nous avons développé une fonction méthode qui assure le lien entre la fonction étude et conception et la fonction production et fabrication, ce lien est assuré par la génération d'une gamme d'usinage, cette dernière a pour but de planifier la production en un temps minimum avec les plus faibles couts possibles tout en satisfaisant les qualités exigées.

Au cours de notre stage en entreprise, nous avons acquis les techniques de gestions et de fabrication des pièces mécaniques en série, cette expérience a été complétée par notre travail pratique dans les ateliers de fabrication du Département Génie Mécanique de l'Université M' Hamed Bougera de Boumerdès. Nous avons appris l'élaboration des côtes de fonctionnement et les opérations de fabrication nécessaires ainsi l'élaboration de la gamme d'usinage qui est l'étape la plus importante dans le processus de fabrication.

---

---

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

## Référence Bibliographie

- [1] Stobart, J., *The First Industrial Region. North-west England, c.1700–60* Manchester: Manchester University Press, 2004), 42–6.
- [2] P. Badel, S. Gauthier, E. Vidal-Salle, and P. Boisse. Rate constitutive equations for computational analyses of textile composite reinforcement mechanical behavior during forming. *Composites Part A-applied Science and Manufacturing*, 40:997{1007, 2009.
- [3]. Stobart, J., & Lane, P. (eds), *Urban and Industrial Change in the Midlands 1700-1840* (Centre for Urban History, University of Leicester, 2000);
- [4.] Clark, P., & Corfield, P., *Industry and Urbanisation in Eighteenth Century England* (Centre for Urban History, University of Leicester, 1994);
- [5] Saul, S.B., 'The Market and the Development of the Mechanical Engineering Industries in Britain, 1860-1914', *Economic History Review*, 2nd series, XX (1967), 118-9.
- [6] Crafts, N., 'British industrialisation in an international context', *Journal of Interdisciplinary History*, XIX (1989), 425.
- [7] Wright, N.R., *Lincolnshire Towns and Industry 1700-1914* (History of Lincolnshire Committee, 1982), 219.
- [8] Williams, M. with D. Farnie, *Cotton Mills in Greater Manchester* (Lancaster: Carnegie Publishing Ltd, 1992).
- [9] Aspin, C., *The Water Spinners* (Helmshore: Helmshore Local History Society, 2003); Calladine, A. and J. Fricker, *East Cheshire Textile Mills* (Royal Commission on the Historical Monuments of England, 1993); Nevell, M., 'From Linen Weaver to Cotton Manufacturer: Manchester During the 17<sup>th</sup> and 18th Centuries and the Social Archaeology of Industrialisation', in Nevell, M. (ed.), *From Farmer to Factory Owner. Models, Methodology and Industrialisation. The Archaeology of the Industrial Revolution in North West England* (Council for British Archaeology North West Archaeology North-West Volume 16, 2003), 41.
- [10] Aspin, C., *The Cotton Industry* (Princes Risborough: Shire Album No. 63, Shire Publications Ltd, 1981), 5–6; Benson, A.P., *Textile Machines* (Princes Risborough: Shire Album No 103, Shire Publications Ltd, 1983), 10.
- [11].Nordon, P. and David, H. G., *Int. J. Heat Mass Transfer*, 10 (1967).
- [12]. Pause, B., "Measuring the water vapor permeability of coated fabrics and laminates", *J. of Coated Fabrics*, 25(4), 311-320 (1996).
- [13].Sachdeva, R. C., "Fundamentals of engineering heat and mass transfer", 2nd ed., India, 2005,Publisher New Age International (P) Ltd.
- [14].Fohr, J. P., Dynamic heat and water transfer through layered fabrics, *Text. Res. J.*, 72 (1), 1-12 (2002).
- [15]. Lomax, G. R., The design of waterproof, water vapour- permeable fabrics, *J. of CoatedFabrics*, 15(7), 40-49 (1985).
- [16]. Kothari, V. K., "Quality control: Fabric comfort", *Indian Ins. of Tech.*, Delhi, India, 2000.
- [17]. Ren, Y. J. and Ruckman, J. E., Water vapour transfer in wet waterproof breathable fabrics, *J.Indus. Text.*, 32(3/1), 165-175 (2003).

- [18].Nordon, P., Mackay, B. H., Downes, J. G. and McMahon, G. B., “Sorption kinetics of watervapour in wool fibres: Evaluation of diffusion coefficients and analysis of integral sorption”,*Text. Res. J.*, 10, 761-770 (1960).
- [19]. Li, Y., Holcombe, B. V., Scheider, A. M. and Apar, F., “Mathematical modelling of the coolness to the touch of hygroscopic fabrics”, *J. Tex. Inst.*, 84(2), 267-273 (1993).
- [20]. Woo, S. S., Shalev, I. and Barker, L., “Heat and moisture transfer through nonwoven fabrics, Part II: Moisture diffusivity”, *Text. Res. J.*, 64 (4), 190-197 (1994).
- [21]. Yoon, H. N. & Buckley, A., “Improved comfort polyester, Part I: Transport properties and thermal comfort of polyester/cotton blend fabrics”, *Textile Research Journal*, 289-298 (1984).
- [22]. Barnes, J. C. and Holcombe, B. V., “Moisture sorption and transport in clothing during wear”, *Text. Res. J.*, 66(12), 777-786 (1996).
- [23]. Li, Y., Zhu, Q., “Simultaneous heat and moisture transfer with moisture sorption, condensation and capillary liquid diffusion in porous textiles”, *Text. Res. J.*, 73(6), 515-524 (2003).
- [24]. Schneider, A. M. and Hoschke, B. N., “Heat transfer through moist fabrics”, *Text. Res. J.*, 62(2), 61-66 (1992).
- [25].Scheurell, D.M., Spivak, S., and Hollies, N. R. S., “Dynamic surface wettness of fabric in relation to clothing comfort“, *Text. Res. J.*, 6, 394-399 (1985).
- [26] PAUL B. Kinematics and dynamics of planar machinery. Prentice-Hall (1979).
- [27]. CHANG. W.T, LIN. C.C et WU. L.L. A note on Grashof’s theorem. *Journal of marine Science and Technology*, vol. 13, no 4 (2005).
- [28]. Komeili M, Milani A (2012) The effect of meso-level uncertainties on the mechanical response of woven fabric composites under axial loading. *Computers & Structures* 90:163-171
- [29]. Araujo M, Fangueiro R, Hong H (2004) Modelling and simulation of the mechanical behaviour of weft-knitted fabrics for technical applications. Part IV: 3D FEA model with a mesh of tetrahedric elements. *Autex Research Journal* 4
- [30]. Au K-F (2011) *Advances in Knitting Technology*. Woodhead Publishing Series in Textiles. Woodhead Publishing
- [31]. Spencer DJ (2001) *Knitting Technology - A Comprehensive Handbook and Practical guide*. Woodhead Publishing Series in Textiles
- [32]. Duhovic M, Bhattacharyya D (2006) Simulating the deformation mechanisms of knitted fabric composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 37(11):1897-1915. doi:10.1016/j.compositesa.2005.12.029
- [33] Chevalier, Andre. *Guide du dessin industriel*. paris : HACHETTE Technique, 2004.
- [34] Layachi, Abdelheq. *Cours Bureau Des Méthodes*. Constantine : INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES APPLIQUEES, 2018.
- [35] Yen, Y.; Jain, A.; Chigurupati, P.; Wu, W.T.; Altan, A. (2004c) Computer simulation of orthogonal cutting using a tool with multiple coatings. *Machining Science and Technology*, 8(2) 2: 305–326.

- [36] U. Dixit, S. Joshi, and J. Davim, Incorporation of material behavior in modeling of metalforming and machining processes: A review, *Mat. Des.* 32(7) (2011), pp. 3655–3670.
- [37] Y.C. Lin and X.-M. Chen, A critical review of experimental results and constitutivedescriptions for metals and alloys in hot working, *Mater.Des.* 32 (2011), pp. 1733–1759
- [38] R. Liu, S. Melkote, R. Pucha, J. Morehouse, X. Man, and T. Marusich, An enhanced constitutivematerial model for machining of Ti–6Al–4 V alloy, *J. Mater. Process. Technol.* 213(12) (2013), pp. 2238–2246.
- [39] A. Iturbe, E. Giraud, E. Hormaetxe, A. Garay, G. Germain, K. Ostolaza, and P.J. Arrazola, Mechanical characterization and modelling of Inconel 718 material behaviorfor machining process assessment, *Mater. Sci. Eng: A.* 682 (2017), pp. 441–453.
- [40] M. Barge, H. Hamdi, J. Rech, and J.M. Bergheau, Numerical modelling of orthogonalcutting: Influence of numerical parameters. *J. Mater. Process. Technol.* 164 (2005), pp. 164–165.
- [41] Usui, E.; Shirakashi, T. (1982) *Mechanics of machining – from ‘descriptive’ to ‘predictive’ theory.* American Society of Mechanical Engineers, Production Engineering Division, Phoenix, AZ, USA, pp. 13–35.

## RÉSUMÉ

Le Génie Mécanique (GM) est la discipline qui applique les principes de l'ingénierie, de la physique et de la science des matériaux pour analyser, produire et maintenir des systèmes mécaniques C'est la branche de l'ingénierie qui associe la conception, la production et l'exploitation de machinerie.

Bande jersey permet la protection du membre sous fixation. En effet, le médecin enfle la bande avant l'application de la fixation. Le coton élastique de la bande de Jersey tubulaire permet une protection optimale de la peau contre son endommagement mécanique à cause du contact avec le plâtre.

L'objectif de ce travail est de fournir une solution pour fabriquer des cylindres de tricotage pour une seule machine pour obtenir des différents diamètres de la bande jersey

## ABSTRACT

Mechanical Engineering (GM) is the discipline that applies the principles of engineering, physics and materials science to analyze, produce and maintain mechanical systems It is the branch of engineering that combines design, the production and operation of machinery.

Jersey band protects the limb under binding. In fact, the doctor puts on the band before applying the fixation. The elastic cotton of the tubular jersey band provides optimum protection of the skin against mechanical damage caused by contact with the plaster.

The objective of this work is to provide a solution to manufacture knitting cylinders for a single machine to obtain different diameters of the jersey band

## ملخص

الهندسة الميكانيكية هو النظام الذي يطبق مبادئ الهندسة والفيزياء وعلوم المواد لتحليل وإنتاج وصيانة الأنظمة الميكانيكية وهو فرع من الهندسة يجمع بين التصميم والإنتاج وتشغيل الآلات.

شريط جيرسي يحمي الطرف تحت الربط. في الواقع، يضع الطبيب السوار قبل وضع التثبيت. يوفر القطن المرن لشريط جيرسي الأنبوبي الحماية المثلى للجلد ضد التلف الميكانيكي الناجم عن ملامسة الجص.

الهدف من هذا العمل هو توفير حل لتصنيع أسطوانات الحياكة لآلة واحدة للحصول على أقطار مختلفة لشريط جيرسي