

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen



Département de Génie Electrique et Electronique  
**Projet de Fin d'Etudes**  
En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en Génie Industriel

Option : **Ingénierie des Systèmes**

Présenté par :

**BOUZIDA-Hakim**

*Thème*

*Effet de la température et de l'humidité  
sur le comportement mécanique du fil de coton*

Soutenu, le Lundi 30/11/ 2020, devant le jury composé de :

Mr D. MOULAI-KHATIR	Président	Univ. Tlemcen
Mr F. BENKHENAFUO	Encadreur	Univ. Tlemcen
Mr A. MANGOUCI	Co-encadreur	Univ. Tlemcen
Mr A. BENHAMEL	Examineur	E.S.S.A. Tlemcen

Année universitaire 2019-2020

## REMERCIEMENTS

*Je remercie Dieu de m'avoir aidé à terminer ce travail.*

*Je tiens à remercier M. BENKHENAFOU Fethi d'avoir accepté de diriger ce projet, ainsi que pour son entière disponibilité et ses précieux conseils durant toute la période de l'élaboration de ce travail.*

*Aussi mes remerciements vont à mon Co-encadreur M. MANGOUCI Ahmed pour sa disponibilité et ses conseils. Je remercie M. MOULAI-KHATIR Djezouli de m'avoir honoré en acceptant de présider le jury de soutenance de ce PFE. Je remercie également M. BENHAMEL Abdelhamid d'avoir accepté d'examiner notre modeste travail.*

*Que toute personne ayant contribué de près ou de loin, sans oublier le personnel technique de l'entreprise de textile de Chetouane-Tlemcen et de Sebdou, à la réalisation de ce travail, trouve ici toute ma gratitude.*

## Résumé

Au niveau de l'environnement mondial, nous utilisons des matières textiles à grande échelle dans de nombreux domaines. Par conséquent, presque chaque fois que nous recherchons des fils textiles résistants, nous devons spécifier certaines caractéristiques particulières pour chaque utilisation.

Ce travail constitue une contribution à l'étude de l'influence du taux d'humidité et de la température sur la résistance et la déformation à la rupture des fils textile de coton et nous avons fait des recherches et des essais mécaniques sur le fil textile de coton pour un but d'améliorer leurs caractéristiques mécaniques. Les résultats montrent l'importance de degrés d'humidité pendant la chaîne de production (tissage) et après.

Le but de nos travaux est de se familiariser avec le domaine des textiles industriels et d'étudier les caractéristiques spécifiques du fil de coton et les effets de la température et de l'humidité sur ses propriétés mécaniques. Afin d'obtenir un meilleur fil de coton avec la meilleure résistance à l'environnement, il doit y avoir un certain rapport d'humidité et de température pendant le traitement industriel L'encollage du fil de coton peut augmenter la résistance et réduire la casse. On peut également conclure du test que la torsion du fil améliore généralement les propriétés mécaniques à la rupture du fil à un certain taux d'humidité. En revanche, l'augmentation de la température affecte ces dernières.

**MOTS Clés :** Matériaux fibreux ; comportement mécanique ; caractérisation ; humidité ; température.

## Abstract

At the global environmental level, we use textile materials on a large scale in many fields. Therefore, almost every time we are looking for a strong textile yarn, we must specify some special characteristics for each application. This work has contributed to the study of the influence of humidity and temperature on the fracture resistance and deformation of cotton textile threads (fibers), and we have conducted research and mechanical tests on cotton textile yarns to improve its characteristics. The results show the importance of humidity levels during and after the production line (weaving).

The purpose of our work is to be familiar with the field of industrial textiles and to study the specific characteristics of cotton yarn and the effects of temperature and humidity on its mechanical properties. In order to obtain a better cotton yarn with the best environmental resistance, there must be a certain humidity and temperature ratio during industrial processing. Sizing cotton yarn can increase strength and reduce breakage. It can also be concluded from the test that the twisting of the yarn generally

improves the mechanical properties of yarn breakage at a certain humidity level. On the other hand, the increase in temperature reduces them.

**Keywords:** fiber materials; mechanical behavior ; characterization ; humidity ; temperature.

## ملخص

على مستوى البيئة العالمية، نستخدم المواد النسيجية على نطاق واسع في العديد من المجالات. لذلك، في كل مرة تقريباً نبحث فيها عن خيوط نسيج قوية، يتعين علينا تحديد بعض المميزات الخاصة لكل استخدام. يشكل هذا العمل مساهمة في دراسة تأثير الرطوبة ودرجة الحرارة على المقاومة والتشوه عند كسر خيوط النسيج القطنية. وقمنا بإجراء البحوث والاختبارات الميكانيكية على خيوط الغزل القطنية بغرض تحسين خصائصها الميكانيكية. أظهرت النتائج أهمية مستويات الرطوبة خلال سلسلة الإنتاج (النسيج) وبعدها. الهدف من عملنا هو التعرف على مجال المنسوجات الصناعية ودراسة الخصائص المحددة للغزل القطني وتأثيرات درجة الحرارة والرطوبة على خواصه الميكانيكية. من أجل الحصول على خيوط قطنية أفضل لها مقاومة بيئية عالية، يجب أن تكون هناك نسبة معينة من الرطوبة ودرجة الحرارة أثناء المعالجة الصناعية. يمكن أن يؤدي تغيير حجم خيوط القطن إلى زيادة القوة وتقليل الكسر. نستنتج من الاختبار أن التواء الخيط يحسن الخواص الميكانيكية بشكل عام عند كسر الخيط عند مستوى رطوبة معين. من ناحية أخرى، فإن الزيادة في درجة الحرارة تؤثر عليه.

**الكلمات الرئيسية:** مواد ليفية؛ سلوك ميكانيكي التوصيف. الرطوبة. درجة الحرارة

# SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction generale .....	1
<b>Chapitre I</b> .....	<b>2</b>
I – Introduction.....	3
I-1 Processus de production textile .....	3
I-1-1 Département de filature.....	3
I-1-2 Département de tissage .....	4
I-1-3 Département de finition .....	4
I-2 Définition de matières textiles .....	5
I-3 Définition de fibre de coton.....	6
I-4 Industrialisation des fibres de coton.....	7
I-4-1 Etapes de filature .....	8
I-4-2 Techniques de fabrication des étoffes textiles.....	9
I-4-3 Traitements de finition.....	11
I-4-3-1 Débouillissage : .....	11
I-4-3-2 Désencollage : .....	11
I-4-3-3 Blanchiment : .....	11
I-4-3-4. Mercerisage : .....	12
I-4-3-5 Teinture : .....	12
I-5 Conclusion.....	12
<b>Chapitre II</b> .....	<b>13</b>
II- Filature conventionnelle.....	14
II-1 Introduction .....	14
II-2 Opérations effectuées aux pays de production.....	15
II-2-1 Récolte : .....	15
II-2-2 Egrenage : .....	15
II-2-3 Mise en balles : .....	16
II-3 Principaux emplois du coton .....	16

II-4 Ouvraison et nettoyage du coton .....	17
II-4-1 Ouvraison et mélange et nettoyage .....	17
II-4-2 Exemples d'installations d'ouvraison et de nettoyage .....	18
II-5 Cardage .....	18
II-5-1 But du Cardage .....	18
II-5-2 Principe du Cardage.....	19
II-5-3- Eléments de calcul sur la carde .....	21
II-5-3-1 Etirage de la carde .....	21
II-5-3-2 Influence du déchet .....	23
II-5-3-3 Etirage pratique et étirage théorique (mécanique) .....	23
II-5-3-4 Titre ou numéro du ruban de Carde .....	23
II-6 Conclusion.....	23
<b>Chapitre III.....</b>	<b>24</b>
III- Etirage des fibres courtes .....	25
III-1 Introduction .....	25
III-2 Principe .....	25
III-2-1 Etirage Théorique .....	26
III-2-2 Etirage Pratique .....	26
III-3 Composition du train de laminage .....	26
III-3-1 Description :.....	26
III-3-2 Ventilation et Nettoyage du train de laminage .....	27
III-3-3 Désignation d'un train de Laminage .....	27
III-4 Calcul des Taux d'Etirage .....	28
III-4-1 Taux d'étirage .....	28
III-4-2 Etirage Préliminaire et Etirage Total .....	29
III-5 Dispositifs Entrée et Sortie de la matière .....	29
III-5-1 Alimentation des Bancs d'Etirage .....	29
III-5-2 Sortie de la matière .....	30
III-5-3 Les Ecartements entre les Différents Cylindres .....	31
III-6 Importance du processus de filature ordinaire par rapport a l'open end .....	31
III-7 Importance de la détermination des casses de filer à anneaux.....	32

III-8 Conclusion.....	33
<b>Chapitre I V</b> .....	34
IV-1 Introduction.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV-2 Caractéristiques du continu à file utilisé au complexe textile de Sebdou : .....	35
IV-3 Importance de la détermination des propriétés physico-mécaniques de la matière première : .....	36
IV-3-1 Détermination des propriétés physico-mécaniques de la matière première : .....	36
IV-4 Matériau et méthodes .....	36
IV-5 Résultats -discussion .....	37
IV-6 Conclusion.....	44
Conclusion générale et perspectives.....	45
Références bibliographiques.....	46

## LISTE DES FIGURES :

Figure I-1 Les différents traitement du département filature .....	3
Figure I-2 Resultats de département filature .....	4
Figure I-3 Les différents traitements du département tissage .....	4
Figure I-4 Figure 1.1 Classification des fibres textiles.....	5
Figure I-5 Image au microscope électronique d'une fibre de coton .....	6
Figure I-6 Structure de poil de coton .....	6
Figure I-7 Cycle de vie d'un produit textile .....	9
Figure I-8 Les étapes industrielles de tissage .....	9
Figure I-9 Les armures de base d'un tissu .....	10
Figure I-10 Les classes des tricots.....	10
Figure II - 1 fruit du cotonnier. ....	14
Figure II - 2 courbes de croissance des fibres de coton. ....	14
Figure II - 3 Cueillette et égrenage mécanique des fibres de coton .....	15
Figure II -4 égrenage au rouleau des fibres de coton .....	15
Figure II - 5 Aspects des fibres avant et après égrenage.....	16
Figure II - 6 Schématisation d'une balle de coton .....	16
Figure II - 7 ouvraison et mélange des balles pressées .....	17
Figure II - 8 Aspect des fibres avant et après le pré-nettoyage.....	17
Figure II - 9 Installation d'ouvraison et nettoyage.....	18
Figure II-10 Présentation des organes de la carde et leurs garnitures .....	19
Figure II-11 Représentation du grand tambour.....	20
Figure II-12 2eme partie du mécanisme cardage .....	20
Figure II-13 Liaison par contact. ....	22
Figure II-14 Poulie / Courroie. ....	22
Figure II-15 Pignon / Chaines .....	22
Figure III – 1 : Vue d'ensemble d'un banc d'étirage .....	25
Figure III – 2 Passage de la matière à travers les cylindres. ....	25
Figure III – 3 Schématisation des deux paires de cylindre. ....	26
Figure III – 4 Vues du système de laminage .....	27
Figure III – 5 Systèmes d'aspiration des déchets par zones. ....	27
Figure III – 6 Train de laminage 4/3 le plus utilisé dans les bancs d'étirage.....	28
Figure III – 7 exemple de Train de laminage 3/3 .....	28
Figure III– 8 Dispositifs d'alimentation du banc d'étirage.....	30
Figure III – 9 Dispositif de formation du ruban sortant .....	30
Figure III – 10 Jauges de réglage des écartements. ....	31
Figure IV- 1 Essai de traction monotone ; exemple de la courbe force-déplacement, issue d'un essai de traction effectué sur un fil.....	37
Figure IV-2 Machine de traction type Textechna utilisée. ....	38
Figure IV-3 Effet du nombre de fils assemblés sur l'allongement à la rupture du fil 1cc24 vierge. ....	38
Figure IV-4 Effet du nombre de fil sur la déformation à la rupture d'un fil 1cc24 encollé. ....	39

Figure IV-5 Effet du nombre de fils assemblés sur la résistance à la rupture du fil 1cc24 vierge.....	39
Figure IV-6 Effet du nombre de fil sur la charge à la rupture d'un fil 1cc24 encollé. ....	40
Figure IV-7 Effet de la température sur la résistance à la rupture du fil 1cc24 vierge. ....	40
Figure IV-8 Effet de la température sur l'allongement à la rupture du fil 1cc24 vierge. ....	41
Figure IV-9 Effet du temps d'humidification sur la résistance à la rupture d'un fil 1cc24 vierge. ....	41
Figure IV-10 Effet du temps d'humidification sur la charge à la rupture d'un fil 1cc24 encollé. ....	42
Figure IV-11 Effet du temps d'humidification sur l'allongement à la rupture d'un fil 1cc24 vierge. ....	42
Figure IV-12 Effet du temps d'humidification sur la déformation à la rupture d'un fil 1cc24 encollé. ....	43
Figure IV-13 Schématisation de l'effet de la torsion sur les caractéristiques mécaniques à la rupture du fil du 1/24 cc. ....	44

### **LISTE DES TABLEAUX :**

Tableau I-1 La composition en pourcentage de la fibre de coton .....	7
Tableau I-2 Les étapes de filature.....	8
Tableau III-1Caractéristiques du continu à filer type ZINSER 319. ....	35
Tableau IV-1 Caractéristiques de la matière première du coton .....	37
Tableau IV-2 Effet de retordage sur le comportement mécanique à la rupture d'un fil 1cc24 vierge..	43

## INTRODUCTION GENERALE

Le coton est principalement produit pour sa fibre, laquelle est utilisée de par le monde comme matière première textile. Le coton est un produit de base important pour l'économie mondiale. Cultivé dans plus de 100 pays, le coton est un produit agricole de base qui fait l'objet d'échanges commerciaux très nombreux, plus de 150 pays étant impliqués dans l'importation ou l'exportation du coton.

Le prix du coton a été principalement déterminé par des facteurs ou des propriétés (qualité ...). En filature, on cherche toujours à transformer un grand volume de fibres aux fils de grand longueur composé des filaments. On doit passer par quelques étapes industrielles s'appellent le process de filature [1].

Quelque soit la nature de la matière première des fibres (coton, laine, ...), les fils obtenus à base de ces fibres se caractérisent et signifient par le numéro métrique (1/24 cc, 1/16...), ainsi que la filature se fait en deux méthodes type fibres courtes ou type fibres longues.

La filature Open – End est la méthode innovée et développée, mais lorsque on remarque les besoins des clients on trouve qu'ils ne préfèrent pas les tissus traités par ce process [1].

On cherche les moyens les plus économiques dans chaque procédé industriel.

Dans le cadre de notre étude, nous nous proposons de connaître les principes de base des filatures, acquérir les compétences nécessaires dans la technologie du filage ; voir l'influence de l'humidité et la température sur le comportement mécanique du fil de coton vierge et encollé à application textile.

Pour cela, nous présenterons, dans un premier chapitre, une description générale de l'entreprise Textile et une introduction à la filature en présentant les matières textiles et les principales caractéristiques des fibres textiles.

Dans un deuxième chapitre, la filature conventionnelle type fibres courtes est illustrée et la grande préparation de filature ; le principe de cardage, les possibilités du cardage et débouillage ainsi que les organes et accessoires de cette opération.

Nous exposons, dans le troisième chapitre, le phénomène de l'étirage des fibres courtes sur une chaîne de fabrication, pour aboutir à des filaments et fils de différentes nuances pour des applications textiles définies.

En fin, le chapitre quatre englobe la partie expérimentale : où nous présentons les résultats effectués au laboratoire sur le fil de coton et l'influence de l'environnement sur le comportement mécanique de ce dernier, suivi d'une conclusion générale.

# Chapitre I

# I- PROCESSUS DE PRODUCTION TEXTILE

## I-1 INTRODUCTION

Les visites respectives de l'usine nous ont permis une meilleure compréhension des étapes intervenant dans les processus de production, l'usine se compose des différents départements.

- a- Département de filature
- b- Département de tissage
- c- Département de finition

### I-1-1 DEPARTEMENT DE FILATURE

La transformation du coton (balles pressés) de coton en fils de coton utilisable direct et pour obtenir des tissus. Les fils obtenus sont différents dépendent de nos besoins (Nm). Ce département se compose de trois sections, la première section ; on trouve la grande préparation qui distingue la grosse et la petite préparation, la deuxième section de filature et la dernière de bobinage [2].

Le schéma suivant nous montre les différents traitements dans ce département :

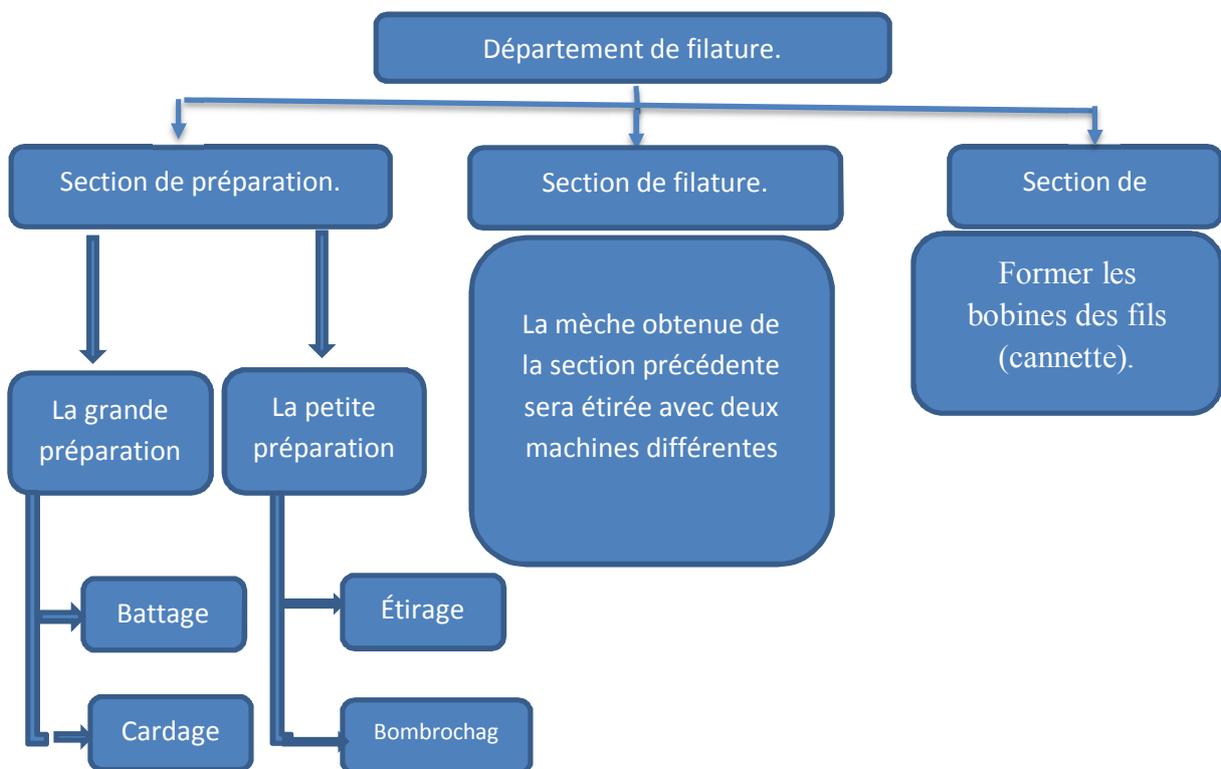


Figure I-1 : les différents traitements du département filature

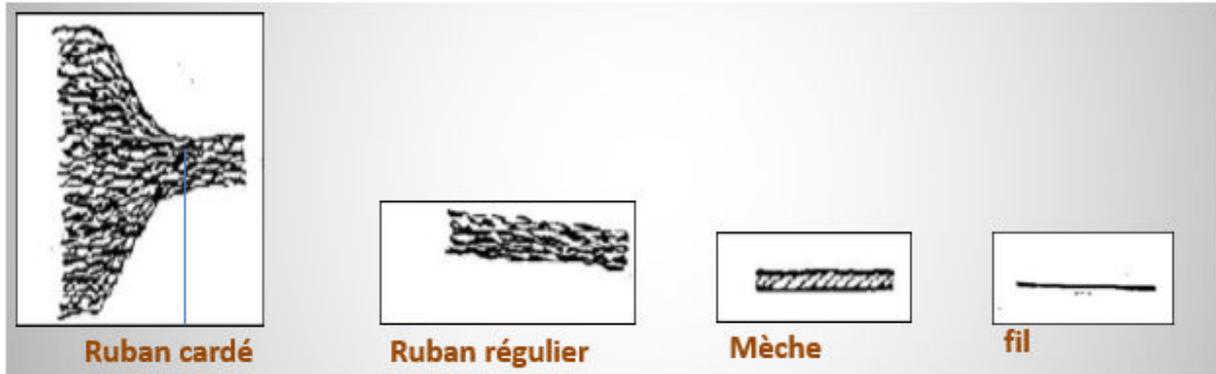


Figure I-2 : résultats de département filature.

### I-1-2 DEPARTEMENT DE TISSAGE

La transformation des bobines de fil en tissus écrus, plats, éponges, mailles, toiles et satins... se fait en deux section :

Le schéma suivant nous montre les différents traitements dans ce département :

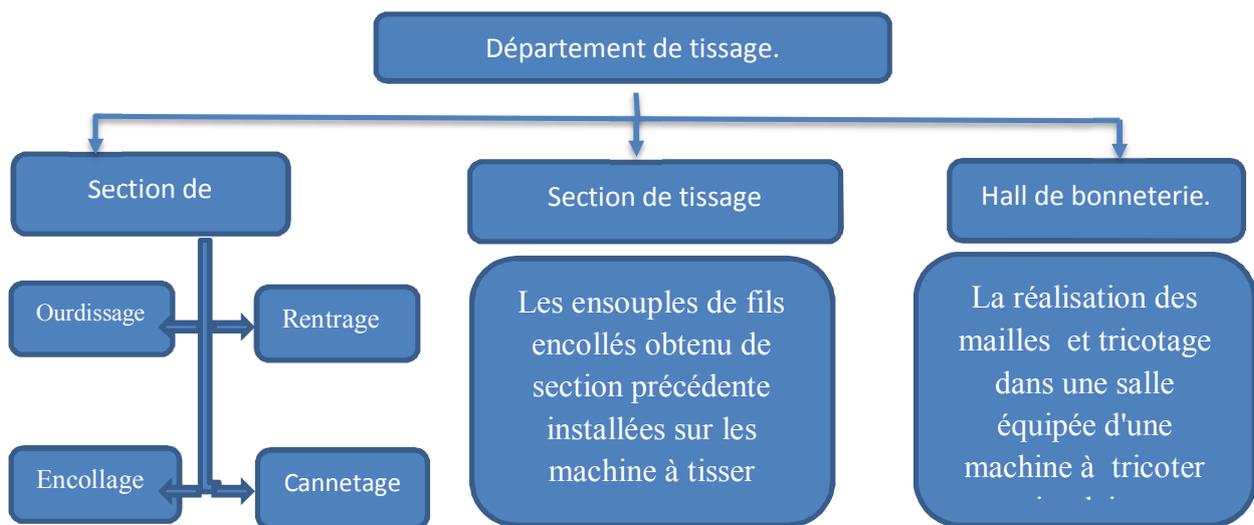


Figure I-3 : les différents traitements du département tissage.

### I-1-3 Département de finition

Le département de finition est responsable de la teinture des tissus non blanchis. Il s'agit du traitement final du tissu avant l'utilisation selon nos besoins. Le processus de conversion de tissus non blanchis en tissus finaux blanchis ou teints se déroule en plusieurs étapes [2] :

- **Flambage :**

Il s'agit de la première opération réalisée par flambage. Le but est d'éliminer les

ondulations (petits poils sur le tissu) et de le rendre complètement lisse. Cette étape n'est pas absolument nécessaire le tissu peut passer directement à l'étape suivante.

- **Désencollage** : Le lavage se fait sur une machine de désencollage (ici, un rouleau). Puis le tissu se passe au étape de **Caustification** qui consiste à donner l'hydrophilité au tissu.
- **Teinture** : La teinture se fait avec des colorants réactifs pour aboutir à une belle apparence et donner une couleur au tissu, en utilisant Plusieurs modes opératoires relatifs la qualité du tissu.

## I-2 Définition de matières textiles

Tous les matériaux textiles sont composés des fils à base fibreux ; les fils sont obtenus par plusieurs opération (torsion, encollage ...), qu'ils soient de structure simple ou complexe. Le fil défini comme une grande longueur de filaments (fil continu) avec torsion directement utilisables dans l'industrie textiles, Elles sont caractérisées par leur longueur, finesse et leur ténacité (résistance) [2].

On peut réaliser La bonne qualité du produit finis avec les bons traitements de finissage et la bonne qualité des fibres (l'origines). Les matériaux textiles ont élargi leurs domaines d'usage (habillement ...).

Les fibres textiles peuvent être classées en deux catégories (Figure I-4) selon leurs origines [3]: les fibres naturelles d'origine végétale, animale, ou minérale et les fibres chimiques en deux type soi artificielles ou synthétiques.

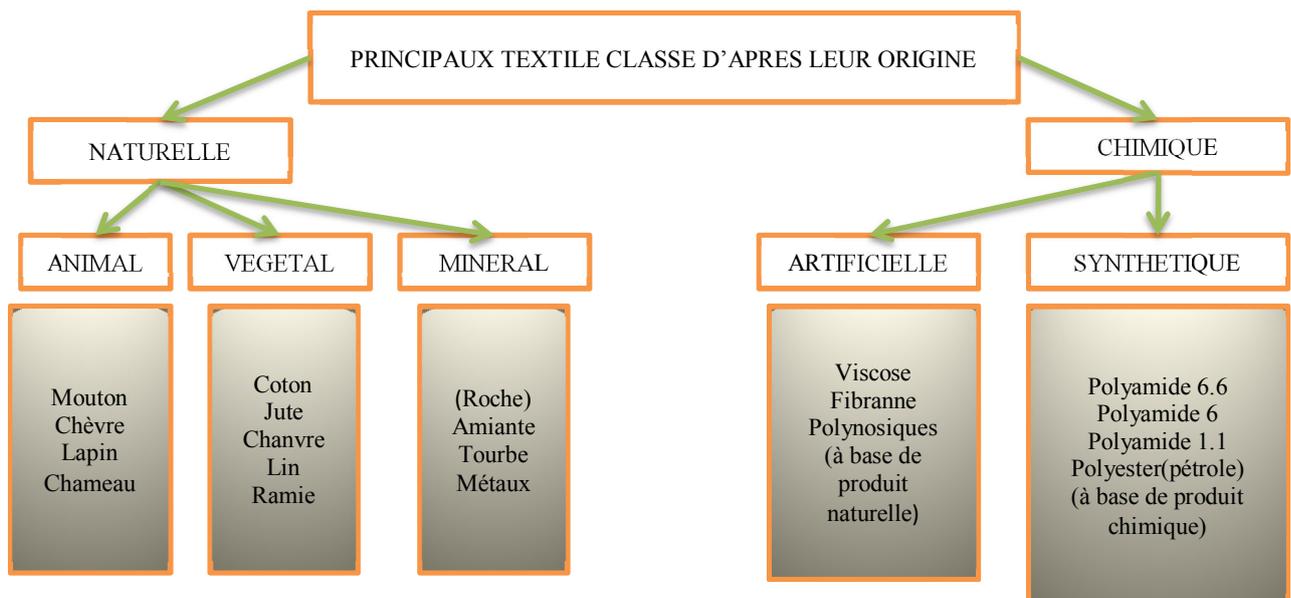


Figure I-4 : Classification des fibres textiles

### I-3 Définition de fibre de coton

Tout d'abord, la fibre est un élément de courte longueur que l'on dit discontinu et qui peut être utilisé dans la fabrication textile. Le coton est l'une des plus anciennes fibres naturelles utilisées dans le domaine de l'habillement. Il est reconnu avant JC, en Inde et en Amérique du Sud depuis 3000 ans. Le coton est une fibre végétale (figure I-5), qui provient de la fibre entourant la graine de coton. C'est un arbuste de la famille des Malvacées du coton. Parmi plusieurs types de coton (environ 1500 types), en termes de longueur, seuls 4 types sont filables [4].

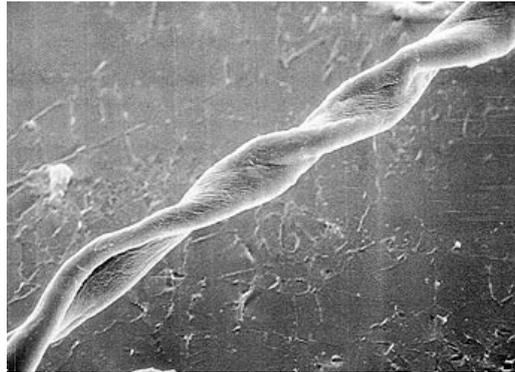
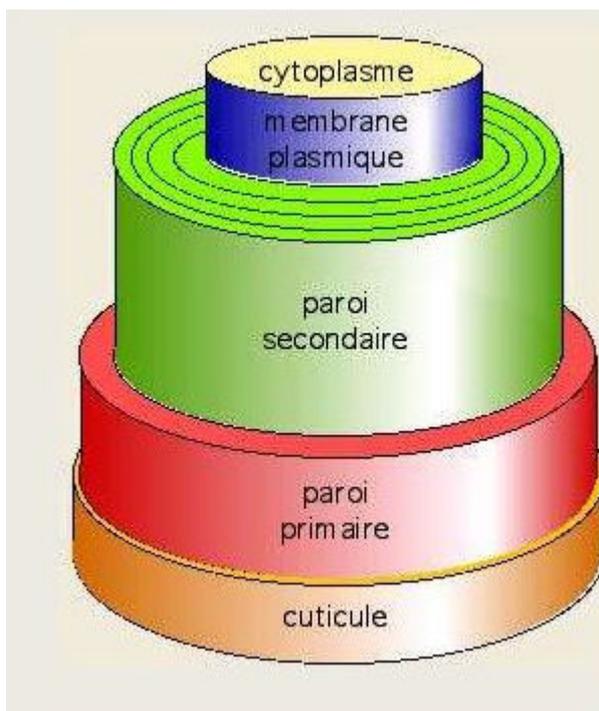


Figure I-5 : Image au microscope électronique d'une fibre de coton [4]

Le coton est une fibre unicellulaire, une extension des cellules épidermiques de la graine de coton. Il se présente sous forme de haricots, mesurant 1 à 4 cm de longueur et 10 à 30 microns d'épaisseur. La section transversale de la fibre de coton montre un empilement de plusieurs couches de composition et d'orientation différentes, y compris la couche externe (cuticule), la première paroi, la deuxième paroi et le cytoplasme ou lumière (Figure I-6)



- Paroi primaire (la gaine de la fibre) : cellulose cire, lipide et pectine
- Paroi secondaire : 3 couches cellulosiques.

Figure I-6 : Structure de poil de coton [5]

Le fil de coton est doux et résistant, principalement utilisé pour les tissus de coton. Il est facile de s'adapter aux tissus légers, mais il n'est pas recommandé de l'utiliser en combinaison avec des tissus extensibles, sinon les points pourraient se casser en raison de la composition des fibres de coton (tableau I-1).

Tableau I.1 La composition en pourcentage de la fibre de coton [6].

Matière	Variation	Meilleur coton
Cellulose	88.0 à 96.0	95.0
Protéines	1.3 à 1.9	1.3
Pectines	0.7 à 1.2	1.2
Cendre	0.7 à 1.6	1.2
Cire	0.4 à 1.0	0.6
Sucre	0.1 à 1.0	0.3
Pigments	-	Traces
Autres	-	1.4

La couche externe de la fibre contient de la cire et de la pectine, qui peuvent être complètement éliminées par un traitement de finition standard, augmentant ainsi le taux d'absorption d'humidité de la fibre. D'autres études ont montré que la paroi principale des fibres de coton contient plusieurs groupes de microfibrilles de cellulose, qui sont retenues par la pectine et recouvertes de poussière. Il est généralement reconnu que du fait que la première couche est revêtue d'un matériau de pectine, la cellulose de la première paroi est plus résistante aux solvants cupraminiques et autres solvants conventionnels que la cellulose de la seconde couche [4].

#### **I-4 Industrialisation des fibres de coton**

Une fois la capsule ouverte, les fibres de coton qui atteignent la surface peuvent être récoltées manuellement ou mécaniquement. Bien que la méthode manuelle demande beaucoup de travail, plus de temps et plusieurs passes, elle reste le premier choix car elle permet d'obtenir des fibres de meilleure qualité sans débris végétaux et à maturité uniforme. La fibre de coton est ensuite envoyée dans une usine d'égrenage, où elle est séparée des graines et, dans la plupart des cas, est utilisée pour extraire une huile comestible de haute qualité. Ces fibres sont finalement comprimées en balles de 100 à 340 kg sous une pression d'environ 7 MPa [7] pour favoriser leur transfert vers les industries du textile, du papier ou du non-tissé.

### I-4-1 Etapes de filature

Le coton est importé sous forme de balle pressées composés de fibre différent entrelacées avec déchets ... graines. Pour obtenir un fil régulier on doit passer par les opérations suivantes (filature classique) dans le tableau suivant (Tableau I-2) :

Tableau I-2 Les étapes de filature

N°	Etapes	Machines	Produits
01	Ouvraison et battage des balles	Ouvreuse batteuse	Nappe
02	Cardage de la nappe	Carde	Ruban cardé
03	Etirage du ruban carde	Banc d'étirage	Ruban régulier
04	Pré filage du ruban carde	Banc à broches	Mèche
05	Filage de la mèche	Continu à filer	Fil

Le filage est l'étape de transformation du coton brut transporté dans la feuille de fibres en une structure linéaire plus uniforme. En effet, les balles de coton filées en atelier ont été échantillonnées afin de choisir parmi différentes qualités et origines, qui peuvent être liées pour obtenir un fil de qualité uniforme. La balle est ouverte par la presse à balles, puis battue dans la nettoyeuse-batteuse sous l'action du flux d'air pour éliminer les débris et les filaments trop courts contenus dans le coton. A ce stade de la transformation, les fibres se présentent sous forme de flocons pour les ouvrir, les mélanger et les nettoyer [7].

Lors de l'étape de cardage, les fibres de coton naturel seront séparées les unes des autres, peignées, redressées, mises en parallèle et nettoyées. On obtient alors un ruban cardé avec un grand nombre de fibres dans sa section transversale. Une étape de peignage facultative peut être effectuée après l'étape de démêlage, qui peut extraire la fibre de coton la plus longue pour la fabrication de tissus de haute qualité. Le but de l'étape d'étirement (ou de doublage) est de coordonner l'épaisseur de la courroie de cardage en étirant les fibres. Cela se fait en passant plusieurs rubans entre différents rouleaux en caoutchouc tournant à des vitesses de plus en plus rapides. Enfin, plusieurs rubans sont étirés et tordus ensemble pour donner le fil définitif. Cette opération s'effectue dans deux machines distinctes : un banc à broches, tout d'abord, a pour fonction d'effectuer le filage en gros, en assemblant plusieurs fibres entre elles et en les tordant de manière à obtenir un fil de diamètre assez grossier, appelé mèche, qui sera enroulé sur une bobine. Ensuite, un continu à filer a pour objet de réduire le diamètre du fil à sa taille définitive. La torsion finale apportée au fil dépend de l'usage destiné [4].

## I-4-2 Techniques de fabrication des étoffes textiles

Les textiles sont des pièces bidimensionnelles obtenues à partir d'un ou plusieurs fils disposés d'une manière spécifique au processus de fabrication comme le montre la figure I-7. La production de textiles est généralement effectuée selon les étapes suivantes :

- Préparation des fibres (naturelles ou synthétiques)
- La transformation des fibres en fils
- La fabrication des étoffes
- L'ennoblissement (taches de finitions)

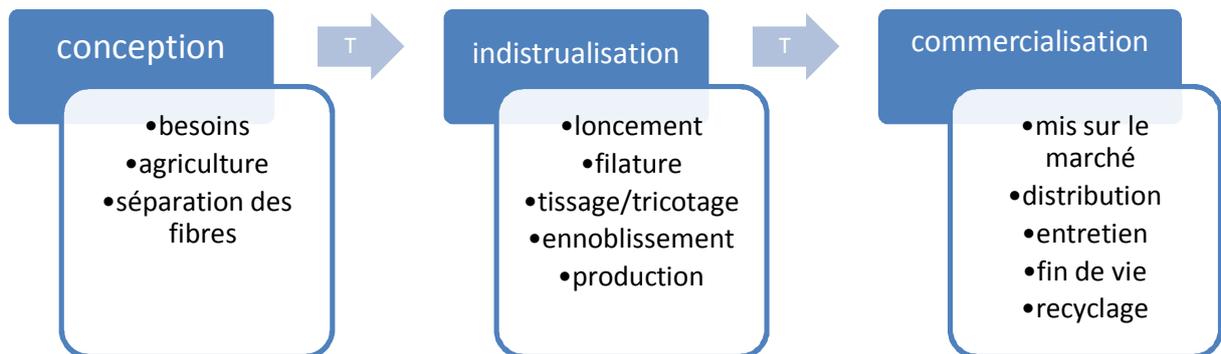


Figure I-7 : Cycle de vie d'un produit textile

Tissage (tissu) :

Le tissage est l'entrecroisement perpendiculaire d'une nappe de fils de chaîne et d'une nappe de fils de trame selon une armure bien définie [4]. L'étoffe ainsi obtenue s'appelle tissu.

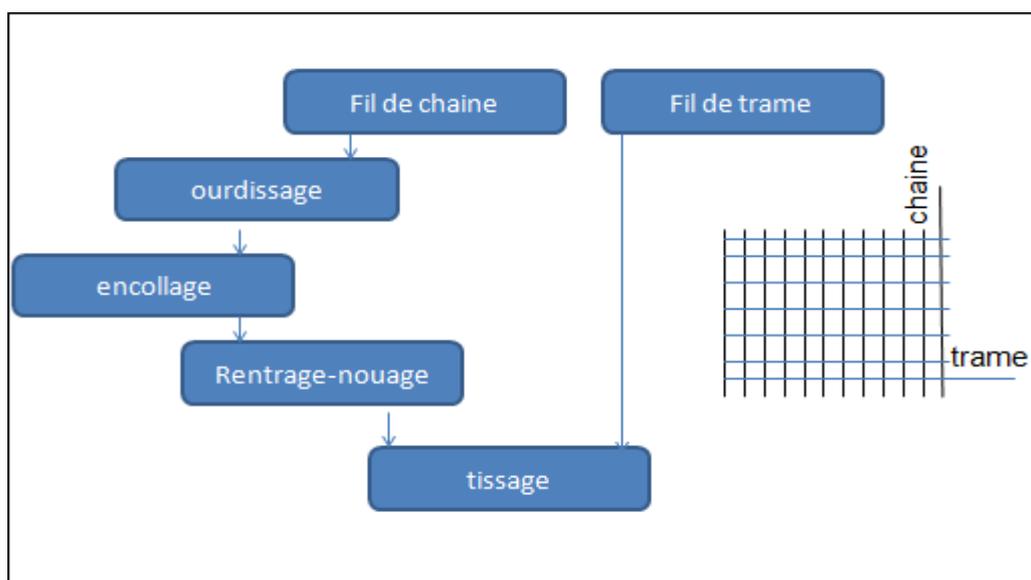


Figure I-8 : Les étapes industrielles de tissage

Les bobines de l'atelier de filature sont divisées en chaîne et en trame selon leur taille et leur taux de torsion. Les fils de chaîne seront disposés en parallèle sur la poutre pour former une feuille mince qui est affectée par la force uniforme (ourdissage), puis enduits d'un adhésif qui peut améliorer sa fermeté et augmenter sa résistance pour résister aux contraintes mécaniques lors du tissage (encollage). Les fils de chaîne enduits seront attachés aux extrémités du filet pour former d'anciennes poutres du métier à tisser pour assurer la continuité de la production (mécanisme de nouage), ou ils seront enroulés dans le cadre pour créer un nouveau tissage. La trame sera rentrée dans la foule formée par les fils appartenant au cadre soulevés du métier, et tout au long du tissu, ces fils restent dans le tissu selon un motif entrelacé répétitif, appelé tissage [4][8].

Les trois armures de base les plus reconnues dans la fabrication des tissus sont : la toile, le sergé et le satin (Figure I-9).

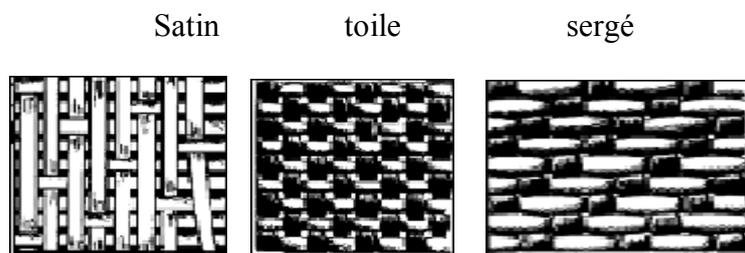


Figure : I-9 Les armures de base d'un tissu

- Tricotage (tricot) :

Le tricot est défini comme un tissu formé de boucles enchevêtrées [9]. Le groupe peut être constitué d'un seul fil (tricotage de trame) ou d'un seul groupe de fils (tricot chaîne) représenté dans la figure I-10 suivante :

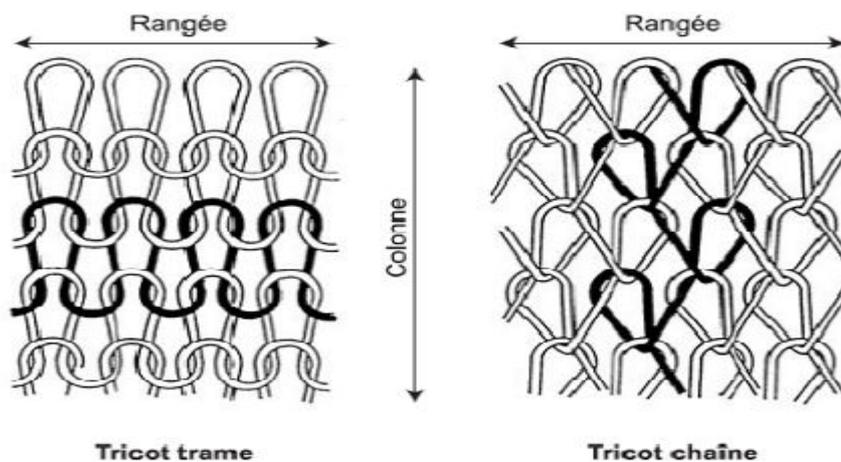


Figure : I-10 Les classes des tricots [4]

### **I-4-3 Traitements de finition**

Le traitement de pré-teinture comprend l'amélioration de la capacité des produits en coton à réagir avec le produit final et l'élimination des impuretés qui peuvent interférer avec l'homogénéisation du colorant et la pénétration de l'eau. Le traitement préteinturage dépend de l'état de la fibre et du stade de fabrication du matériau.

Les procédés et les techniques de prétraitement dépendent de [10] :

- La nature de la fibre à traiter (le coton, la laine, le lin et la soie...), les traitements techniques sont plus difficiles que celle pour les matières premières à base de fibres synthétiques.
- La forme de la fibre (bourre, fils, tissus ou tricots).
- La quantité de matériaux à traiter

#### **I-4-3-1 Débouillissage**

Le coton est entouré de cire polypeptidique pour protéger le coton des agressions extérieures. De plus, le coton contient également d'autres impuretés végétales (égrenage). Toutes ces impuretés et d'autres (9% du poids de coton) s'opposent à la pénétration de colorants et d'agents d'encollage, il faut les éliminer tous pour rendre le coton hydrophile [4].

#### **I-4-3-2 Désencollage**

Avant que les fils de chaîne ne traversent le métier à tisser, ils doivent être encollés, généralement à base d'amidon, lui est appliquée pour améliorer la résistance et réduire les casses des fils. Le produit d'encollage en contact avec le bain alcalin se transforme en une substance visqueuse, ce qui empêche le colorant de pénétrer dans la fibre, entraînant une mauvaise consistance. Le processus d'élimination de cette colle s'appelle le désencollage.

Il peut être traité en milieu oxydant dans certaines conditions expérimentales (plus agressives) ou à l'aide d'enzymes (protéines de haut poids moléculaire solubles dans l'eau). Habituellement, la première opération de traitement humide effectuée sur les deux types de fils à tissés (chaîne, trame) [4].

#### **I-4-3-3 Blanchiment**

Après l'étape précédente on obtient des fils hydrophiles. Toutefois, la couleur d'origine reste inchangée car la matière colorée ne peut être complètement éliminée par le lavage et l'extraction alcaline.

Si le matériau est teint en noir, il peut être teint directement sans blanchiment. Par contre, si la fibre doit être teinte dans une couleur douce, ou si elle doit être imprimée ultérieurement, une étape de blanchiment doit être effectuée. Dans certains cas, même des couleurs sombres. Sachant qu'il ne s'agit pas d'un traitement de blanchiment complet, une étape de pré-blanchiment peut être nécessaire [10].

#### **I-4-3-4. Mercerisage**

Le coton est une fibre composée de zones cristallines (hydrophobe) et non cristallines (hydrophile)

Le traitement de mercerisage est destiné pour les fils à coudre et les étoffes pour impression de hautes qualités, il est nécessaire afin de déformer la structure cristalline et homogénéiser l'affinité des fibres, ce qui cause une augmentation de la brillance, de l'affinité et des propriétés mécaniques des matières en coton. Cette opération consiste à imprégner à froid la matière sous tension, pendant un court instant dans un bain de soude caustique concentré. L'alcali cellulose formé sera neutralisé dans un bain d'acide acétique pour retourner à la cellulose dans un état plus amorphe. [11]

#### **I-4-3-5 Teinture**

Le terme "teinture" désigne une technique visant à fixer une substance colorante (colorants réactifs) sur un fil ou un tissu de manière uniforme [10].

#### **I-5 Conclusion**

Le chapitre I, nous expose les différents départements constituant le complexe textile (EATIT) de SEBDOU. Ainsi, il nous décrit le process de fabrication du fil de coton du premier département jusqu'au dernier, celui de la finition, en passant du ruban cardé jusqu'au fil et aussi son industrialisation. Nous avons donné une définition de la fibre de coton et aussi mentionné les principales matières textiles naturelles et chimiques. Enfin, une description des techniques de confection des étoffes textiles jusqu'à leurs teintures. Le chapitre suivant est consacré à la filature des fibres courtes qui est le coton.

# Chapitre II

## II- Filature conventionnelle type fibres courtes

### II-1- Introduction

Les fruits du cotonnier sont des capsules plus ou moins allongées contenant des graines brunes couvertes de poils montré par la figure II-1. Ces poils constituent des fibres de coton dont la longueur varie entre 10 mm et 50 mm. Lorsque la capsule mûrit, elle s'ouvre et libère des fibres de coton [1].



Figure II – 1 : le cotonnier.

La figure II-2 désigne la croissance des fibres de coton (fibre mature et immature) :

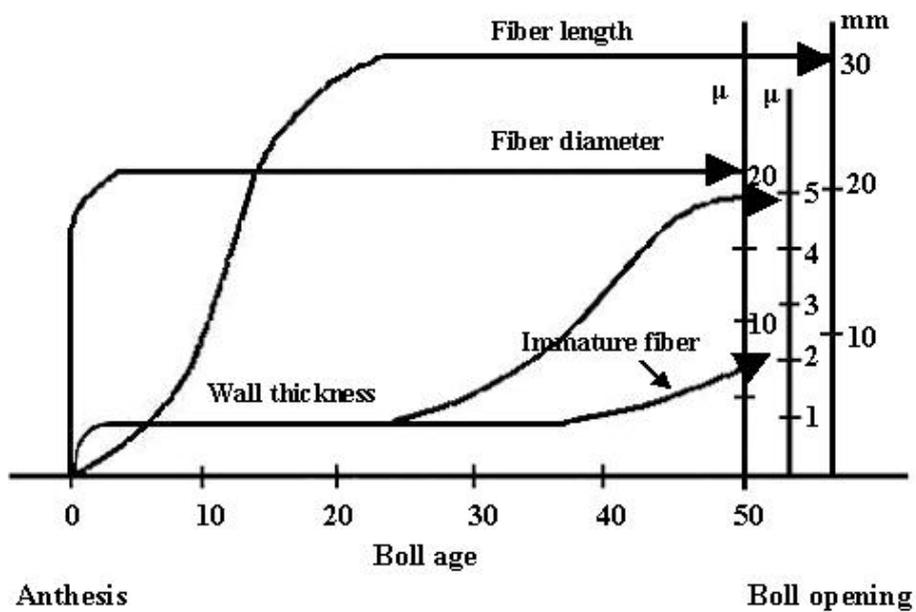


Figure II – 2 : courbes de croissance des fibres de coton [1].

## II-2 Operations effectuées aux pays de production

### II-2-1 Récolte

Après maturité des grains de coton (les capsules sont ouvertes et séchées à l'air libre au soleil). Leur cueillette s'effectue de deux manières (manuelle ou à la machine).

### II-2-2 Egrenage

L'égrenage est l'opération de séparation du coton de la graine. On distingue deux types d'égrenages mécaniques qui sont : l'égrenage au rouleau et l'égrenage à la scie illustrée par les figures (Figure II – 3, 4)



Figure II – 3 : Cueillette et égrenage mécanique des fibres de coton

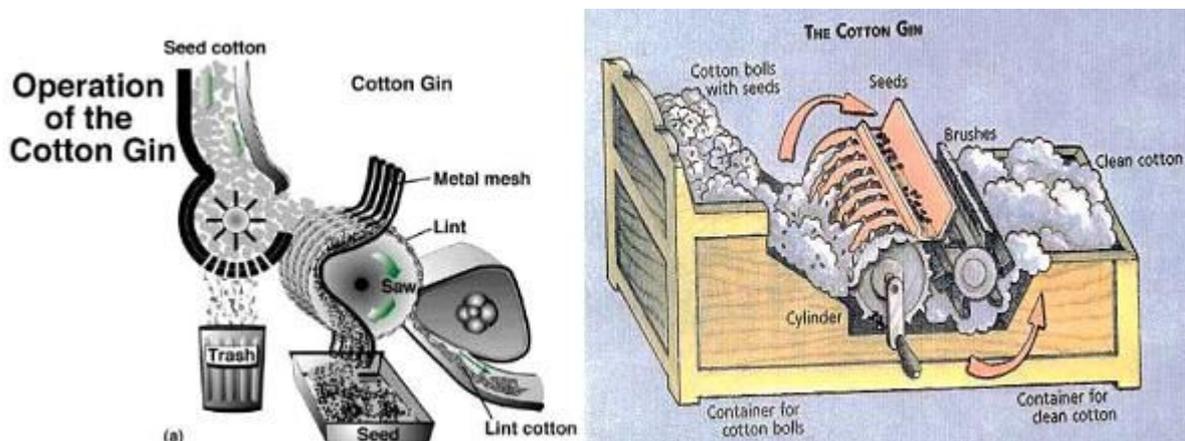


Figure II –4 : égrenage au rouleau des fibres de coton

Le coton est empilé dans une chambre en forme de rouleaux et la scie tournant entre les tiges du cylindre principal plonge le coton et ses graines dans une certaine profondeur et le fait tourner.

La scie saisit la fibre et la traîne entre les bandes, tandis que les graines tombent sous l'égreneuse. Ensuite, le rouleau et la brosse sont séparés des dents de la scie et les fibres sont transportées dans le tuyau par le flux d'air représentée par la figure II-5.



(a) : coton avant égrenage



(b) coton après égrenage

Figure II – 5 : Aspects des fibres avant et après égrenage

### II-2-3 Mise en balles

Le coton égrené est comprimé et emballé dans une toile de jute entourée de fer montré par la figure II-6. Ces paquets appelés balles dont le poids est entre 180 à 340 kg selon leur origine (le pays de production) [1].

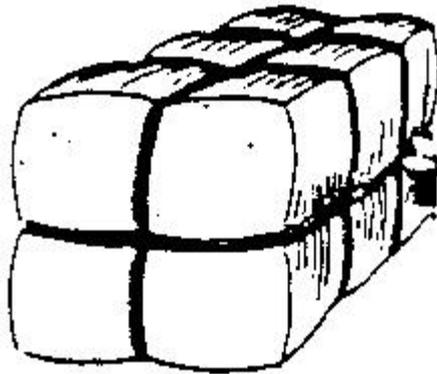


Figure II – 6 : Schématisation d'une balle de coton

### II-3 Principaux emplois du coton

Le coton ayant diverses applications, il est utilisé sous forme de [1] :

- *bourre* : coton hydrophile, rembourrage, ouate, etc... Les fibres de coton utilisées pour ce type de transformation sont généralement des fibres trop courtes non utilisables pour la filature moins de 15 mm de longueur.

- *fil pour bonneterie* : ce sont les fils utilisés pour la confection de pulls, sous – vêtements... car ils possèdent de bonnes propriétés mécaniques.

-  *fils mercerisés*  : utilisés pour la réalisation de chemises et de chaussettes.

-  *fils de tissage*  : utilisés dans les deux sens chaîne et trame, ils sont destinés à la confection tels que le Pantalon (Jean), rideaux, linge de maison, etc...

Le coton est hydrophile et doux. La température élevée permet d'enlever les tâches et ses applications sont très multiples.

## II-4 Ouvraison et nettoyage du coton

### II-4-1 Ouvraison et mélange et nettoyage

La matière textile est rassemblée dans une multi-mélangeuse constituée par un certain nombre de chambres (4, 6, 8 ou 10) comme le montre la figure II-7. A l'intérieur les matières de chaque lot ou balle atterrissent en petites portions. Une nappe est composée de portions de chaque constituant réparties au hasard [12].

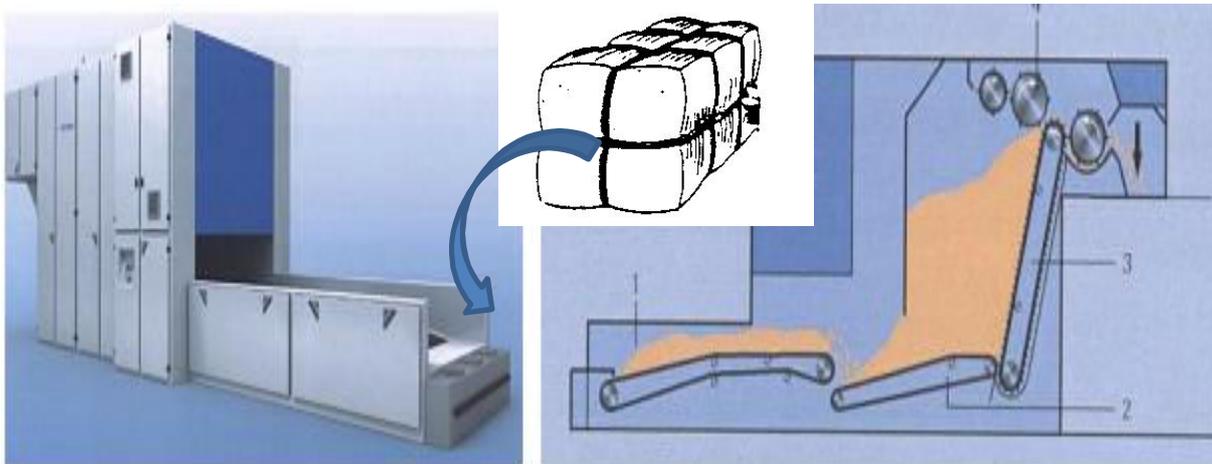


Figure II-7 : ouvraison et mélange des balles pressées.

La (figure II-8) représente l'état des fibres avant et après nettoyage



(a) : aspect matière avant élimination optique



(b) : aspect matière après élimination optique

Figure II – 8 : Aspect des fibres avant et après le pré-nettoyage [11].

## II-4-2 Exemples d'installations d'ouvraison et de nettoyage

Le choix du type de l'installation de nettoyage dépend de plusieurs facteurs. Parmi ces facteurs, on peut citer [1] :

- La qualité de la matière première,
- La qualité recherchée,
- L'encombrement disponible,
- ...etc.

La figure II-9 suivante présente un exemple d'installation de nettoyage.

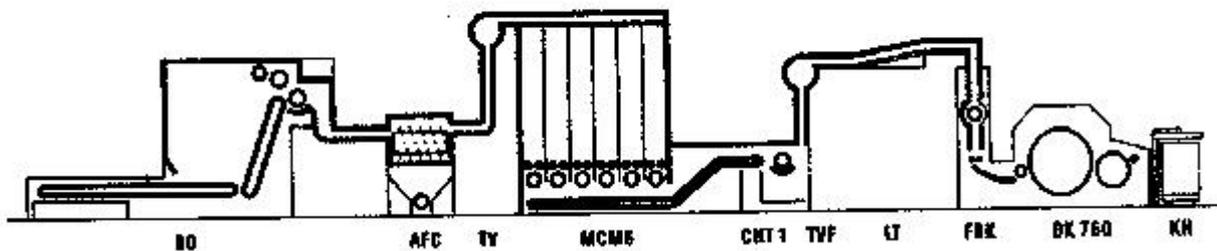


Figure II – 9 : Installation d'ouvraison et nettoyage [1]

## II-5 Cardage

Avant de réaliser un filé, une fibre naturelle doit être cardée ou peignée, en fonction du matériau et du résultat désiré. Le cardage consiste à démêler et aérer les fibres textiles à partir de divers matériaux bruts. Le cardage se fait avec une paire de cardes à main, ou une cardeuse à rouleau, et l'on obtient un rouleau avec les cardes à main, ou une nappe avec la cardeuse. On cardé généralement les fibres courtes (laine, coton). C'est lors du cardage (ou du peignage) que l'on peut faire des mélanges de matières et de couleurs. Il peut être intéressant par exemple, de mélanger du mohair avec de la laine afin de conserver l'élasticité de la laine et la brillance du mohair [13].

### II-5-1 But du cardage

Le processus de filage commence par le cardage, c'est la partie la plus importante de la préparation ; le but des opérations et étapes précédentes (ouverture, nettoyage et mélange) est de préparer les fibres pour un meilleur cardage [1].

Les buts du cardage sont [1] :

- Démêler la masse fibreuse :

Les flocons de l'installation de nettoyage traversent la cheminée d'alimentation et contiennent un grand nombre de fibres enchevêtrées. Le cardage a pour effet d'ouvrir ces flocons et de séparer les fibres.

- Nettoyer les fibres :

L'ouverture des flocons a pour effet d'exposer et d'éliminer les petites impuretés (non éliminées lors du nettoyage) restant à l'intérieur des flocons.

- Affiner la masse du coton et la mettre sous forme de ruban [1] :

L'affinage ou l'étirage est le rapport de la masse de fibre entrante par unité de longueur à la masse de fibre sortante par même longueur unitaire.

Cet affinage ou étirement de la carte permet des valeurs très élevées (environ 100), il est donc possible d'obtenir une longueur de ruban très longue et propre pour l'alimentation dans le cycle de filage.

Il est admis qu'un ruban bien cardé est semi-filé, ce qui montre l'importance de cette opération dans le cycle de filage.

## II-5-2 Principe du cardage

Pour carder, les deux surfaces recouvertes de points (clous) métalliques doivent travailler ensemble sur des plans presque parallèles. Lorsqu'une couche de fibre est placée entre ces surfaces, en fonction de la direction de la dent, de la direction du mouvement de la surface et de sa vitesse relative, différents effets se produisent [1].

Le rôle des dents est de retenir les fibres et de les déplacer ; illustrée par la figure II-10. Chaque surface cardante peut être divisée en deux parties : les dents appelées garniture (la pièce cardante) et la base rigide qui porte le mouvement, sur laquelle est fixé le constituant cardant.

Compte tenu du mouvement relatif entre les surfaces et de l'orientation des dents, 4 cas peuvent se présenter :

- 1/ Action de cardage.
- 2/ Action de débouillage.
- 3/ Action de relevage.
- 4/ Action de brossage.

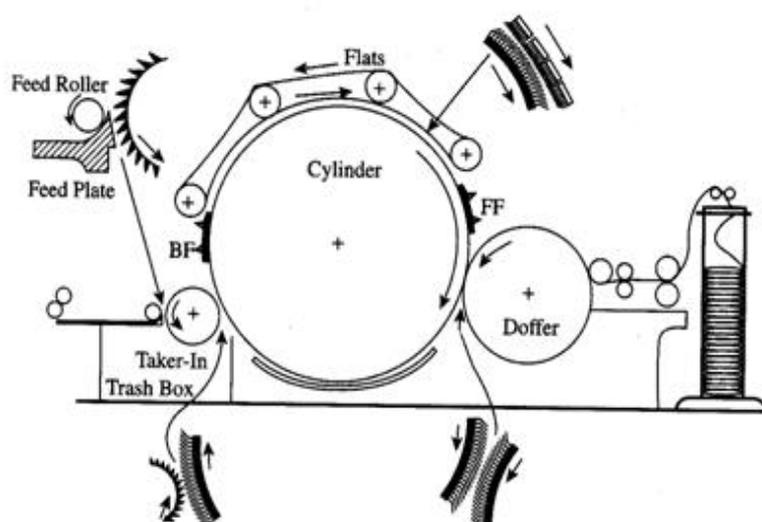


Figure II-10 : Présentation des organes de la carte et leurs garnitures [1].

Les conditions de cardage sont réunies entre les chapeaux et le grand tambour, illustrées par les figures II-11 et II-12 ; les garnitures des deux organes sont superposées d'une façon symétrique et la vitesse tangentielle du grand tambour est nettement supérieure à celle des chapeaux. La finesse des garnitures et la différence des vitesses entre le grand tambour et les chapeaux provoquent l'individualisation des fibres. L'agressivité de cette individualisation permet de nettoyer pratiquement fibre par fibre pour éliminer même les boutons présents sur la surface des fibres (neps).

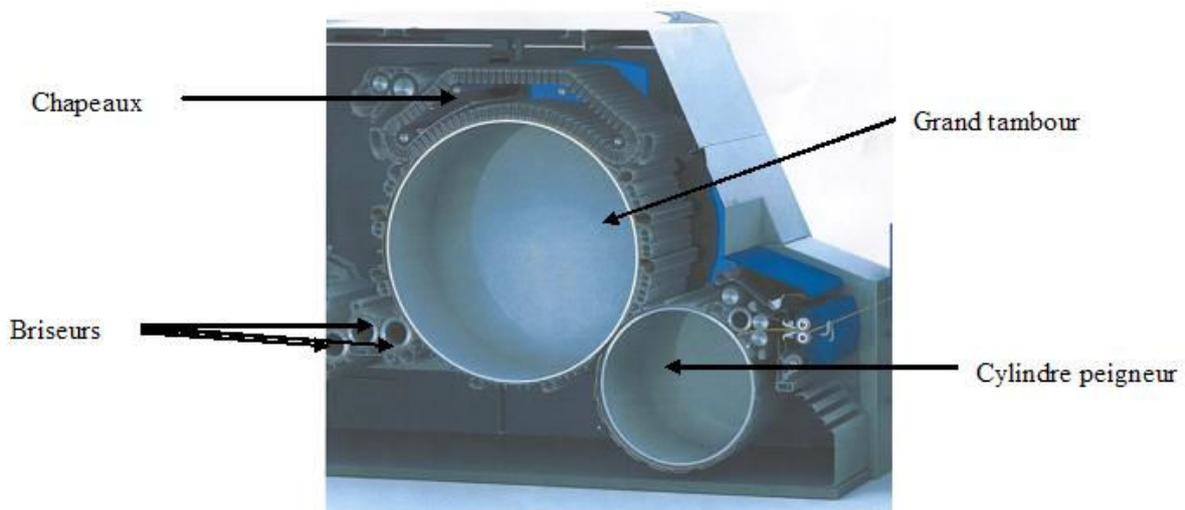


Figure II-11 : Représentation du grand tambour [1].

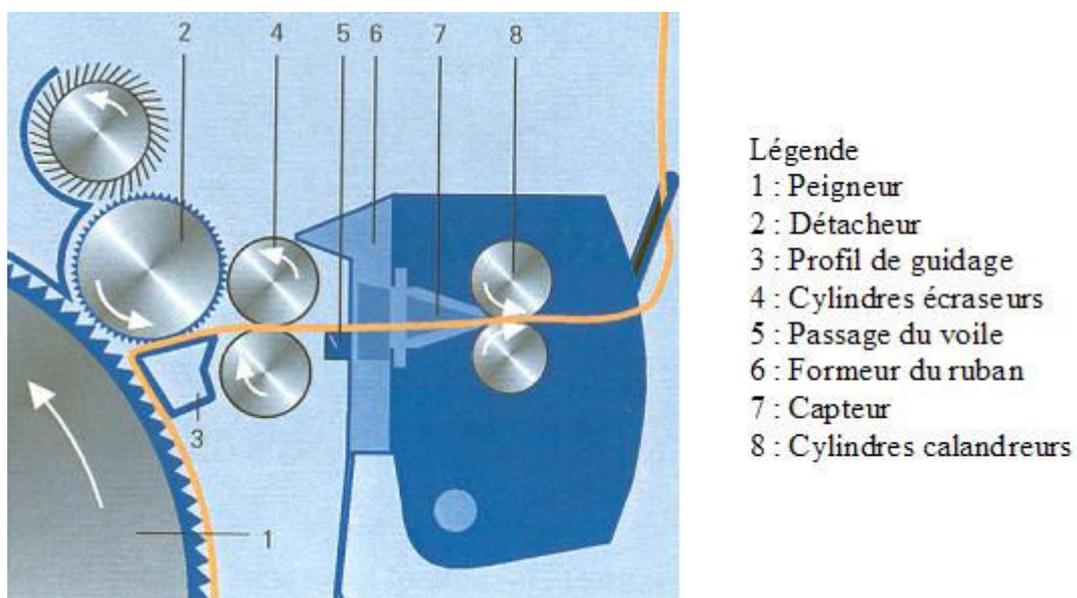


Figure II-12 : deuxième partie du mécanisme cardage [1].

## II-5-3- Eléments de calcul sur la carde

### II-5-3-1 Etirage de la Carde

Par définition la valeur de l'étirage E (pour des considérations mécaniques) est égale à [1]:

Éq.II- 1

$$E = V_s / V_e = \text{Vitesse de sortie} / \text{Vitesse d'entrée}$$

$$E = (\text{Ø de sortie} / \text{Ø d'entrée}) * \text{rapport des pignons}$$

Pour des considérations textiles, l'étirage est défini comme étant :

Éq.II-2

$$E = \text{Titre entrant} / \text{Titre sortant} = \text{Nm sortant} / \text{Nm entrant}$$

Rappel de quelques considérations mécaniques : Engrenages

Éq.II- 3

$$V = w . r$$

Avec

V : vitesse linéaire,

w : vitesse angulaire

r : rayon de l'organe tournant.

$$V = w * r$$

Donc

$$v_s / v_e = ( \varphi_s / \varphi_e ) * ( w_s / w_e )$$

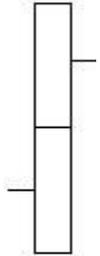
Or  $w_s / w_e =$  rapport des pignons

De cette manière on a :

Éq.II- 4

$$E = \frac{V_s}{V_e} = \frac{\Phi_s}{\Phi_e} * \text{rapport des pignons.}$$

La figure II-13 représente la liaison par contact dents dit engrenage



$$\text{Rapport des pignons} = \frac{Z_{\text{meurante}}}{Z_{\text{meuse}}}$$

Figure II-13 : Liaison par contact [1].

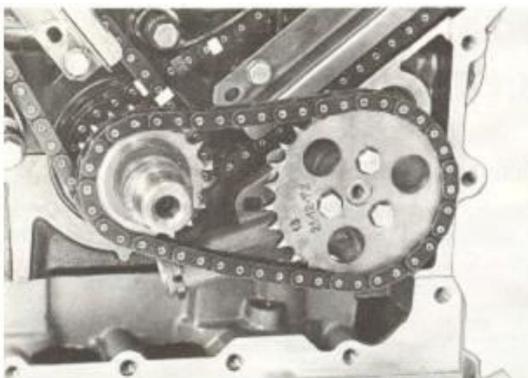
La figure II-14 représente la liaison par poulies et courroies



$$\text{Rapport des pignons} = \frac{D_s}{D_e}$$

Figure II-14 : Poulie / Courroie [1].

La figure II-15 représente la liaison par pignons- chaine



$$\text{Rapport des pignons} = \frac{Z_{\text{meurante}}}{Z_{\text{meuse}}}$$

Figure II-15 : PignonsI / Chaine [1].

### II-5-3-2 Influence du déchet

L'élimination des déchets se fait par un affinage supplémentaire, ce qui entraîne un étirage de la machine trop important et cette augmentation doit être prise en considération.

### II-5-3-3 Etirage Pratique et Etirage Théorique (mécanique)

L'étirage pratique  $E_p$  est défini comme étant, le rapport du titre sortant au titre entrant.

$$E_p = \text{Titre sortant} / \text{Titre entrant}$$

L'étirage théorique ou mécanique est donné comme étant le rapport de la vitesse de la pièce délivreur à celle de la pièce alimentaire, sans tenir compte de l'élimination des déchets. La valeur de l'étirage théorique est inférieure à celle de l'étirage pratique, n'est trop important et cette augmentation doit être prise en considération.

Si  $d$  = le % de déchet, on a :

Éq. II- 5

$$E_t = E_p * \frac{100 - d}{100}$$

*Exemple :* La masse linéique d'une nappe de coton qui alimente une cardé est égale à  $= 495 \text{ g / m}$ , le titre du ruban sortant de cette cardé vaut :  $5 \text{ ktex}$ , le pourcentage de déchets est égal à :  $d (\%) = 5$ . Calculer l'étirage pratique et l'étirage théorique.

L'étirage pratique :  $E_p = 495 / 5 = 99$ . L'étirage théorique :  $E_t = E_p \cdot 95 / 100 = 94,05$ .

### II-5-3-4 Titre ou numéro du ruban de Cardé

*Exemple :* Une cardé a un étirage mécanique de 108, elle est alimentée par une nappe de  $500 \text{ g/m}$ . Le déchet moyen est de 4%. Quel est le Nm du ruban ?

D'une part, on a  $E_p = \text{Titre entrant} / \text{titre sortant}$

D'autre part, on a  $E_t = E_p (100 - d) / 100$ .  $E_p = E_t * 100 / (100 - d)$ .

Titre sortant = titre entrant  $(100 - d) / E_t * 100$ , A.N. Titre sortant =  $4.44 \text{ ktex}$ .

Nm = 0.225.

## II-6 Conclusion

Nous avons commencé le chapitre II par une introduction sur la filature des fibres courtes qui est le coton. Les opérations effectuées aux pays de production de sa récolte jusqu'à sa mise en balle. Nous avons cité les emplois réservés par le coton, ainsi que son passage au nettoyage dans une installation puis son cardage dans une autre machine appelée cardé en présentant ses organes. Nous avons achevé ce chapitre II par des éléments et formules concernant le calcul de la cardé. Le chapitre trois suivant nous montrera comment se fait le principe de l'étirage des fibres courtes.

# Chapitre III

### III- Etirage des fibres courtes

#### III-1 Introduction

Les cadres qui font sortir les rubans sont composés de fibres démêlées, ayant une finesse bien déterminée et bien nettoyés. On doit paralléliser les fibres et leur donner une régularité car les rubans de cardé ne sont jamais parfaits [10].

Dans cette opération on doit avoir :

- Une Parallélisations des fibres dans le ruban
- Une régularisation de la section de fibres dans le ruban.

#### III-2 Principe de l'étirage

L'étirage est fait sur des bancs d'étirage illustré par la figure III-1. Il est composé d'un râtelier alimentaire, de mise en pot du ruban sortant, d'un dispositif de mise en forme et d'un dispositif de laminage [10].



Figure III – 1 : Vue d'ensemble d'un banc d'étirage

Un étirage est effectué entre deux paires de cylindres avec des vitesses croissantes. Le rapport des vitesses permet le parallélisme et l'affinement des fibres représentées par la figure III-2.

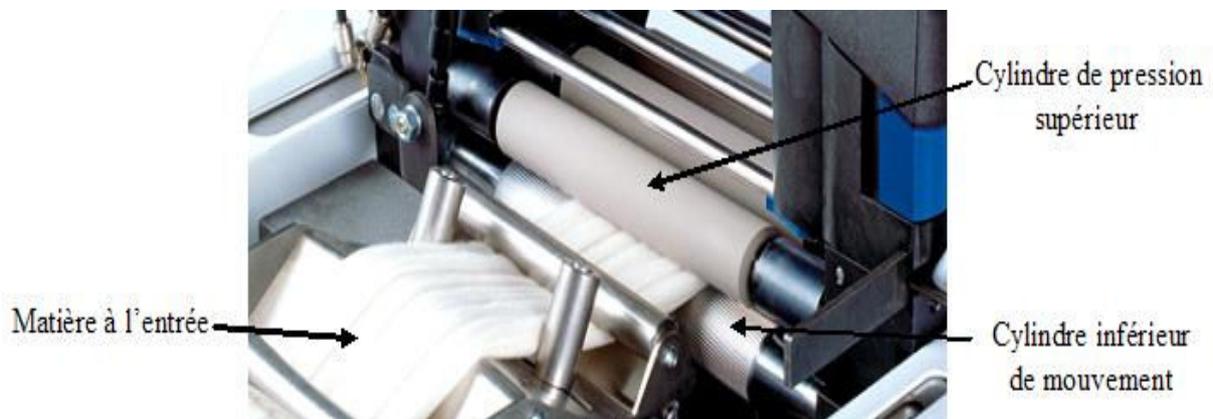


Figure III – 2 : Passage de la matière à travers les cylindres.

### III-2-1 Etirage Théorique

Les fibres sont indépendantes les unes des autres et ayant la même longueur  $L$  dans un étirage idéal. Les fibres sont pressées entre deux cylindres. La fibre passe entre les cylindres à la ligne A représenté par la figure III-3, avec une vitesse  $V_A$  et va à l'autre paire de cylindres ou elle prendra en ligne B, la vitesse  $V_E$ . La distance entre les deux paires de cylindres  $L$  (longueur de la fibre) est une caractéristique de réglage.

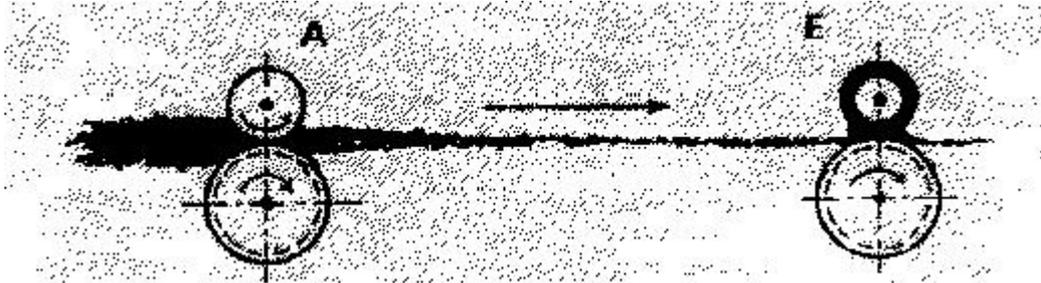


Figure III – 3 : Schématisation des deux paires de cylindre.

### III-2-2 Etirage Pratique

- La zone de pincement de la fibre de la ligne idéal est due aux pressions exercées sur les différents cylindres et aux imperfections des machines comme (jeux, usures, vibrations...).
- La fibre de longueur inférieure à la distance de réglage ( $L$ ), elle ne sera ni pincée ni étirée par les cylindres délivreurs. Les fibres de longueurs inférieures à ( $L$ ) constituent des fibres flottantes et donnent le phénomène qui s'appelle onde d'étirage provoquant des défauts de régularité.
- Les fibres de longueur inférieure à ( $L$ ) peuvent traverser en bloc la zone d'étirage et auront des grosseurs dans la structure.

## III-3 Composition du train de laminage

### III-3-1 Description

L'ensemble de train de laminage représenté par la figure III-4, est constitué des organes suivants :

- Un ensemble de cylindres cannelés afin de provoquer le glissement des fibres.
- Un ensemble de cylindres de pression constitués de matières synthétiques.
- Des systèmes pour le réglage des écartements entre les paires de cylindres (entretoises, bagues ...) et des systèmes pour le réglage des vitesses comme (pignons, courroies...).
- Des dispositifs provoquant des pressions entre les cylindres soit mécanique, hydraulique ou pneumatiques.

Ces pressions provoquent l'effet de pinçage pour entraîner les fibres aux vitesses  $V_A$  et  $V_E$ .



Figure III – 4 Vues du système de laminage

### III-3-2 Ventilation et Nettoyage du train de laminage

La figure III-5 représente par zone le dépoussiérage des déchets et fibres courtes du train de laminage soit en dessous des cylindres cannelés, au-dessus des cylindres de pression et à l'endroit des calandres montrées par des flèches.

La circulation des courants d'air d'aspiration se fait dans le même sens que l'étirement des fibres et ce, pour ne pas perturber le travail d'étirage et la parallélisation des fibres.

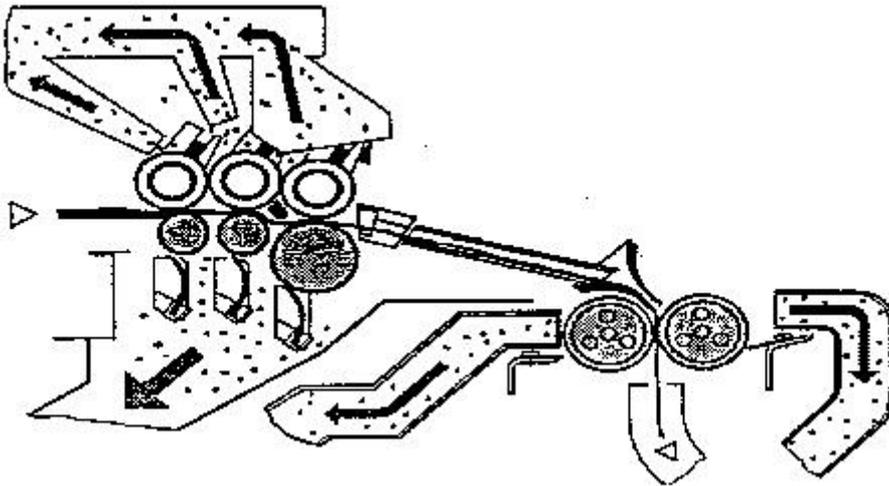


Figure III – 5 : Systèmes d'aspiration des déchets par zones.

### III-3-3 Désignation d'un train de Laminage

La désignation d'un train de laminage consiste à avoir un nombre de cylindres de pression supérieur au nombre de cylindres cannelés inférieurs.

Le train de laminage se compose de quatre cylindres de pression et de trois cylindres cannelés comme le montrent les figures III-6 et III-7, la configuration 4/3 est la plus utilisée dans les bancs d'étirage car elle empêche le glissement le plus probable sur le cylindre délivreur qui tourne plus rapidement que les autres cylindres.



Figure III – 6 : Train de laminage 4/3 le plus utilisé dans les bancs d'étirage

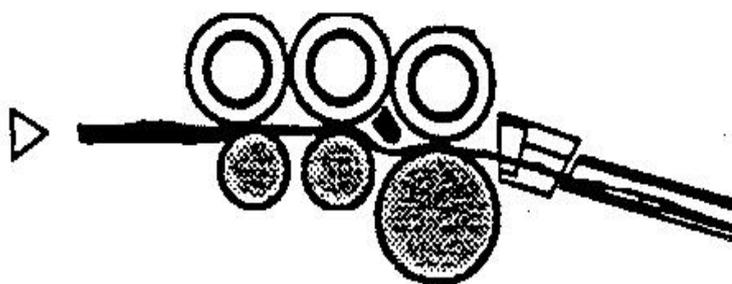


Figure III – 7 : exemple de Train de laminage 3/3

### III-4 Calcul des taux d'étirage

#### III-4-1 Taux d'étirage

Le taux d'étirage est le rapport entre la vitesse circonférentielle des cylindres étireurs  $V_E$  et celle des cylindres alimentaires  $V_A$ .

$$E_T = \frac{V_E}{V_A} = \frac{V_s}{V_e}, \quad \text{avec } V_s : \text{vitesse de sortie et } V_e : \text{vitesse de l'entrée.}$$

D'un point de vue textile, l'étirage correspond à l'affinage de la matière, défini par :

$$E_T = \frac{\text{Nombre de fibres total à la section avant Etirage}}{\text{Nombre de fibres à la section après Etirage}}$$

L'étirage total a pour expression :

$$E_T = \frac{\text{Titre Total Entrant}}{\text{Titre Sortant}} = \frac{\text{Nm Sortant}}{\text{Nm Total Entrant}}$$

### III-4-2 Etirage Préliminaire et Etirage Total

Le pré-étirage est l'étirage préliminaire appliqué entre l'entrée du train de laminage et le cylindre de pré-étirage. Ce dernier prépare des fibres pour l'étirage principal. Les fibres subissent un étirage de faible valeur car la vitesse du cylindre alimentaire  $V_A$  et celle du cylindre de pré-étirage sont des valeurs très proches. Les valeurs voisines de vitesse donnent une facilité à l'étirage des fibres et une parallélisation entre le cylindre de sortie (délivreur) et le cylindre de pré-étirage.

Les valeurs de vitesse du pré-étirage varient entre 1,07 et 2 m/min. généralement les vitesses données sont : 1,2 – 1,3 et 1,7 m/min. les valeurs changent suivant le type des machines et la matière travaillée.

Les valeurs des vitesses très élevées provoquent des contraintes importantes des fibres.

L'étirage intermédiaire ou le pré-étirage sert à tendre les fibres et les préparer pour subir l'étirage final ou principal qui se trouve entre le cylindre d'étirage principal ou délivreur et le cylindre pré-étirage.

Le produit des étirages partiels des différentes zones d'un train de laminage s'appelle étirage total

- $V_A$  : vitesse des cylindres alimentaires.
- $V_P$  : vitesse des cylindres de pré-étirage.
- $V_E$  : vitesse des cylindres étireurs ou délivreurs.

La valeur du pré-étirage  $E_p$  est égale à :  $e_p = V_P / V_A$ .

La valeur de l'étirage principale :  $E_p = V_E / V_P$ .

L'étirage total vaut alors :  $E_T = E_p * e_p = (V_E / V_P) * (V_P / V_A) = V_E / V_A$

### III-5 Dispositifs entrée et sortie de la matière

#### III-5-1 Alimentation des Bancs d'Etirage

L'alimentation en matière des anciennes machines pour les premiers bancs d'étirage se faisait par bande transporteuse type RIETER, pour le type ZINSER. L'alimentation en matière est assurée par un dispositif accumulateur. Par contre l'alimentation en matière des machines actuelles se fait par pot de carte se trouvant derrière le train de laminage.

Des galets qui exercent des pressions bien définies et donnant la même tension au ruban. Les galets permettent aux fibres seront étirées avec les mêmes conditions.

La figure III-8 montre les dispositifs d'alimentation entrée de la matière des machines anciennes et actuelles du banc d'étirage :



Figure III- 8 : Dispositifs d'alimentation du banc d'étirage.

### III-5-2 Sortie de la matière

Les grandes vitesses de sortie des bancs d'étirage entre 200 et 900 m/min assurent un acheminement précis du ruban sortant

La nappe étirée se condense de sa sortie du laminage à cause des vitesses élevées. Le contrôle du flux de la matière et tel rejet de l'air qu'elle contient est aussi assurés.

Aussi les grandes vitesses de sortie permettent au ruban sortant d'être fortement comprimé et avoir un enroulement moins volumineux dans les pots.

La figure III-9 représente la formation du ruban sortant et lui donné un calibrage assuré par un entonnoir.



Figure III – 9 : Dispositif de formation du ruban sortant

Généralement, on trouve au niveau du dispositif de mise en pot appelé encore tasseuse :

- a- L'entonnoir qui sert à transformer la nappe rectangulaire en forme cylindrique et à condenser le ruban et expulser l'air qu'il contient,
- b- Un conduit d'acheminement du ruban,
- c- Une multitude de cylindres calandriers qui guident le ruban dans l'axe de la tasseuse.
- d- Le coïler sert à tordre et enrouler le ruban dans la tasseuse.

### III-5-3 Les Ecartements entre les Différents Cylindres

L'écartement entre les différents cylindres est l'entraxe entre les axes des deux cylindres successifs montré par la figure III-10.

A et B sont des écartements du pré-étirage et l'étirage principal.

Le réglage des bancs d'étirage se fait à l'aide des jauges d'épaisseurs (a et b) en fonction de la distribution de la longueur des fibres.

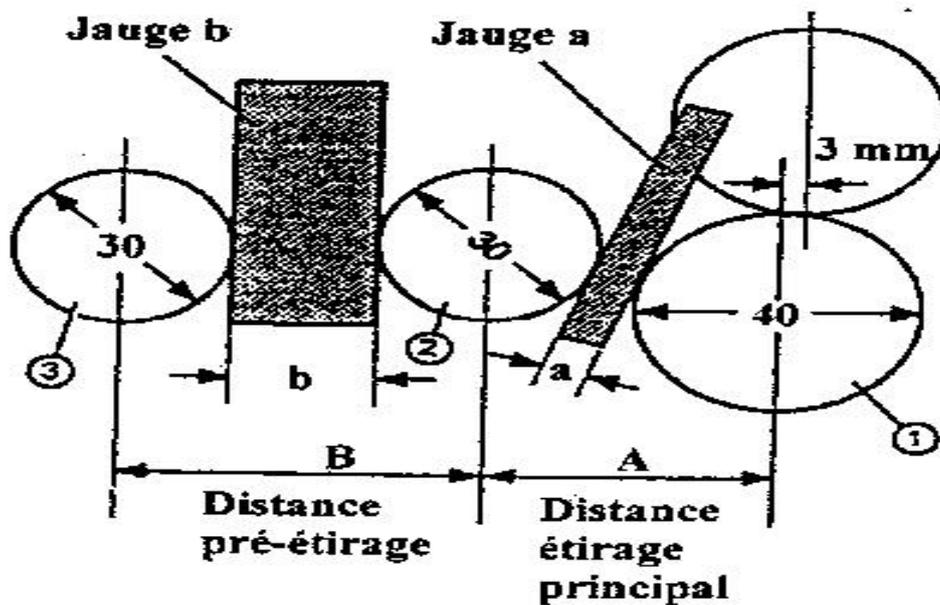


Figure III – 10 : Jauges de réglage des écartements.

### III-6- Importance du processus de filature ordinaire par rapport à l'OPEN END

Le continu à filer est sorti de l'abîme dans lequel le procédé de filature à turbine OPEN-END l'avait plongé en son temps. Certes, dans certains secteurs se livrent encore des <<combats de position >>.

La filature à bouts libérés peut s'attribuer l'une ou l'autre part du gâteau à partager, mais avec certitude, la filature à anneaux continuera encore longtemps, non seulement à se maintenir,

mais bien plus, à nous occuper. Ceci, des observateurs critiques l'avaient prophétisé, il y a trente ans déjà, lorsque ce procédé de filage à turbines semblait vouloir balayer toute la concurrence.

Publiquement, les efforts dans le secteur de la filature à anneaux remontent au moins à 1959, lorsqu'avant l'apparition de la filature OPEN-END avait été présenté à ITM à Milan, le premier système de levée automatique. Les mesures prirent depuis par les constructeurs et les filatures ne portent cependant pas seulement sur la construction des continus à filer, mais se préoccupent également des questions d'organisations.

Elles se mesurent à des procédés de filature concurrents tout comme elles tentent de comprendre la personne humaine non seulement dans sa disponibilité mais également dans son existence.

Des sentiments nostalgiques peuvent être mortels pour une entreprise industrielle. C'est pourquoi le <<retour au continu à filer>> n'est pas la conséquence d'un attachement au passé, mais de la connaissance qu'il ouvre des possibilités pour :

- 1- Une augmentation de la production
- 2- Une gamme de fils de densité linéique plus large que l'OPEN-END.
- 3- Une torsion de fil moins élevée environ de 20 % par rapport à l'OPEN-END
- 4- Une résistance de fil plus grande.
- 5- Une souplesse du fil plus grande.

Bien sur les inconvénients qui sont la production et l'automatisation sont des facteurs importants mais auquel les chercheurs sont toujours là pour y remédier comme cité plus haut.

### **III-7- Importance de la détermination des casses de fils sur le continu à filer à anneaux**

Le filage sur Continus est la partie de la filature où le prix de revient est déterminé principalement par les facteurs salaire et matière première considérées au niveau broche individuelle, les casses de fil sur le continu à filer sont sans doute les (événements assez fréquents). En fonction du nombre total des broches, elles représentent toutefois un facteur essentiel dans la mise en œuvre du personnel et par conséquent des frais qui en résultent.

L'enregistrement manuel des casses du fil est long et onéreux. En outre, dans la plupart des cas, il ne fournit que des valeurs peu sûres, les examens ne se rapportant qu'à des intervalles de temps trop brefs.

Normalement, les résultats qui ne se basent pas sur plusieurs dizaines de milliers de broches heures ne sont pas assurés statistiquement. De plus, il peut se produire des fluctuations de courte durée. Il serait donc souvent fort souhaitable de répéter les enregistrements des casses du fil, mais on y renonce en raison des frais.

La fréquence des casses sur le continu à filer est en même temps une mesure de la qualité du fil. Des irrégularités dans les opérations préliminaires ont irrémédiablement des répercussions sur la qualité du fil et par conséquent aussi sur la fréquence des casses du fil.

Les broches dont la fréquence des casses se situe bien au-dessus de la moyenne revêtent une importance particulière.

Non seulement ces broches exigent une mise en œuvre du personnel considérablement mais encore la qualité de ces fils est en conséquence moindre.

Des fils de ce genre ont, à titre d'essais, été examinés et utilisés séparément. Il s'est avéré alors que, abstraction faite des casses du fil, ils présentaient aussi un beaucoup plus grand nombre de défauts nocifs et causaient lors de leur utilisation une fréquence d'arrêts considérablement plus élevée au niveau du tissage.

Les filatures qui enregistrent systématiquement les valeurs de fréquence des casses et améliorent ainsi la qualité de leurs fils en assurent notamment la compétitivité.

Des fils de meilleure qualité permettent en effet, d'obtenir à moyen terme des prix plus élevés du moins de nouvelles commandes.

En outre, ces fils poseront moins de problèmes lors de leur utilisation.

Il est par ailleurs à prévoir que des installations d'enregistrement automatique des casses permettront de réaliser des progrès considérables, car les fabricants du continu à filer, les producteurs de trains d'étirage, du curseurs ...etc. ainsi que les instituts de recherches textiles pourront désormais s'occuper intensément du problème de l'origine des casses de fil.

Leur évolution semblable s'est d'ailleurs produite il y a quelques dizaines d'années avec l'apparition des régularimètres USTER sur le marché.

La réduction de la fréquence des casses de fil engendre non seulement une augmentation du rendement mais encore une amélioration de la qualité du fil.

### **III-8 Conclusion**

Nous avons débuté le chapitre III par une introduction sur l'étirage des fibres courtes et son principe de fonctionnement suivie d'une description de son train de laminage, de sa ventilation et de son nettoyage des déchets. Des formules de calcul sur le taux d'étirage, ainsi qu'une présentation sur le dispositif de l'entrée et la sortie de la matière lors du process. Le réglage du jeu entre les cylindres est assuré par des jauges. Enfin, nous avons terminé ce chapitre par une comparaison entre le process de filature ordinaire par rapport au process open-end puis le problème de casse des fils dans le filage. Le chapitre IV est réservé pour l'expérimentation des essais des fils de coton vierges et encollés sous l'effet de la température et de l'humidité.

# Chapitre IV

## IV- Expérimentation

### IV-1 Introduction

Dans le but de connaître les effets de l'encollage, retordage, température et le taux d'humidité, sur le comportement mécanique à la rupture du fil de coton ; nous avons entamé une multitude de tests expérimentaux dans le laboratoire du complexe textile de Sebdo.

### IV-2 Caractéristiques du continu à file utilisé au complexe textile de Sebdo

Le Zinser type 319, est un continu à filer de construction compacte, pour tous les numéros de fils, qui incorpore tous les raffinements mécaniques et technologiques considérés essentiels pour obtenir le maximum de production et la meilleure qualité de fil avec un minimum d'entretien courant et de lubrification.

Celui-ci présente beaucoup d'avantage, combiné à une méthode d'entretien simplifiée et a un accès facile à tous les mécanismes, garantissant des rendements élevés et des couts d'utilisation réduits.

Les principales caractéristiques du continu à filer utilisé, sont réunies dans le tableau V-1 ci-dessous.

Tableau IV-1 Caractéristiques du continu à filer type ZINSER 319.

Nombre de broches	396
Diamètre de la noix de la broche	25,4 mm
Longueur des fuseaux	230 mm
Vitesse des broches	10000- 12000 tr /min
Ecartement entre les broches	76 mm
Hauteur de la broche	228 mm
Diamètre des roues à broches	230 mm
Type des broches	SKF, HZ-2-24A
Diamètre des rouleaux de pressions	28mm- 25mm- 28mm
Ecartements des rouleaux cannelés	
entre le 1 <sup>er</sup> et le 2 <sup>ème</sup>	47 mm
entre le 2 <sup>ème</sup> et le 3 <sup>ème</sup>	44 mm
Vitesse de livraison	10 à 12 m/ min
Taux d'étirage intermédiaire (partiel)	1,2 à 2,5
Taux d'étirage total	10 à 36
Taux de torsion	900 – 1100 tr /m
Diamètre du tambour	228,6 mm
Diamètre des anneaux	50,8 mm
Diamètre des rouleaux cannelés	25,4 mm ; 25,4 mm ; 25,4mm

### **IV-3 Importance de la détermination des propriétés physico-mécaniques de la matière première**

La qualité d'un filé est directement liée à la qualité de la matière première et à son aptitude à être filée.

Par ailleurs, une matière première choisie en fonction de ses caractéristiques devra être travaillée dans les meilleures conditions afin de conférer au fil produit les qualités correspondantes.

Pour cela nous devons déterminer correctement les propriétés physico-mécaniques des fibres qui ont une très grande influence sur les propriétés du fil.

Toutes les propriétés des fibres varient beaucoup, déjà dans une balle, mais entre elles, il existe une certaine dépendance tel que :

- La longueur des fibres augmente avec l'augmentation du numéro des fibres ;
- La résistance diminue avec la diminution de la finesse ;
- Si le degré de maturité est grand, la densité linéique des fibres est plus petite, la résistance est plus grande, la longueur est plus grande aussi.

#### **IV-3-1 Détermination des propriétés physico-mécaniques de la matière première**

Les fibres de coton des variétés cultivés sont généralement blancs, mais ils peuvent être aussi bruns foncé ou brun roux. Leurs longueurs, peut aller de 15 à 45 mm, le diamètre varie de 20 à 39  $\mu\text{m}$ , d'une manière générale, la fibre de coton est un corps souple dont les dimensions transversales sont très petites par rapport à sa longueur, elle doit être fine, longue et résistante.

Rappelons que la qualité de la fibre de coton dépend de plusieurs facteurs dont les principaux sont :

- La grosseur ou finesse des fibres ;
- La longueur des fibres ;
- Maturité des fibres ;
- Résistance des fibres ;
- La propreté du coton.

### **IV-4 Matériau et méthodes**

La figure IV-1 illustre un exemple de la courbe force-déplacement correspondant à un essai de traction d'un fil. Cette courbe présente quatre zones.

La première partie de la courbe correspond au transfert d'ondulation du fil. Elle permet de caractériser la résistance à l'ondulation de fil [14]. La deuxième partie de la courbe apparaît linéaire ; le fil n'est plus ondulé. Ici, la résistance à l'extension peut être déterminée. Cette résistance caractérise la rigidité du fil [14]. Clulow, E. E et al ont montré qu'entre 0 et 10% de la déformation, il y a une bonne linéarité entre la force de traction et le déplacement. Le module d'élasticité EF sera calculé dans cette partie [15].

Dans la troisième partie, le fil est très tendu, les filaments qui le constitue glissent sous l'effet de la charge appliquée [16].

Dans cette partie on trouve, une zone étendue de comportement non linéaire dans laquelle le diamètre du fil diminue. La dernière partie présente des pics qui correspondent à la rupture des filaments. Dans cette partie, le comportement à la rupture est déterminé. Des glissements de fibres après rupture sont mis en évidence par la présence de pics supplémentaires [17].

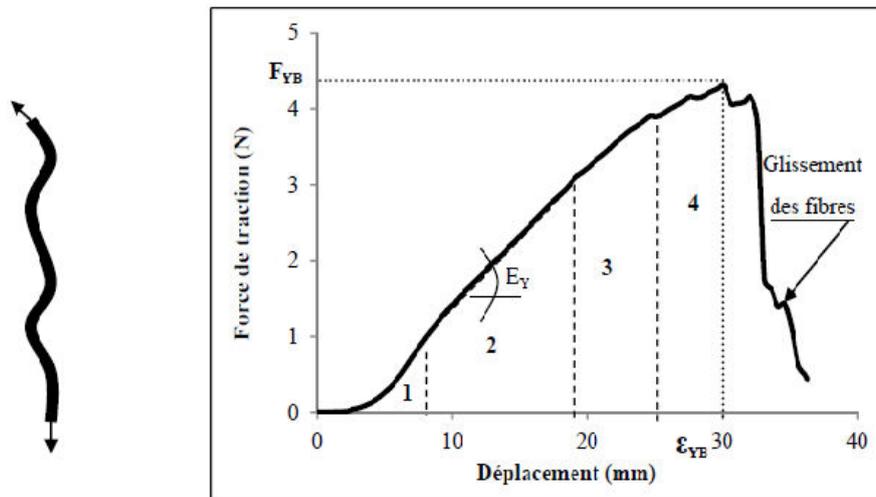


Figure IV- 1 : Essai de traction monotone ; exemple de la courbe force-déplacement, issue d'un essai de traction effectué sur un fil [4].

La matière première utilisée du coton étant de provenance de Benin ; le fibrogramme utilisé pour ce coton nous donne les résultats suivants (tableau IV-1) :

Tableau IV-1 : Caractéristiques de la matière première du coton

Classe	40-36	36-32	32-28	28-24	24-20	20-16	16-12	12-8	8-0
Longueur de la classe	38	34	30	26	22	18	14	10	6
Poids de la classe	25	116	322	166	85	82	54	75	75
Poids cumulé de la classe	25	141	463	629	714	796	850	925	1000
% de la classe	2,5	11,6	32,2	16,6	8,5	8,2	5,4	7,5	7,5

Le taux de longueur fibre, inférieur à 15 mm est de l'ordre de 20 %.

#### IV-5 Résultats et discussion

Nous avons réalisé au laboratoire du complexe textile de Sebdo des essais mécaniques. Le matériau utilisé durant notre étude, est un fil de coton avec un numéro métrique 1/24 cc, ayant un diamètre de  $0,26\mu\text{m}$  et le nombre des essais est de 20, à température ambiante de  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  et un taux d'humidité de 62 %. La longueur utile de notre éprouvette est de 500 mm.



Figure IV-2 Machine de traction de l'E.A.T.I.T- Sebdu.

*-Effet de l'encollage*

Nous remarquons que l'allongement à la rupture en fonction du nombre de fil vierge et encollé, est relativement stable représentés par les figures IV-3 et IV-4 ; par contre la résistance à la rupture pour un nombre défini de fil encollé augmente considérablement par rapport à celle du fil vierge montrés par les figures IV-5 et IV-6. En en déduit alors que le traitement de surface du fil par encollage réduit fortement la casse du fil lors du tissage

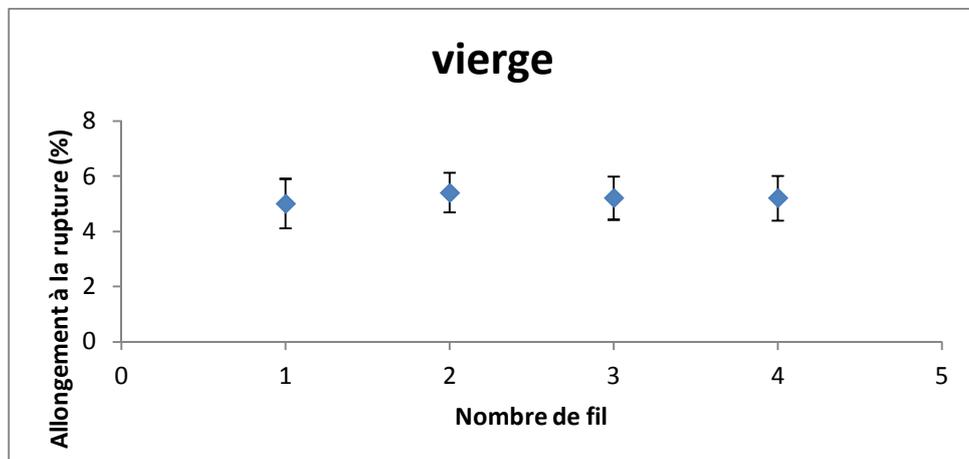


Figure IV-3 : Effet du nombre de fils assemblés sur l'allongement à la rupture du fil 1/24 cc vierge.

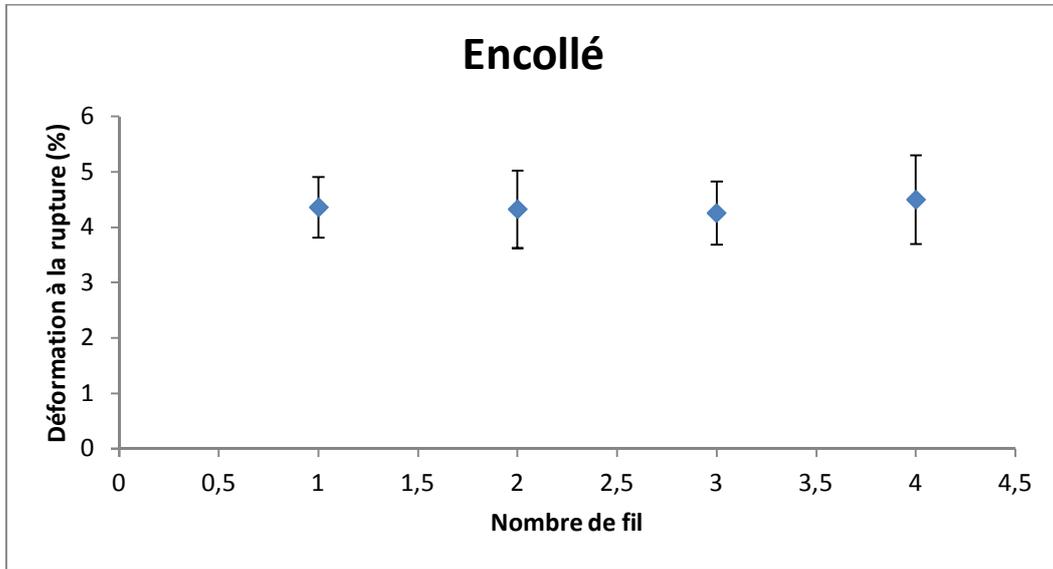


Figure IV-4 : Effet du nombre de fil sur la déformation à la rupture d'un fil 1/24 cc encollé.

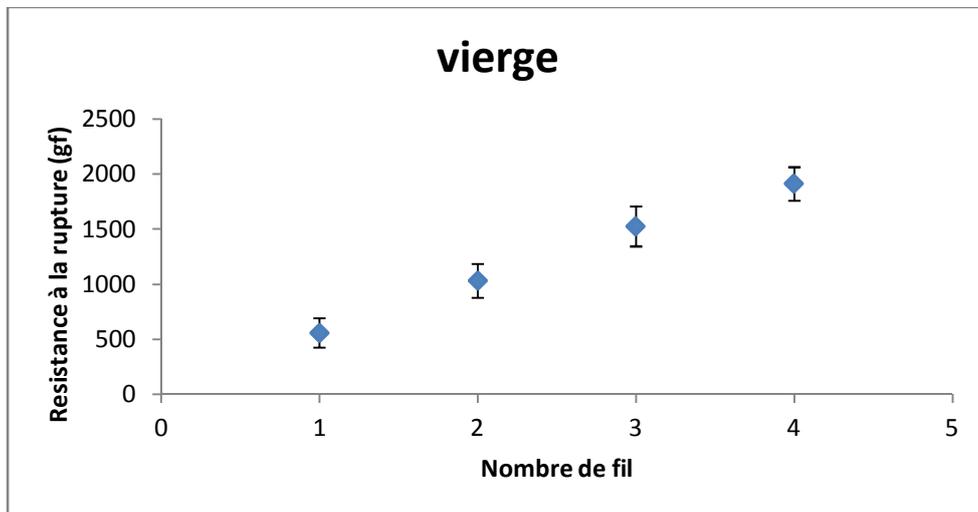


Figure IV-5 : Effet du nombre de fils assemblés sur la résistance à la rupture du fil 1/24 cc vierge.

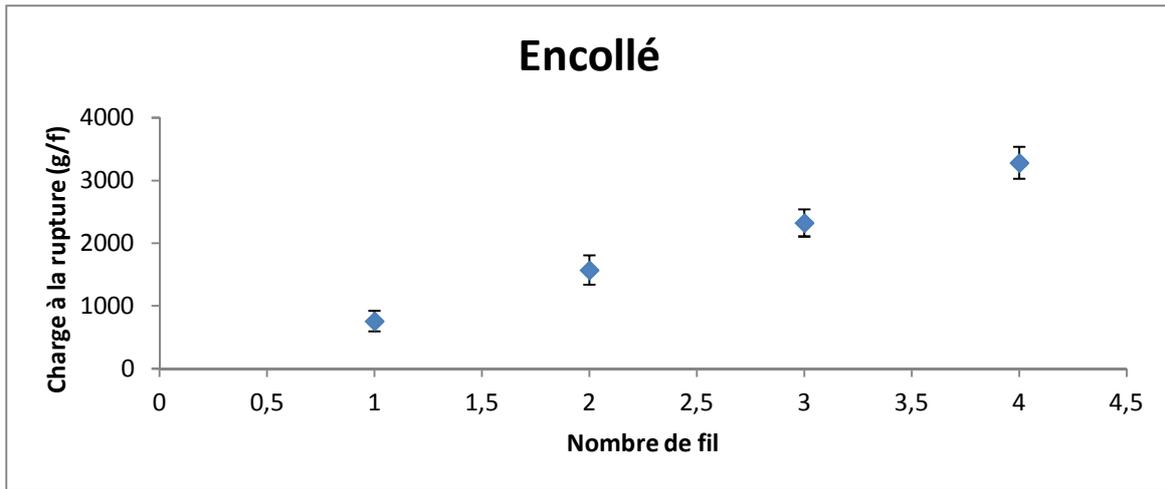


Figure IV-6 : Effet du nombre de fil sur la charge à la rupture d'un fil 1/24 cc encollé.

*-Effet de la température*

Les figures IV-7 et IV-8 illustrent la variation du comportement à la rupture en fonction de la température. Nous constatons que l'augmentation de la température favorise la diminution de la résistance à la rupture des deux types de fils, d'où une humidification nécessaire du fil pour garder une certaine résistance durant le tissage

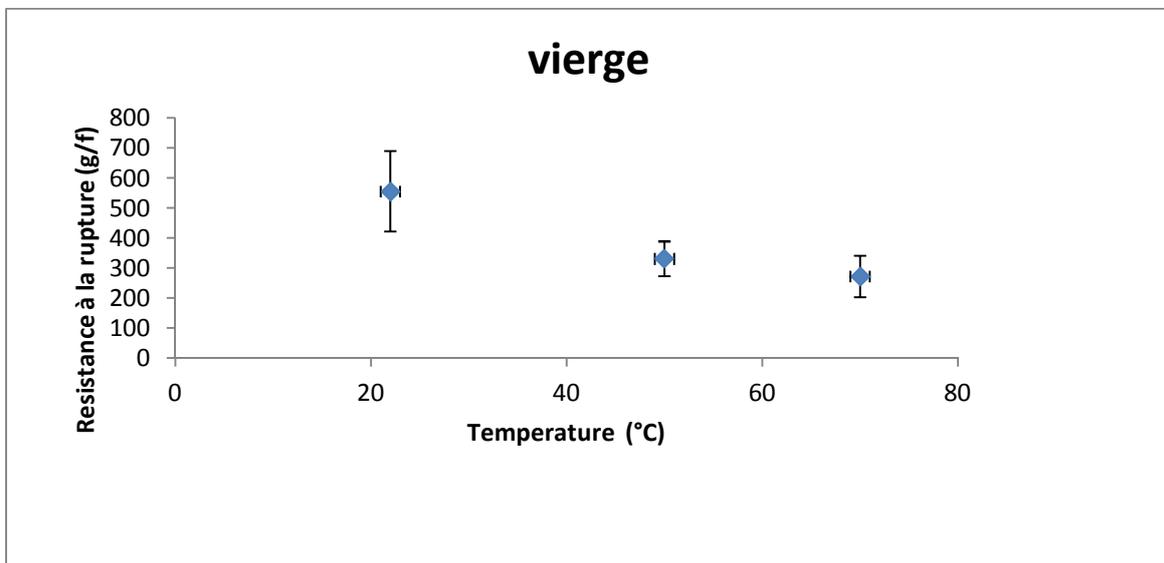


Figure IV-7 : Effet de la température sur la résistance à la rupture du fil 1/24 cc vierge.

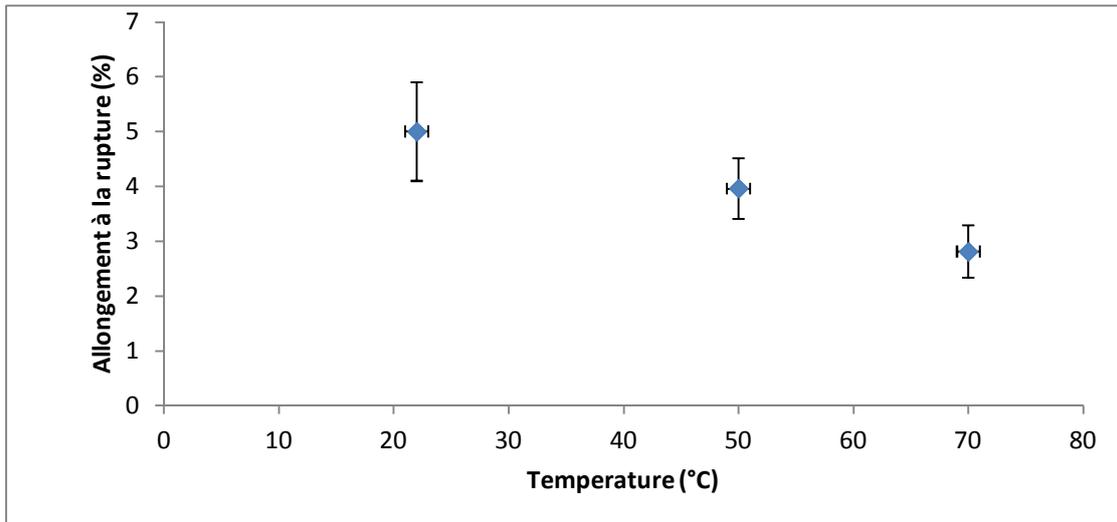


Figure IV-8 : Effet de la température sur l’allongement à la rupture du fil 1/24 cc vierge.

*-Effet de l’humidité*

Dans une grande étuve, nous avons placé nos deux types de fils de coton sous une vapeur d’eau, à une pression de 4,5 bars et une température de 60°C et nous avons opté arbitrairement un temps de prélèvement toutes les cinq minutes d’humidification.

La figure IV-9 et figure IV-10 représentent une stabilité de la résistance à la rupture pour les deux types de fil ; tandis que nous observons dans les figures IV-11et IV-12 une légère augmentation de la déformation à la rupture et cela est dû probablement au glissement des filaments (fibres) lors de l’étirage et ce en augmentant le temps d’humidification.

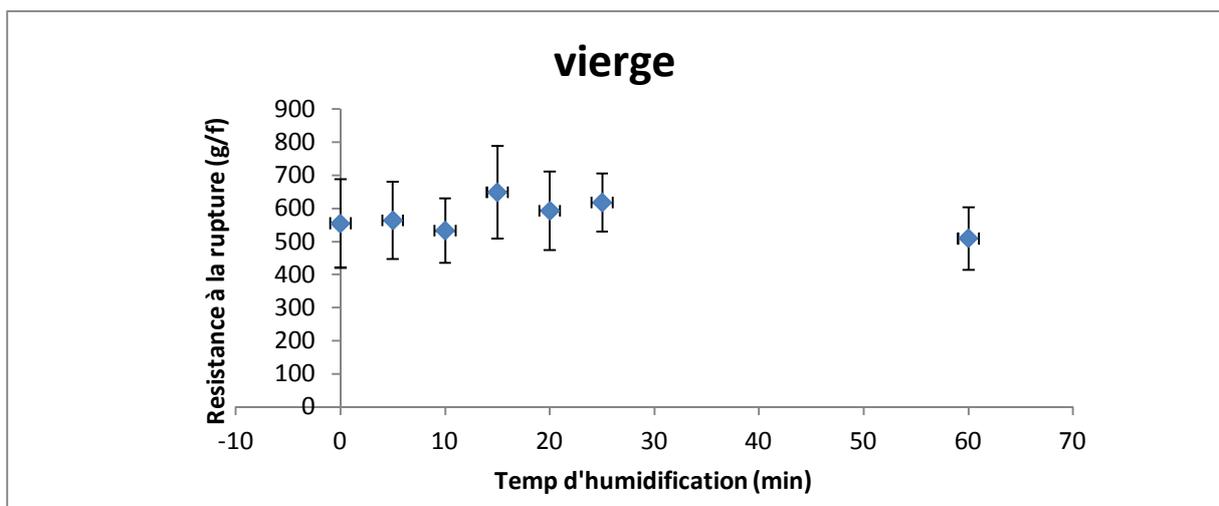


Figure IV-9 : Effet du temps d’humidification sur la résistance à la rupture d’un fil 1/24 cc vierge.

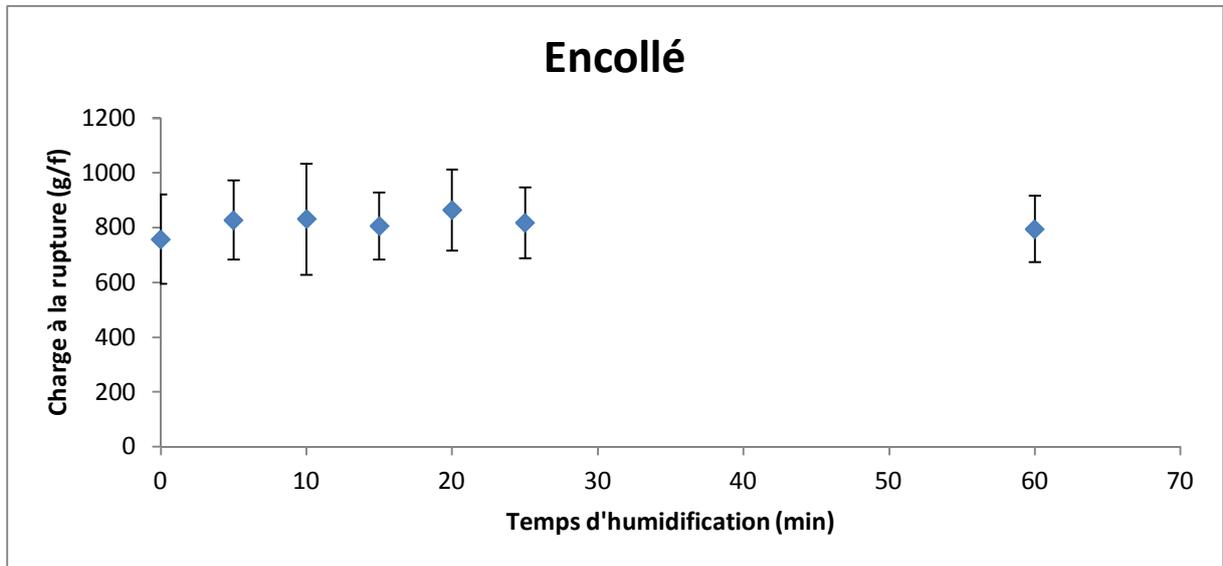


Figure IV-10 : Effet du temps d'humidification sur la charge à la rupture d'un fil 1/24 cc encollé.

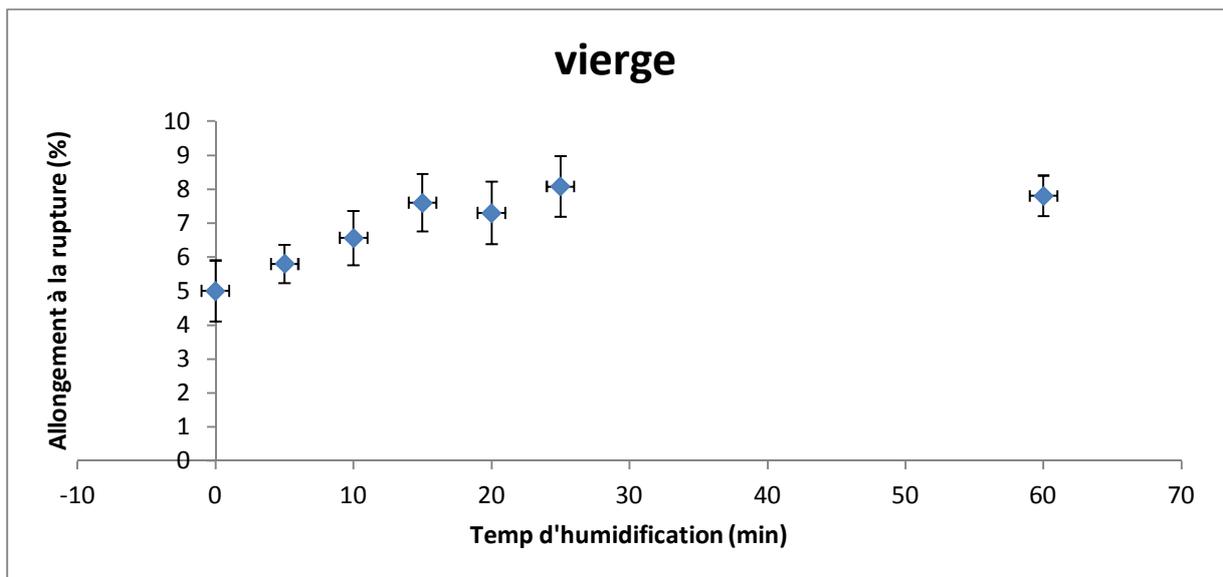


Figure IV-11 : Effet du temps d'humidification sur l'allongement à la rupture d'un fil 1/24 cc vierge.

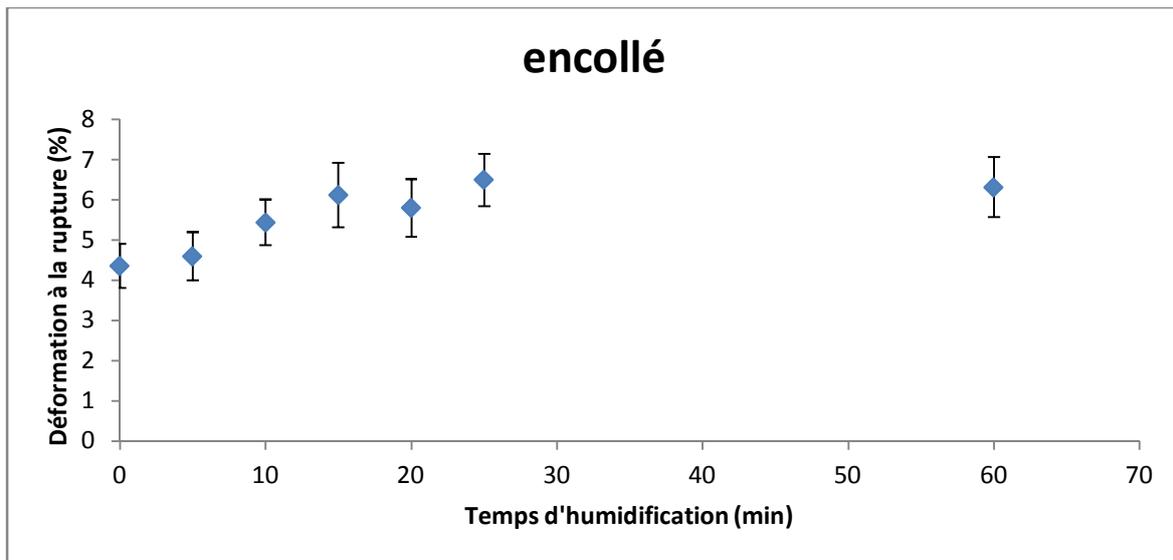


Figure IV-12 : Effet du temps d'humidification sur la déformation à la rupture d'un fil 1/24 cc encollé.

#### *-Effet de retordage*

Nous avons effectué des essais mécaniques pour deux fils de coton assemblés et deux autres retordés et les résultats sont fort intéressants (tableau IV-2) : le retordage permet nettement d'améliorer les caractéristiques mécaniques du fil du coton (fig. IV-13 ; dans notre cas, c'est avec un taux de retordement de 540tr/m).

Tableau IV-2 Effet de retordage sur le comportement mécanique à la rupture d'un fil 1/24 cc vierge

Structure fil	Résistance à la rupture (g/f)	$\Delta R$ (g/f)	Allongement à la rupture (%)	$\Delta A$ (%)
2 fils assemblés	1029	$\pm 72$	5,4	$\pm 0,72$
2 fils retordés	1645	$\pm 85$	8,8	$\pm 0,84$

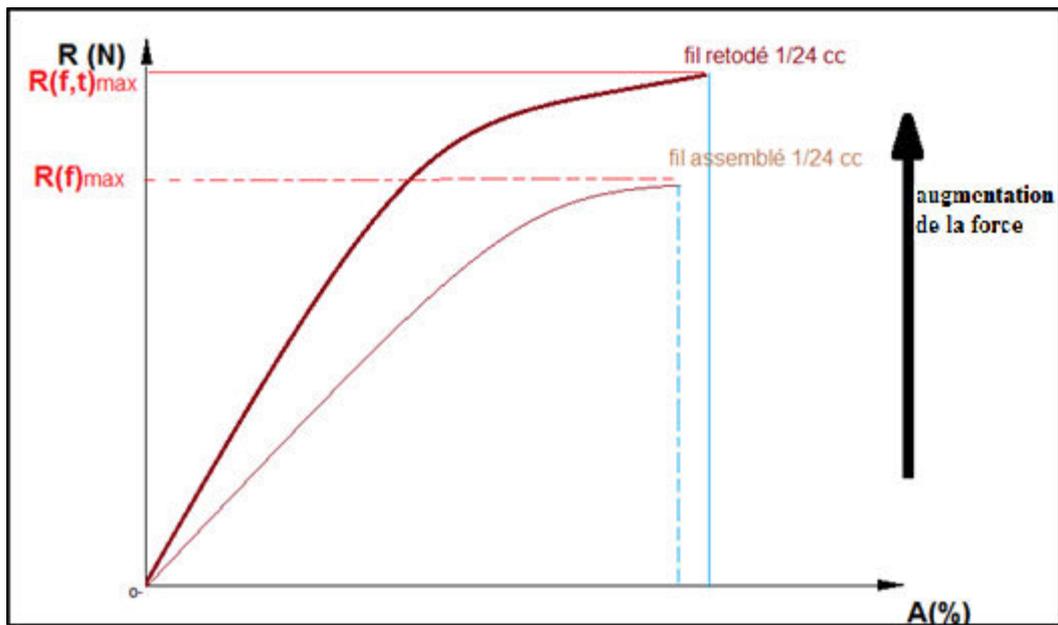


Figure IV-13 : Schématisation de l'effet de la torsion sur les caractéristiques mécaniques à la rupture du fil du 1/24 cc.

#### IV-6 Conclusion

Nous remarquons que l'encollage et le retordage, augmentent considérablement les caractéristiques mécaniques à la rupture des fils de coton. Nous déduisons alors que le traitement de surface du fil par encollage réduit fortement la casse du fil lors du tissage. Nous constatons que l'augmentation de la température favorise la diminution de la résistance à la rupture des deux types de fils, d'où une humidification nécessaire du fil pour garder une certaine résistance durant le tissage.

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude de ce projet nous a permis de se familiariser avec le monde industriel en générale ; d'acquérir les compétences nécessaires dans la technologie de la filature et tissage en particulier.

Bonne maîtrise de toutes les étapes de la chaîne industrielle textile : de la matière première du coton brute au fil prêt pour application définie de tissage.

Les résultats issus de notre modeste étude intitulée : *Effet de la température et l'humidité sur le comportement mécanique du fil du coton*, sont tels que :

La résistance à la rupture pour un nombre défini de fil de coton encollé augmente considérablement par rapport à celle du fil vierge ;

En en déduit alors que le traitement de surface du fil de coton, par encollage réduit fortement la casse du fil lors du tissage.

Le retordage permet nettement d'améliorer les caractéristiques mécaniques du fil du coton (dans notre cas, c'est avec un taux de retordement de 540tr/m).

L'augmentation de la température favorise la diminution des caractéristiques mécaniques à la rupture des deux types de fils de coton, d'où une humidification nécessaire du fil pour garder une certaine résistance durant le tissage.

En augmentant le temps d'humidification (notre cas jusqu'à 60minutes), nous constatons une légère augmentation de la déformation à la rupture et cela est dû probablement au glissement des filaments (fibres) lors de l'étirage.

En perspectives ; des tests complémentaires sont nécessaires tel que les rayons X, TGA, tensions superficielles, pour mieux suivre l'évolution structurale du notre matériau sous différentes contraintes environnementales mais le laboratoire physique du complexe textile de Sebdo est pauvre en équipements.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] <http://support-cours-filature.e-monsite.com>
- [2] [https://www.memoireonline.com/12/09/2979/m\\_gestion-de-la-maintenance-en-milieu-textile2.html](https://www.memoireonline.com/12/09/2979/m_gestion-de-la-maintenance-en-milieu-textile2.html)
- [3] Gilbert, N.L., Guay, M., Miller, J.D., Judek, S., Chan, C.C., and Dales, R.E. Levels and Determinants of Formaldehyde, Acetaldehyde and Acrolein in Residential Indoor air in Prince Edward Island, Canada. *Environ. Res.* Vol. 99, p. 11-17. (2005).
- [4] [http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCD\\_T\\_2009\\_0120\\_BHOURI.pdf](http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCD_T_2009_0120_BHOURI.pdf)
- [5] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fil\\_textile](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fil_textile).
- [6] Rollins, ML: *The Cotton Fiber, American Cotton Handbook*.3rd ed. D.S.Hamby,Ed, Interscience Publishers, New York .U.S.A.(1995). 6. USA. (1993).
- [7] Michèle Mosiniak, Roger Prat. Du végétal au textile. *Biologie et Multimédia - Université Pierre et Marie Curie - UFR de Biologie* <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/textiles/04-coton-traitement.html>. Dernières modifications : 23 mai 2005.
- [8] Bojana Voncina, Dominika Bezek, Alenka Majcen le Marechal *Eco-Friendly Durable Press Finishing of Textile Interlinings. Fibres and Textiles In Eastern Europe* July/September p.68-71 (2002).
- [9] <https://www.pandasilk.com/fr>
- [10] <http://dlibrary.univ-boumerdes.dz>, Benbekhma Ammar.pdf
- [11] <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01748307/document>
- [12] <http://support-cours-filature.e-monsite.com/pages/sommaire.html>, (Novembre 2020)
- [13] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cardage>
- [14] Grosberg, P. and S. Kedia (1966). "Mechanical properties of woven fabrics - 1." *Textile Research Journal* 36(1): 71-79.
- [15] Clulow, E. E. and H. M. Taylor (1963). "Experimental and theoretical investigation of biaxial stress-strain relations in plain-weave cloth." *Textile Institute – Journal* 54(8): 323-347.
- [16] Realff, M. L. (1994). "Identifying local deformation phenomena during woven fabric uniaxial tensile loading." *Textile Research Journal* 64(3): 135-141.
- [17] Realff, M. L., M. Seo, M. C. Boyce, P. Schwartz et S. Backer (1991). "Mechanical properties of fabrics woven from yarns produced by different spinning technologies. Yarn failure as a function of gauge length." *Textile Research Journal* 61(9): 517-530.