

Etude Comparative Des Produits Issus De La Transformation En Filature Des Fibres De Trois Nouvelles Variétés De Cotonnier

[Comparative Study Of The Products Resulting From The Transformation Into Spinning Of The Fibers Of Three New Varieties Of Cotton]

TOGOLA Mamadou ^(1*), DOUMBIA Awa S. ⁽¹⁾, BABA Mouctar ⁽¹⁾, KASSAMBARA El hadj M. ⁽²⁾,
KONATE Daouda dit Odiouma ⁽¹⁾, CISSOUMA Fousseny V., MAIGA Amadou Aboubacar ⁽¹⁾, DIAWARA
Ibrahima ⁽¹⁾,

⁽¹⁾ Centre de Recherche et de Formation pour l'Industrie Textile (CERFITEX), BP : 323 Ségou, Mali.

⁽²⁾ Institut d'Economie Rurale (IER), Programme Coton. Rue Mohamed V, BP 258 Bamako, Mali.



Résumé - Au Mali, comme ailleurs en Afrique, la sélection variétale est à la base du succès de la culture cotonnière. Le coton du Mali est presque entièrement exporté ; les fibres issues des variétés cultivées doivent répondre aux exigences du marché en termes de caractéristiques technologiques des fibres, facteurs clés du fonctionnement de la filature. Cette étude comparative a été réalisée sur trois nouvelles variétés de cotonniers A, B et C, issues d'un point d'expérimentation. L'objectif de l'étude est d'identifier les variétés ayant les meilleures performances variétales et industrielles pour la vulgarisation en production commerciale par les sociétés cotonnières. 1 échantillon représentatif de 100g de coton fibre, 20 échantillons de 5 m de rubans de carde, d'étirage et de 10 m de mèches, 30 échantillons de 100 m de fil et 40 échantillons de 500 mm de fil ont été respectivement prélevés par balle de chaque variété et à différentes étapes du processus de transformation par variété. Ces échantillons ont été testés sur des appareils de mesure dans les conditions requises au laboratoire de métrologie textile du CERFITEX, Ségou - Mali.

L'analyse de variance (ANOVA) des données relatives aux fibres, rubans, mèches et fils et la comparaison de leurs principales caractéristiques de qualité à celle de la production mondiale avec l'application des USTER STATISTICS 2018 ont montré que les variétés de cotonnier A et B sont nettement meilleures que celle de C. Les performances variétales et industrielles de A et B, meilleures que celles de C sont recommandées à la vulgarisation

Mots clés : Coton, caractéristiques technologiques, qualité, fibres, fils.

Abstract - In Mali, as elsewhere in Africa, varietal selection is the basis of the success of cotton growing. Cotton from Mali is almost entirely exported; fibers from cultivated varieties must meet market requirements in terms of the technological characteristics of fibers, key factors in the operation of the spinning mill. This comparative study was carried out on three new varieties of cotton A, B and C, from an experimental point. The objective of the study is to identify the varieties with the best varietal and industrial performance for popularization in commercial production by cotton companies. 1 representative sample of 100g of cotton fiber, 20 samples of 5m of carding and drawing slivers and 10m of rovings, 30 samples of 100m of yarn and 40 samples of 500mm of yarn were respectively taken per bale of each variety and at different stages of the transformation process by variety. These samples were tested on measuring devices under the required conditions at the CERFITEX textile metrology laboratory, Ségou - Mali.

The analysis of variance (ANOVA) of fiber, sliver, roving and yarn data and the comparison of their main quality characteristics to that of world production with the application of USTER STATISTICS 2018 showed that cotton varieties A and B are clearly better than those of C. The varietal and industrial performances of A and B, better than that of C are recommended for popularisation

Keywords : Cotton, technological characteristics, quality, fibres, yarns.

I. INTRODUCTION

La sélection variétale est à la base du succès de la culture cotonnière au Mali comme ailleurs en Afrique, en interaction étroite, dès le départ, avec les agronomes, les entomologistes, les technologues et l'ensemble des acteurs de la filière dont principalement les agriculteurs et les sociétés cotonnières.

Les critères technologiques de la fibre et du fil sont en effet, des facteurs clés du fonctionnement de la filature qui réside dans sa capacité à maintenir une production de qualité stable à partir des matières premières dont les caractéristiques peuvent recouvrir une variabilité importante.

De nombreux critères de qualité de fibre sont sélectionnés notamment des critères intervenant directement dans le négoce du coton tels que la longueur de la fibre, l'indice micronaire qui rend compte à la fois de la maturité et de la finesse, la couleur (indice de jaune et réflectance). D'autres critères intéressent particulièrement les filateurs pour déterminer la finesse du fil produit ou pour limiter les casses de fil, qui sont un problème majeur avec l'utilisation de machines de plus en plus rapides. Ces critères sont l'uniformité de longueur, la finesse, la résistance et l'élasticité de la fibre, La maturité est quant à elle importante pour l'impression des textiles.

Aussi, la résistance et l'élasticité du fil, ainsi que la présence d'imperfections (neps, points fins, points gros, irrégularités) sont également des critères sélectionnés car importants en filature [1].

Le Mali est un pays producteur et exportateur de coton par excellence sur le marché international et un potentiel pays producteur de fil de coton pour le marché local et régional, de sorte que la qualité de ses fils doit être évaluée et connue par rapport aux qualités de fil de référence mondiale.

Au Mali, les types de filature en activité sont des filatures à anneaux et produisent des fils à partir de fibres courtes 100% coton cardé couvrant une gamme de Nm 10 à Nm 70 et des fils retors Nm 20/2 à Nm 70/2 pour le marché local et sous régional.

Dans ce travail de recherche, nous avons tenu à évaluer le comportement industriel des fibres de chacune des trois variétés de cotonnier en pur au cours de sa transformation et à réaliser une analyse comparative des caractéristiques technologiques des fils par variété de cotonnier pour identifier les variétés répondant aux nouvelles exigences de l'industrie.

Pour les trois variétés de cotonnier, une mise en fabrication des fibres de chaque variété a été effectuée sur des équipements de filature de l'atelier du CERFITEX pour obtenir des produits semi-finis et des fils. A l'issue de cette transformation, des appareils d'essais ont été utilisés pour réaliser le contrôle des caractéristiques des produits semi-finis et des fils.

Le fil est le terme général désignant, quelle que soit sa structure simple ou complexe, un assemblage de grande longueur de fibres textiles : filaments ou fibres discontinues, utilisable directement pour des fabrications textiles [2]. Techniquement et commercialement, la qualité du fil est usuellement déterminée par les propriétés des fibres constitutives qui peuvent être utilisées pour prévoir partiellement les propriétés du fil et le succès de la filature [3].

Les filatures maliennes produisent principalement du fil 100% coton de type cardé avec le numéro de fil allant jusqu'au Nm 40 en filature classique avec la technologie disponible. 80% de ce fil est vendu principalement au marché local ou marché domestique, et 20% du fil est destiné aux marchés d'exportation. La qualité du fil influence à la fois l'efficacité des processus de production de tissus et le marché d'exportation [4]. La qualité du fil et les tests associés à celles des propriétés du fil sont cruciaux pour répondre aux exigences ultérieures du processus de fabrication du tissu et du produit final [5]. La technique de filature, les paramètres de la machine, les étapes de fonctionnement, les conditions de traitement, et les caractéristiques physiques de la fibre déterminent son comportement de traitement, l'efficacité de la production et la qualité finale du fil et du tissu [6]. Le système classique de filature à anneau est considéré comme un processus crucial dans la production de fils en raison de sa flexibilité et de

la haute qualité des fils produits qui sont considérés par la plupart des producteurs de fil d'avoir une structure et des paramètres satisfaisants [7].

Une méthode utilisée pour mesurer la compétitivité d'une industrie en général est d'étudier la qualité de ses produits. Pour le filateur, il est important de savoir s'il peut fabriquer un fil de bonne qualité. Mais il est tout aussi important de pouvoir comparer sa qualité à celle d'autres fabricants. Pour l'amélioration de la qualité du fil, l'industrie textile était confrontée à de nombreux défis afin de rivaliser dans un programme de fabrication de fil de classe mondiale.

La corporation USTER publie périodiquement une analyse très complète des données statistiques mondiales pour être adaptés aux modifications intervenues entretemps sous le titre « USTER STATISTICS » ou les statistiques USTER. Les USTER STATISTICS, qui ont été introduites pour la première fois en 1957, sont les seuls outils de référence mondiale basés sur la collecte mondiale et les essais des échantillons de fibres, de rubans, de mèches et de fils qui ont été produits dans toutes les régions du monde. De cette façon, on dispose ainsi de valeurs de comparaison obtenues au monde entier et permettant au fabricant de comparer la qualité de ses fils à celle de la production mondiale.

Les USTER STATISTICS sont reconnues dans l'industrie textile du monde entier comme un outil essentiel pour comparer les principales caractéristiques tout au long de la chaîne de production du fil, partant des fibres brutes, en passant par les rubans, les mèches et les fils. Aujourd'hui, l'achat de fibre, la production et le commerce du fil seraient pratiquement impensable sans les USTER STATISTICS. D'après les USTER STATISTICS et dans le cadre de cette étude, les paramètres de qualité les plus utilisés pour le fil sont le **numéro** (variation du numéro du fil), le **régularité ou l'irrégularité** (coefficient de variation de masse (CVm), **les imperfections** (endroits ou points minces, endroits ou points gros / épais et les neps) et les **propriétés de traction** (ténacité et allongement) [8].

A ce titre, pour pouvoir comparer entre eux les caractéristiques des fils produits par les trois variétés de cotonnier et aussi pour identifier la variété de cotonnier qui a donné la meilleure qualité de fil, nous avons évalué avec les USTER STATISTICS, repères standards, les caractéristiques de ces fils et déterminé leurs niveaux de qualité.

Selon les USTER STATISTICS, un fil dont toutes les caractéristiques de qualité issues de valeurs moyennes sont inférieures à 25 % est pris comme un fil de référence d'excellente qualité lequel, est fabriqué à partir d'une matière première spécifique ou spéciale et extrêmement chère. Pour cela, pris pour référence, les USTER STATISTICS garantissent les valeurs supérieures comme points de référence nécessaire pour correspondre aux exigences du processus de filature et de l'aspect du tissu, mais toujours en relation avec la connaissance des exigences des clients.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

A. Matériels

Les différentes machines ou équipements de type *TRUETZSCHLER* [9] et *RIETER* [10] (Annexe) de la ligne de filature cardée 100% coton ont été utilisés pour la transformation des cotons fibres issus des trois variétés de cotonnier. La transformation des fibres jusqu'au fil qui s'est déroulée en différentes étapes a eu lieu dans des conditions identiques à un environnement industriel dans l'atelier de filature du CERFITEX. Des capteurs indépendants de mesures des conditions requises de l'air ambiant ont été utilisés pour mesurer la température et l'humidité relative de l'air de l'atelier de filature et celles du laboratoire d'essais sur les produits semi-fini et finis [11].

A l'issue de la transformation de ces cotons, les appareils de contrôle des caractéristiques de produits semi-finis et finis ont été utilisés pour réaliser les mesures suivantes sur les échantillons prélevés :

- Appareil automatique de titrage USTER AUTOSORTER 5 : Mesure des numéros métriques (Nm) des rubans, mèches et fils à chaque stade de fabrication ;
- Régularimètre USTER EVENNESS TESTER 6 : Mesure de la régularité de masse (CVm%), des imperfections (points gros, points minces, neps ou boutons) ;
- Dynamomètre automatique AUTODYN II MESDAN : Mesure des propriétés dynamométriques (ténacité et coefficient de variation (CV%) de la ténacité du fil, allongement et coefficient de variation (CV%) de l'allongement du fil).

B. Méthodes

1. Transformation des cotons fibres

La transformation des cotons fibres issus des trois variétés en filature sur la ligne de filature cardée 100% coton a été réalisée en quatre (4) étapes essentielles :

- Préparation au cardage : ouverture, mélange et nettoyage ;
- Cardage : démêlage et individualisation des fibres, formation de la première structure linéaire continue (ruban) ;
- Préparation au filage (banc d'étirage et banc à broches : filage en gros) : orientation et parallélisation des fibres, plus régularisation de la section des rubans par doublage ; amincissement préliminaire sur le banc à broches par laminage et affinage : premier affinage par réduction du nombre de fibres en section droite (mèche) ;
- Filage : affinage et tordage pour former le fil.

Les réglages retenus pour les différentes machines sont présentés en (Annexe). Ces réglages ont porté sur les vitesses, les écartements, les taux de doublage et d'étirage et autres données technologiques.

Suivant les recommandations, tout le processus de transformation des cotons fibres issus des trois variétés en rubans, mèches et fils s'est effectuée dans un atelier de filature conditionné en humidité relative à 50% plus ou moins 5% et en température à 25 °C plus ou moins 2 °C.

2. Collecte de données et échantillonnage

• Caractéristiques des fibres de coton par variété

Les caractéristiques de la fibre de coton ont une influence sur la détermination des performances de filature, mais au final, ce ne sont pas les seuls facteurs déterminants dans les paramètres de qualité du fil produit. Pour produire des filés de continus à filer à anneaux de haute qualité, des fibres fines et de résistance suffisante sont nécessaires pour supporter les opérations de préparation de filature et de filature [12].

Le tableau 1 donne le détail des caractéristiques des fibres de coton obtenues à partir d'échantillons prélevés par variété de cotonnier. Ces données collectées par variété devraient correspondre aux valeurs recherchées dans les unités industrielles de transformation du coton et couvrir une large gamme possible de numéro de fil.

Les caractéristiques de qualité typique des fibres de coton sont la longueur UHML (mm) et l'indice d'uniformité de longueur (%) des fibres, le micronaire ou finesse/maturité, (sans unité), la teneur en humidité (%), la ténacité (g/tex) et les propriétés de couleur (indice du jaune +b (sans unité) et réflectance ou brillance Rd (%)) et la charge en matières étrangères.

Tableau 1 : Caractéristiques des fibres de coton par variété

Variétés	Caractéristiques des fibres						
	Longueur UHML (mm)	Indice d'uniformité de longueur (%)	Micronaire (sans unité SI)	Ténacité (g/tex)	Indice du jaune +b (sans unité SI)	Réflectance ou brillance Rd (%)	Matières étrangères (ME)
A	28,86 mm	81,6	3,55	31	10,2	78,2	1,77
B	28,35 mm	81,6	3,69	30,4	11	77,4	1,14
C	28,86 mm	80,9	3,98	29,4	11,4	75,8	1,78

• Prélèvement des échantillons de rubans, mèches et fils.

A l'issue de la transformation en filature des cotons fibres issus des trois variétés, la méthode d'échantillonnage utilisée pour la collecte des rubans, des mèches et des cops/ fuseaux de fil était que tous les éléments de la population à contrôler aient une

chance non nulle d'être choisis. Ici, nous faisons l'hypothèse d'un choix au hasard avec égalité de chance. Un bon planning du prélèvement des échantillons a été effectué pour assurer les résultats d'essai. En outre il est très important de souligner que les échantillons sur lesquels a été effectuée la présente étude sont bien représentatifs du lot d'où ils sont issus.

20 échantillons de 5m de rubans de carde et d'étirage de mêmes numéro métrique nominal Nm 0,25 et de mèches de numéro métrique nominal Nm 1,5 prélevés à différentes étapes du processus de transformation sur chacune des trois variétés de cotonnier (A, B et C) ont permis de contrôler certaines caractéristiques de ces produits semi-finis.

30 échantillons de 100 m de fil de numéro métrique nominal Nm 40, 100% coton cardé en raison de 10 échantillons de fil prélevés dans du fil produit de chacune des trois variétés de cotonnier (A, B et C) ont servi à la caractérisation de la régularité de numéro métrique de ces fils.

40 échantillons de 500 mm de fil prélevés dans du fil produit de chacune des trois variétés de cotonnier (A, B et C) ont servi à la caractérisation des propriétés de résistance à la traction, ténacité (g/tex) et allongement (%) de ces fils.

Pour cette étude, le choix a porté sur ces numéros métriques nominaux ci-dessus indiqués de rubans de carde, d'étirage, de mèches et de fils qui ont été sélectionnés parmi une large gamme de Nm possibles, ceci, en fonction de la ligne technologique de filature cardée en place, des équipements et compétences disponibles et des capacités techniques de l'atelier de filature à produire ce type de fil 100% coton cardé dans les meilleures conditions.

3. *Contrôle sur les rubans, mèches et fils*

À l'issue de la transformation du coton fibre issu des trois variétés de cotonnier, le contrôle des caractéristiques notamment le numéro métrique (Nm) des rubans, des mèches et du fil permettant de disposer d'une vue d'ensemble sur les variations des caractéristiques de ces produits semi-finis et finis en filature a été effectué au Laboratoire de Métrologie Textile du CERFITEX. Ces variations entraînent en général une réduction des possibilités d'utilisation de ces produits. Ces contrôles sont aussi nécessaires à l'obtention d'une qualité constante de ces textiles linéaires en cours de fabrication et des produits dérivés et aussi d'un haut rendement dans les étapes ultérieures du processus de fabrication. Un des paramètres permettant de vérifier la constance de la qualité des textiles linéaires est le coefficient de variation (CV%). La détermination de ce paramètre permet donc d'apprécier leurs régularités. Parmi les causes possibles de variations [13] notamment de la section des textiles linéaires figurent :

- la variation de la section des fibres ;
- la variation du nombre de fibres à la section ;
- la matière utilisée ;
- le parallélisme des fibres ;
- l'état et le réglage du matériel de production.

Les propriétés du fil, comptant parmi les critères fondamentaux décrivant sa qualité ont été mesurées en laboratoire à l'aide d'appareils d'essais sur fils suivant des méthodes requises au niveau international.

Avant de tester les propriétés du fil, les échantillons de fil ont été conditionnés à une humidité relative de $65\% \pm 4\%$ et une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ comme indiqué dans la norme ISO 139 : 2005. Les caractéristiques des rubans et des mèches ont été mesurées dans les mêmes conditions.

Le numéro du fil, exprimé en numéro métrique (Nm) a été déterminé à l'aide de l'USTER AUTOSORTER 5. Nous avons retenu les paramètres de numéro métrique (Nm) du fil et la variation du Nm pour une évaluation qualitative et comparative des trois variétés. Vingt (20) tests de chaque ruban, mèche et cops/ fuseau de fil ont été effectués pour la mesure du Nm de ces produits semi-finis et finis selon la méthode de test ISO 2060 [14].

Les paramètres de régularité de masse du fil et d'imperfections ont été déterminés à l'aide de l'USTER TESTER 6.

Nous avons retenu ceux qui sont usuellement utilisés pour déterminer la qualité commerciale et technique des fils à savoir l'irrégularité du fil exprimée en coefficient de variation de masse (CVm) ; les imperfections (Points minces à -50%, Points gros à +50% et Neps à + 200%). Dix (10) tests de chaque cops/ fuseau de fil ont été effectués pour la régularité du fil et les imperfections selon la méthode de test ASTM D1425 [15].

Les propriétés de résistance à la traction du fil ténacité (g/tex) et allongement (%) ont été déterminés à l'aide du dynamomètre automatique AUTODYN II de MESDAN. Au total, quarante (40) tests ont été effectués pour chaque échantillon de fil pour la résistance à la traction et l'allongement selon la norme ISO 2062 [16]. Les paramètres retenus pour une évaluation qualitative et comparative des trois variétés sont :

- la ténacité correspondant aux maximum de force donné à la rupture et ramené au titre du fil d'où son unité cN/tex ;
- le coefficient de variation des mesures de ténacité (en %) ;
- l'allongement obtenu à la rupture (en %) ;
- le coefficient de variation des mesures d'Allongement (en %).

C. L'analyse des données

Pour évaluer la qualité des rubans, mèches et fils, les valeurs moyennes, l'écart type, le niveau des valeurs d'irrégularité CV% et la variance de ces textiles linéaires ont été utilisés comme critères d'appréciation. En revanche, pour catégoriser la qualité du fil 100% coton cardé de Nm40 produit avec le continu à filer (CAF), l'application USTER STATISTICS 2018 a été utilisée. L'outil statistique Analyse de Variance (ANOVA) a été utilisé à l'aide du logiciel d'analyse statistique SPSS version 20 pour déterminer s'il y avait une différence statistique entre les caractéristiques des numéros de fil produits à partir des fibres issues des trois variétés de cotonnier. L'analyse a été effectuée sur du fil de chaîne 100% coton cardé produit sur CAF en forme de fuseaux/cops et destiné au tissage.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Il est d'usage, de désigner la grosseur ou la finesse des textiles linéaires (fibres, rubans, mèches et fils textiles) au moyen de systèmes de numérotage ou de titrage. Dans cette étude, nous avons opté d'utiliser le système de numérotage, un système indirect, dans lequel la grosseur ou la finesse du fil est exprimée en fonction de la longueur du fil par unité de masse (ordinairement appelée numéro).

A. Numéro métrique des rubans cardés

Le tableau 2 présente les résultats de l'analyse descriptive du numéro métrique (Nm) des rubans de carte issus de la transformation des fibres des trois variétés de cotonnier.

Pour les trois variétés, pour un Nm nominal de 0,25, les valeurs moyennes des Nm obtenus à l'appareil de titrage USTER AUTOSORTER 5 varient entre Nm0,24 et Nm0,30, ce qui relève d'un niveau de réglage spécifique de la carte et des équipements qui la précèdent et aussi et de la variabilité des caractéristiques des fibres issues des trois variétés de cotonnier. Les valeurs d'irrégularité CV% des rubans cardés sont légèrement plus élevées (4,51% et 5,20%) respectivement pour A et C et faibles pour B (2,09%).

Plus les valeurs d'irrégularité CV% sont faibles, meilleure est la qualité des rubans de carte.

Tableau 2 : Analyse descriptive du numéro métrique (Nm) des rubans de carte.

Variété	N	Nm	Percent (%)	Mean	Std. Dev.	CV%	Min	Max
A	20	0,27	5	0,30	0,0136	4,51	0,27	0,33
		0,28	5					
		0,29	20					
		0,3	35					
		0,31	25					
		0,32	5					
		0,33	5					

		Total	100					
B	20	0,24	55	0,25	0,0051	2,09	0,24	0,25
		0,25	45					
		Total	100					
C	20	0,22	10	0,24	0,0125	5,2	0,22	0,26
		0,23	25					
		0,24	25					
		0,25	25					
		0,26	15					
		Total	100					

B. Numéro métrique des rubans étirés

Le tableau 3 présente les résultats de l'analyse descriptive du numéro métrique (Nm) des rubans de l'étireuse issus de la transformation des fibres des trois variétés de cotonnier. Pour les trois variétés, pour un Nm nominal de 0,25, les valeurs moyennes des Nm obtenus à l'appareil de titrage USTER AUTOSORTER 5 varient entre Nm0,24 et Nm26, consécutive au niveau de réglage des équipements et de la variabilité des caractéristiques des fibres issues des trois variétés de cotonnier. Les valeurs d'irrégularité CV% des rubans de l'étireuse sont faibles (1,70% et 1,65%) respectivement pour B et C et légèrement plus élevées pour A (2,7%).

Plus les valeurs d'irrégularité CV% sont faibles, meilleure est la qualité des rubans de l'étireuse.

Tableau 3 : Analyse descriptive du numéro métrique (Nm) des rubans de l'étireuse.

Variété	N	Nm	Percent (%)	Mean	Std. Dev.	CV%	Min	Max
A	20	0,24	5	0,26	0,0069	2,70	0,24	0,27
		0,25	50					
		0,26	40					
		0,27	5					
		Total	100					
B	20	0,24	80	0,24	0,0041	1,70	0,24	0,25
		0,25	20					
		Total	100					
C	20	0,24	20	0,25	0,0041	1,65	0,24	0,25
		0,25	80					
		Total	100					

C. Numéro métrique des mèches

Le tableau 4 présente les résultats de l'analyse descriptive du numéro métrique (Nm) des mèches de banc à broches issues de la transformation des fibres des trois variétés de cotonnier. Pour les trois variétés, pour un Nm nominal de 1,60, les valeurs

moyennes des Nm obtenus à l'appareil de titrage USTER AUTOSORTER 5 varient entre Nm1,59 et Nm1,66, consécutive au niveau de réglage du banc à broches et de la variabilité des caractéristiques des fibres issues des trois variétés de cotonnier. Les valeurs d'irrégularité CV% des mèches de banc à broches sont légèrement plus élevées (2,19%) pour C et faibles respectivement pour B et A (1,51% et 1,7%).

Plus les valeurs d'irrégularité CV% sont faibles, meilleure est la qualité des mèches.

Tableau 4 : Analyse descriptive du numéro métrique (Nm) des mèches de banc à broches

Caractéristique	Variété	N	Mean	Std. Dev.	CV%	Min	Max
Nm de la mèche	A	20	1,59	0,0271	1,70	1,55	1,64
	B	20	1,62	0,0244	1,51	1,58	1,68
	C	20	1,66	0,0362	2,19	1,61	1,72

Au vu des résultats de l'appréciation des valeurs d'irrégularité CV% obtenus sur les numéros métriques de ces textiles linaires à ces différentes étapes de transformation des fibres de cotons issues des trois variétés, la variété B présente des valeurs faibles et possède du coup une qualité constante de ruban et de mèche que A et C qui ont respectivement des valeurs légèrement plus élevées.

D. Numéro métrique des fils

D'après le tableau 5, on peut voir que pour un numéro métrique nominal du fil Nm40 sélectionné pour cette étude, de torsion nominale 751tr/min, les variétés A et B présentent respectivement des valeurs de numéros moyens (Nm 39,9 et Nm 39,8) qui sont plus proches du numéro nominal que la variété C qui a un numéro moyen légèrement éloigné (Nm 39,3). L'écart type a également confirmé que pour le numéro métrique du fil produit à partir de A et B, la régularité du numéro moyen a montré un écart type faible (valeurs sont peu dispersées autour de la moyenne/ série homogène) alors que pour C il y a un écart type légèrement élevé (valeur est légèrement éloignée de la moyenne).

Aussi, les coefficients de variation des numéros métriques moyens des fils des variétés A et B (1,40% et 1,58% respectivement) se situent en dessous de la ligne 50% des USTER STATISTICS, ce qui indique une faible variation des numéros métriques moyens des fils issus de ces variétés par rapport au numéro nominal. Pour la variété C, le coefficient de variation du numéro métrique moyen (4,14%) se situe au-delà de la ligne 95%, ce qui indique une légère variation du numéro métrique moyen du fil issu de cette variété par rapport au numéro nominal.

De cette comparaison on peut tirer la conclusion que les numéros métriques moyens des fils des variétés A et B se trouvent dans les limites de la variation du numéro métrique nominal du fil. Cette stabilité des numéros métriques moyens des fils de ces deux variétés est conforme aux exigences de qualité recherchées pour ces numéros moyens. En revanche, le numéro métrique moyen du fil de la variété C se trouve en dehors de ces limites.

Tableau 5 : Analyse descriptive du numéro métrique du fil

Propriété	Variété	N	Moyenne	Std. Dev.	CV%	Min	Max
Nm	A	20	39,9	0,557	1,40	39,21	40,8
	B	20	39,8	0,630	1,58	38,6	41,2
	C	20	39,3	1,624	4,14	36,26	42,94

E. L'irrégularité de masse des fils

L'irrégularité ou la régularité de masse du fil est exprimée en coefficient de variation de la masse du fil (CVm%). Pour une analyse complète de la qualité, la statistique offre la méthode de calcul du coefficient de variation de la masse du fil ou

irrégularité de masse qui donne un chiffre représentant numériquement l'amplitude des variations de masse. Si un fil présente un CVm% élevé, on peut supposer que ce fil entraînera des problèmes dans les processus subséquents ou ultérieurs.

Comme indiqué dans le tableau 6, les résultats d'irrégularité de masse du fil de numéro métrique nominal Nm40 produit à partir des trois variétés de cotonnier a révélé que A et B ont les plus faibles valeurs de CVm% moyen (18,67 et 18,80 respectivement) qui se situent sur la ligne de 95% des USTERS STATISTICS. Ces valeurs de CVm% sont considérées comme égales et se trouvent dans les limites de la variation du CVm% du fil de numéro métrique nominal Nm40. Pour la variété C, le CVm% moyen de 20,60 est légèrement plus élevé et se situe au-delà de la ligne 95% des USTERS STATISTICS.

L'écart type a également confirmé que pour le fil de numéro métrique nominal Nm40, 100% coton cardé produit à partir de B et A, l'irrégularité de masse du fil a montré un faible écart type (les valeurs sont peu dispersées autour de la moyenne) sauf pour C qui a un écart type légèrement élevé (les valeurs sont légèrement éloignées de la moyenne). C'est peut-être parce que les fibres utilisées pour les trois variétés ont de bonnes propriétés de finesse et de maturité, ce qui est similaire au travail de Faulkner et al., qui ont démontré à la suite de leur analyse que la finesse des fibres et une résistance suffisante sont cruciales pour endurer les épreuves de préparation filature et de processus de filature proprement dit pour produire un fil classique de continu à filer à anneau de haute qualité.

Tableau 6 : Analyse descriptive de l'irrégularité de masse CVm% du fil

Propriété	Variété	N	Moyenne	Std. Dev.	Min	Max
Irrégularité CVm% fil	A	10	18,67	0,369	18,16	19,22
	B	10	18,80	0,289	18,33	19,28
	C	10	20,60	0,687	19,7	22,11

Dans le tableau 7, sont indiqués les résultats d'analyse de variance (ANOVA) de l'irrégularité de masse du fil de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé produit à partir des variétés A, B et C. Il ressort de ce tableau qu'il n'y a pas une différence significative ($p > 5\%$) entre les propriétés d'irrégularité de masse du fil entre les groupes de valeurs pour les variétés B et C. Cela signifie alors que les écarts de moyenne, représentés par F, des propriétés d'irrégularité de masse du fil entre les groupes pour ces variétés sont liés au hasard. Quant à la variété A, l'analyse montre que la variabilité inter-groupe (sum of squares) et le degré de liberté (df) sont nuls (0). Par conséquent ANOVA ne donne pas de valeur pour la moyenne carrée (mean square) et écarts de moyenne (F) qui sont calculés à partir de ceux-ci.

Tableau 7 : Analyse de variance (ANOVA) de l'irrégularité de masse CVm% du fil

Propriété	Variété	Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig,
Irrégularité CVm% fil	A	Between groups	1,222	9	0,135	.	.
		Within groups	0	0	.		
	B	Between groups	0,713	8	0,089	2,27	0,4741
		Within groups	0,039	1	0,039		
	C	Between groups	1,575	8	0,196	0,07	0,9938
		Within groups	2,668	1	2,668		

F. Les imperfections des fils

Les imperfections du fil sont les endroits minces (points minces), endroits épais (points gros) et les boutons ou neps ; ce sont des défauts fréquents du fil. Du fait de leur fréquence plus ou moins grande, ces défauts peuvent influencer la qualité du produit

fini (aspect extérieur des fils et des produits finis obtenus d'eux). Mais ils peuvent aussi exercer une influence nocive sur les procédés de fabrications ultérieurs et ceci en fonction de leurs dimensions et de leur fréquence.

Les points minces et points gros que l'on compte parmi les imperfections se situent dans la gamme $\pm 100\%$ par rapport à la moyenne effective de la section du fil. Les neps, comptés eux aussi parmi les imperfections peuvent dépasser la limite $+100\%$ et sont définis ci-dessous selon leurs dimensions dans les seuils de sensibilité.

Le testeur USTER 6 autorise -30% , -40% , -50% et -60% des seuils ou gammes de sensibilité pour les points minces, $+35\%$, $+50\%$, $+70\%$, et $+100\%$ des seuils de sensibilité pour les points gros, et $+140\%$, $+200\%$, $+280\%$ et $+400\%$ de seuils de sensibilité pour les neps.

Les valeurs de réglage standard prises pour le test dans cette étude sont -50% , $+50\%$ et $+200\%$ respectivement pour les points minces, les points gros et les neps, sur la base des valeurs de référence des USTER STATISTICS relatives au fil de continu à filer. Les imperfections du fil sont normalement évaluées en comptant le nombre de points minces, points gros, et neps par kilomètre de fil. Les imperfections du fil sont dues soit aux défauts de la matière première (fibres) ou à un mauvais réglage de l'outil de fabrication (les machines). Le nombre de points minces et de points gros augmente avec le nombre de fibres courtes présentes. Comme celles-ci sont à peine contrôlées pendant l'étirage, elles génèrent la formation de points minces et de points gros [17].

Une analyse fiable de ces « imperfections », permet donc non seulement d'obtenir des conditions optimales pour la réalisation des différents procédés de fabrication mais aussi on peut en tirer des conclusions quant à la qualité de la matière première utilisée.

Comme indiqué dans le tableau 8, le fil de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé produit à partir de la variété C a marqué le plus grand nombre de points minces par kilomètre avec une valeur moyenne de 71 points minces par kilomètre de fil. Elle est suivie des fils de mêmes numéros nominaux issus respectivement des variétés A et B qui affichent chacune une valeur moyenne de 35 points minces par kilomètre de fil, soit le nombre de points minces par kilomètre de fil le plus bas ; ces valeurs se situent en dessous de la ligne de 95% des USTER STATISTICS. Donc le fil de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé produit à partir des variétés A et B, est meilleur en termes de points minces que celui produit à partir de la variété C.

Dans le même tableau 8, la variété C avec le fil de numéro nominal Nm40 100% coton cardé a le plus grand nombre de points gros par kilomètre avec une valeur moyenne de 1437 points gros par kilomètre de fil. Le nombre de points gros par kilomètre de fil le plus bas se trouve au niveau des fils de mêmes numéros nominaux issus des variétés A et B avec une valeur moyenne de 928 points gros par kilomètre de fil et 1024 points gros par kilomètre de fil respectivement. Néanmoins pour les trois variétés, le nombre de points gros par kilomètre de fil se situe au-delà de la ligne 95% des USTERS STATISTICS.

Pour ce qui concerne les neps, les variétés A et B présentent le plus bas niveau de neps par km avec une valeur moyenne de 1463 neps par kilomètre de fil et 1495 neps par kilomètre de fil respectivement. En revanche, la variété C a le plus grand nombre de neps par kilomètre de fil avec moyenne de 1989 neps par kilomètre de fil. Pour les trois variétés, le nombre de neps par kilomètre de fil se situe au-delà de la ligne 95% des USTERS STATISTICS.

Tableau 8 : Analyse descriptive de l'imperfection du fil

Propriétés	Variétés	N	Mean	Std, Dev,	Min	Max
Points minces -50% /km	A	10	35	19,715	12	70
	B	10	35	22,877	15	95
	C	10	71	26,975	43	133
Points gros +50% /km	A	10	928	297,870	115	1160
	B	10	1024	51,753	920	1093
	C	10	1437	76,519	1303	1560
Neps 200% /km	A	10	1463	188,961	1055	1760
	B	10	1495	96,870	1353	1650
	C	10	1989	112,496	1840	2205

Dans le tableau 9, sont indiqués les résultats d’analyse de variance (ANOVA) des imperfections du fil de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé produit à partir des variétés A, B et C. Les résultats montrent que les propriétés d’imperfections du fil : points minces (-50%), ne sont pas significativement différentes ($p > 5\%$) entre les groupes de valeurs pour les trois variétés. Donc, les écarts de moyenne (F) des propriétés d’imperfections du fil : points minces (-50%) entre les groupes pour les trois variétés sont liés au hasard. Le même résultat est observé concernant les propriétés d’imperfections du fil : neps 200% entre les groupes de valeurs pour la variété C.

On remarque également dans ce tableau que la variabilité inter-groupe (sum of squares) et le degré de liberté (df) des propriétés d’imperfections du fil : points gros (+50%) pour les trois variétés et les neps (200 %) pour les variétés A et B sont nuls (0). Cela explique par conséquent l’absence de valeur pour la moyenne carrée (mean square) et écarts de moyenne (F).

Aussi, dans le tableau 9, les résultats montrent que les propriétés d’imperfections du fil : points minces (-50%), points gros (+50%) et les neps (200 %) sont significativement différentes à l’intérieur des groupes de valeurs pour les trois variétés $p \leq 5\%$. Cette différence significative peut être très probablement due à une différence entre la matière première des variétés et à des erreurs possibles survenues dans le processus de transformation.

Tableau 9 : Analyse de variance (ANOVA) de l’imperfection du fil

Propriétés	Variétés	Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig,
Points minces -50% /km	A	Between groups	2114,1	7	302,01	0,44	0,8284
		Within groups	1384	2	692,00		
	B	Between groups	3085,6	8	385,70	0,24	0,9258
		Within groups	1624,5	1	1624,50		
	C	Between groups	6348,9	8	793,61	3,97	0,3708
		Within groups	200	1	200,00		
Points gros +50% /km	A	Between groups	798536,4	9	88726,27	.	.
		Within groups	0	0	.		
	B	Between groups	24104,9	9	2678,32	.	.
		Within groups	0	0	.		
	C	Between groups	52696,1	9	5855,12	.	.
		Within groups	0	0	.		
Neps 200% /km	A	Between groups	321356,4	9	35706,27	.	.
		Within groups	0	0	.		
	B	Between groups	84453,6	9	9383,73	.	.
		Within groups	0	0	.		
	C	Between groups	111306,4	8	13913,30	5,37	0,3226
		Within groups	2592	1	2592,00		

Sur l’ensemble des résultats obtenus sur les numéros métriques des rubans, mèches et fils, les irrégularités de masse et d’imperfection du fil de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé produit à partir des trois variétés de cotonnier, les variétés A et B présentent des numéros métriques réguliers avec une faible valeur de CV%, les meilleures régularités, les plus bas niveaux de nombre de points minces, de points gros et de neps par kilomètre par rapport au fil de même numéro nominal issu de la variété C

qui a un numéro légèrement variable , une irrégularité légèrement plus élevée, le plus grand nombre de points minces, de points gros et de neps par kilomètre de fil.

G. Propriétés de résistance à la traction des fils

Les propriétés de traction du fil (ténacité et allongement) sont l'une de ses qualités de caractéristiques physiques les plus vitales qui déterminent l'efficacité de conversion du fil en tissu et les propriétés de traction du produit final. Les propriétés de traction du fil comprennent la résistance à la rupture du fil ou ténacité et l'extension ou l'allongement à la rupture du fil.

La connaissance des propriétés de résistance à la traction du fil (ténacité et allongement) permet d'établir des pronostics quant au comportement ultérieur du fil dans le processus de traitement et dans le produit fini notamment, l'allongement des cotons qui améliorerait la capacité de travail des fils correspondants. La ténacité et l'allongement exigés dépendent sensiblement des traitements ultérieurs auxquels sont soumis les fils.

D'après le tableau 10, on peut voir que les variétés A et B de numéro métrique de fil Nm40, 100% coton cardé présentent les valeurs maximales de ténacité avec une ténacité moyenne de 19,12 cN/tex et 18,34 cN/tex, respectivement, en revanche, la valeur minimale de ténacité se trouve au niveau de la variété C de même numéro métrique de fil avec une ténacité moyenne de 13,08 cN/tex.

Tableau 10 : Analyse descriptive de la ténacité et de l'allongement du fil

Proprety	Variety	N	Mean	Std. Dev.	CV%	Min	Max
Ténacité [cN/tex]	A	40	19,12	0,82	4,29	17,65	20,81
	B	40	18,34	0,70	3,81	17,16	20,16
	C	40	13,08	1,53	11,70	8,55	15,61
Allongement [%]	A	40	8,32	0,53	6,31	7,08	9,18
	B	40	8,13	0,53	6,58	7,08	9,06
	C	40	6,00	1,18	19,68	4,02	10,74

Le même tableau 10 montre que les valeurs d'allongement moyen de fil les plus élevées 8,32% et 8,13% sont données respectivement par les variétés A et B et l'allongement moyen de fil le plus bas 6,0% est donné par la variété C.

Les variétés A et B (tableau 10) donnent les valeurs de CV% de ténacité les plus faibles respectivement 4,29% et 3,81%. La variété C a donné la valeur de CV% de ténacité la plus élevée qui est de 11,70 %. Parallèlement, les variétés A et B donnent les valeurs de CV% d'allongement les plus faibles, respectivement 6,31% et 6,58 %. La variété C a donné la valeur de CV% d'allongement de fil la plus élevée qui est de 19,68 %.

Les valeurs de ténacité et d'allongement moyens ainsi que les valeurs de CV% de ténacité et d'allongement des fils sus indiquées confirment que les propriétés de résistance à la traction (ténacité et allongement) sont meilleures et plus constantes pour les fils des variétés A et B que pour fil de la variété C.

Aussi, suivant les USTER STATISTICS, les CV% pour les fils de numéro métrique Nm40, 100% coton cardé varient respectivement entre 6,83% et 9,72% pour la ténacité et entre 5,65% à 9,97% pour l'allongement. Les fils qui ont les meilleures résistances à la traction sont donc ceux issus des variétés A et B qui ont respectivement des CV% plus faibles de 4,29% et 3,81% pour la ténacité et de 6,31 % et 6,58 % pour l'allongement. Le fil qui a la plus faible résistance à la traction est celui de la variété C qui a les CV% plus élevées de l'ordre de 11,70 % pour la ténacité et de 19,68 % pour l'allongement.

On comprend ici que plus la valeur de la ténacité et de l'allongement diminue plus la probabilité de trouver des points faibles augmente, puisqu'en dynamométrie on détermine le point le plus faible et non pas la résistance moyenne et l'allongement moyen. Il faut donc s'attendre à une diminution de la force maximale Fmax de rupture du fil lorsque les points faibles augmentent. Ce

raisonnement permet d'admettre aussi que la force maximale pour un numéro métrique donné de fil diminue lorsque le coefficient de variation de la force maximale CV% Fmax et de l'allongement augmente.

Concernant l'écart type (tableau 10), les fils de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé issus des variétés de cotonnier B et A, ont montré des valeurs d'écarts types faibles respectivement pour la ténacité (0,70 et 0,82) et l'allongement (0,53 et 0,53). Ces valeurs sont peu dispersées autour de la moyenne/ série homogène par comparaison à C qui, a affiché des valeurs d'écarts types légèrement élevés pour la ténacité (1,53) et l'allongement (1,18). Ces valeurs sont légèrement éloignées de la moyenne. C'est peut-être parce que les fibres utilisées pour les trois variétés ont de bonnes propriétés de finesse et de maturité, ce qui est similaire au travail de Faulkner et al., qui ont démontré à la suite de leur analyse que la finesse des fibres et une résistance suffisante sont cruciales pour endurer les épreuves de préparation filature et de processus de filature proprement dit pour produire un fil classique de continu à filer de haute qualité [9].

Comme indiqué dans le tableau 11, pour les fils de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé issus des trois variétés de cotonnier A, B et C, les ténacités et allongements de ces fils comparés au seuil usuel de P = 0,05 ne sont pas significativement différents entre les groupes de valeurs (p > 5%). Cela signifie donc que les écarts de moyenne (F), des propriétés ténacités et allongements des fils entre les groupes de valeur pour les trois variétés sont liés au hasard.

Tableau 11 : Analyse de variance de la ténacité et de l'allongement du fil

Property	Variety	Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Ténacité [cN/tex]	A	Between groups	5135	35	146,71	3,01	0,146
		Within groups	195	4	48,75		
	B	Between groups	4472	32	139,75	1,14	0,465
		Within groups	858	7	122,57		
	C	Between groups	4911	35	140,31	1,34	0,433
		Within groups	419	4	104,75		
Allongement max. [%]	A	Between groups	3722,17	31	120,07	0,6	0,855
		Within groups	1607,83	8	200,98		
	B	Between groups	4342,33	30	144,74	1,32	0,346
		Within groups	987,67	9	109,74		
	C	Between groups	3369,08	26	129,58	0,86	0,644
		Within groups	1960,92	13	150,84		

Pour les trois variétés, sur la base de l'appréciation comparative des résultats de numéro, d'irrégularité de masse, d'imperfection, de la ténacité et de l'allongement du fil de numéro nominal Nm40, 100% coton cardé et de torsion nominale 751tr/min, produit à partir des fibres des trois variétés de cotonnier, nous pouvons observer que le fil issu respectivement des variétés A et B présentent des valeurs de numéros moyens plus proches du numéro nominal, une meilleure régularité, le plus bas niveau de nombre de points minces, de points gros et de neps par kilomètre et une ténacité et un allongement élevé par rapport au fil de numéro nominal Nm40 100% coton cardé issu de la variété C qui a un numéro moyen légèrement variable, une irrégularité légèrement plus élevée, le plus grand nombre de points minces, de points gros et de neps par kilomètre de fil et une faible ténacité et allongement.

De façon générale, pour toutes les caractéristiques mesurées sur les fils des trois variétés de cotonnier et comparées entre elles et aussi à celles des USTER STATISTICS, la majorité figure parmi les meilleurs 95% donc de qualité moyenne pour A et B et au-dessous de la moyenne pour C.

Ce jugement par rapport aux valeurs d'expérience « USTER STATISTICS 2018 » relatives au coton, 100% cardé, fil sur continu à filer est comparable donc à celui de l'industriel producteur ou utilisateur des fils.

Cette appréciation est concrète/correcte car elle permet de :

- faire la comparaison des variétés entre elles ;
- donner la situation de chaque variété dans un contexte industriel international.

D'après leurs performances industrielles, les trois variétés de cotonnier se classent par ordre décroissant comme suit i) A ; ii) B et iii) C. Il est à noter aussi que les variétés A et B ont des paramètres physiques mesurés sur fibres et sur fil assez proches en valeurs.

IV. SYNTHÈSE DES RESULTATS PAR VARIÉTÉ

Pour cette étude, il nous a semblé intéressant de réaliser une synthèse des résultats par variété, objet du tableau 12 pour une évaluation qualitative et comparative des performances variétales et industrielles des trois cotons.

Tableau 12 : Synthèse des résultats moyens des caractéristiques de fibres, rubans, mèches et fils par variété.

	A	B	C
Caractéristiques des fibres			
Micronaire (Mic sans unité SI)	3,55	3,69	3,98
Ténacité (Str en g/tex)	31,0	30,4	29,4
Longueur (UHML en mm)	28,86	28,35	28,86
Indice d'Uniformité (UI, en %)	81,6	81,6	80,9
Réflectance de la couleur (Rd, en %)	77,4	78,2	75,8
Indice de jaune (+b sans unité SI)	10,2	11,0	11,4
Indice de filabilité (SCI)	139	136	127
% Matières étrangères (ME) au Shirley Analyser	3,74	3,89	3,88
Nombre de points collants au SCT	32	37	25
Caractéristiques des rubans et mèches			
Numéro des rubans	0,30	0,25	0,24
Numéro des mèches	1,59	1,62	1,66
Caractéristiques des fils			
Numéro des fils	39,9	39,8	39,3
Irrégularité de masse des fils			
Irrégularité CVM%	18,67	18,80	20,60
Points minces (-50%)	35	35	71
Points gros (+50%)	928	1024	1437
Neps (+200%)	1463	1495	1989
Ténacité (cN/tex)	19,12	18,34	13,08
Allongement (%)	8,32	8,13	6,00

Dans ce tableau, les variétés de cotonnier A et B se distinguent par des caractéristiques de fibres, rubans, mèches et fils, nettement meilleures que celles de la variété de cotonnier C. Ce qui confirme que les performances variétales et industrielles de A et B répondent aux caractéristiques de qualité définies et sont meilleures que celles de C.

V. CONCLUSION

Il nous semble d'intérêt industriel de développer les variétés de cotonnier A et B nonobstant les variations inattendues observées dans certaines caractéristiques au niveau des imperfections du fil produit (points gros, points minces et neps). L'intérêt d'un tel développement est conforté par les meilleurs indices de filabilité des variétés A (SCI = 139) et B (SCI = 136) qui confirment leurs performances industrielles par comparaison à la variété C (SCI = 127). Les performances variétales et industrielles de A et B, meilleures que celles de C sont recommandées à la vulgarisation en production commerciale par les sociétés cotonnières.

Il nous semble pertinent pour plusieurs raisons que les deux variétés sont acceptables industriellement pour être travaillées en pur ou en mélange avec d'autres variétés à potentiel égal ou supérieur. La variété C n'est pas acceptable industriellement pour être travaillée en pur mais en mélange avec d'autres variétés à potentiel supérieur. Quant aux objectifs d'amélioration variétale, ceux-ci doivent être clairement identifiés à partir des préoccupations économiques et techniques, pour aboutir à l'élaboration d'un cahier des charges précisant les limites des paramètres physico techniques préalablement déterminés.

ANNEXE : Choix des équipements de filature pour la mise en fabrication
et valeurs de réglages retenues

Brise balle GBR1000		
Rubriques		Valeurs
Vitesses (tr/mn)	Tablier d'alimentation	3
	Tablier à pointes	7
	Tablier d'amené	2
	Rouleau égalisateur	457
	Rouleau nettoyeur du rouleau égalisateur	686
	Rouleau détacheur	457
	Rouleau pré-nettoyeur	571
Ecartements (mm)	Tablier à pointes – Rouleau égalisateur	15
	Tablier à pointes – Rouleau détacheur	42
	Ouverture des grilles du détacheur	3
	Ouverture des grilles du pré-nettoyeur	2
Nettoyeur SRS 6		
Rubriques		Valeurs
Vitesse des rouleaux (tr/mn)		523
Ecartements (mm)	Grilles rouleau 1	3
	Grilles rouleau 2	3
	Grilles rouleau 3	3
	Grilles rouleau 4	2
	Grilles rouleau 5	2
Ouvreuse RV		
Rubriques		Valeurs
Vitesses (tr/mn)	Tambour à volants	838
	Tablier d'alimentation	2
	Cylindre alimentateur	3
Ecartements (mm)	Grille avant	2
	Grille arrière	1
Condenseur LVS		
Rubriques		Valeurs
Vitesses (tr/mn)	Ventilateur	1654

	Tambour	123
	Détacheur	408
Carde DK 740		
Rubriques		Valeurs
Pression externe, venant du compresseur (Bar)		7
Numéro métrique du ruban cardé (<i>Nm</i>)		0,25
Etirage		110
Remplissage du pot (<i>m</i>)		500
Pré-signal du pot (<i>m</i>)		20
Pression nominale FBK (<i>Pa</i>)		910
Pupitre pour l'épaisseur de la nappe (graduation)		65
Vitesse Rapide (<i>m/min</i>)		100
Vitesse de rattaché (<i>m/min</i>)		20
Vitesse lente (<i>m/min</i>)		30
Vitesse minimale du briseur (<i>tr/min</i>)		500
Vitesse minimale du tambour (<i>tr/min</i>)		300
Vitesse nominale du peigneur (<i>tr/min</i>)		237
Vitesse nominale des calandriers (<i>tr/min</i>)		2610
Banc d'étirage D 0/6		
Rubriques		Valeurs
Numéro métrique du ruban étiré (<i>Nm</i>)		0,25
Diamètre entonnoir		3,5 – 3,75
Etirage préliminaire		1,5
Pignons de l'étirage préliminaire	A	61
	B	65
Doublage – Etirage		6
Ecartement (jauge) zone d'étirage préliminaire (mm)		5
Ecartement (jauge) zone d'étirage principale (mm)		1
Pignon d'étirage (ou pignon de numéro)		100
Pignons de plages d'étirage (ou pignon de constante d'étirage)		63
Etirage à l'entrée		0,991
Pignon de change à l'entrée		71
Etirage à la sortie		1,0

Pignon de sortie		62	
Vitesse des cylindres calandriers (<i>tr/min</i>)		1205,6	
Pignons de commande C et D de la tasseuse		62 et 80	
Pignons de commande E et F du plateau des pots		39 et 46	
Poulie motrice (<i>m</i>)		110	
Diamètre du pot (mm)		450	
Pignon G		27	
Pignon H		41	
e (mm)		15	
Banc à broches F 1/1a			
Rubriques		Valeurs	
Numéro métrique de la mèche (<i>Nm</i>)		1,5	
Vitesse des broches (<i>tr/min</i>)		1528	
Vitesse du cylindre délivreur (<i>tr/min</i>)		349,8	
Etirage total		6,0	
Pignon d'étirage		34	
Etirage préliminaire		1,08	
Pignon d'étirage préliminaire		43	
Ecartement (mm)	Cylindre supérieur	Zone principale	53
		Zone secondaire	53
	Cylindre inférieur	Zone principale	44
		Zone secondaire	58
Pignon de tension à l'entrée du laminage		39	
Torsion (t/m)		50	
Pignon de torsion D		70	
Roue G (pour constante de la torsion)		38	
Roue H (pour constante de la torsion)		74	
Pignon de chariot		32	
Roue E (pour constante du chariot)		61	
Roue F (pour constante du chariot)		41	
Pignon des bobines (rochet)		53	
Pignon de cône		27	
Roue à chaîne commande le compteur		27	

Continu à filer G 5/1

Rubriques		Valeurs	
Numéro métrique du fil (<i>Nm</i>)		40	
Vitesse des broches (tr/min)		16354	
Vitesse du délivreur (tr/min)		250	
Torsion (tr/m)		751	
Pignon A		77	
Pignon B		88	
Pignon C		82	
Pignon D		55	
Type de torsion		Z	
Type de curseur		Saphir C1 UM Udr	
N° du curseur	Bracker	2/0	
	ISO	50	
Longueur d'aiguillée (m)		4	
Pignon E		50	
Pignon F		63	
Etirage total		25,1	
Pignon G		47	
Pignon H		105	
Etirage préliminaire		1,18	
Pignon de préétirage		56	
Ecartement (mm)	Cylindre supérieur	Zone principale	50
		Zone secondaire	65,5
	Cylindre inférieur	Zone principale	42,5
		Zone secondaire	65
Nombre de dents du rochet		42	
Relais temporisé d27 (seconde)		4	
Vérin amortisseur		B – 7	

VI. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Directeur et le personnel de l'IER pour la fourniture de la fibre de coton utilisée dans cette étude, et Abdoulaye NANTOUMÉ pour la réalisation des tests de la fibre au laboratoire du CERFITEX. Les auteurs remercient également M. Aboubacar DIALLO pour son soutien constant dans le développement de l'ANOVA pour l'interprétation des données collectées. Des remerciements sont également adressés à l'ensemble du personnel du CERFITEX, pour leur soutien à l'amélioration de ce document.

REFERENCES

- [1] M. Crétenet et J.-P. Gourlot, *Le cotonnier*, Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, pp. 28–37, 2015.
- [2] AFNOR. *Textiles - Dictionnaire des termes normalisés. Norme française NF G00-001*, septembre 1985. 304p.
- [3] P. R. Lord, “Quality and quality control,” in *Handbook of Yarn Production*, P. R. Lord, Ed., Woodhead Publishing, Sawston, UK, pp. 276–300, 2003.
- [4] B. Wagaye, “Aspects of productivity in cotton spinning,” *International Journal on Textile Engineering and Processes*, vol. 5, pp. 2395–3578, 2020.
- [5] L. Hunter, “Testing cotton yarns and fabrics,” in *Cotton*, S. Gordon and Y. L. Hsieh, Eds., Woodhead Publishing, Sawston, UK, pp. 381–424, 2007.
- [6] M. E. Ureyen and H. Kadoçglu, “The prediction of cotton ring yarn properties from AFIS fibre properties by using linear regression models,” *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, vol. 15, no. 4, 2007.
- [7] R. Furferi, L. Governi, and Y. Volpe, “A novel method for ring spinning performance evaluation based on Computer Aided analysis of yarn geometry,” *International Journal Of Mechanics*, vol. 6, no. 4, 2012.
- [8] Uster Technologies. *Application USTER STATISTICS 2018*, version 1.7.1, 2018.
- [9] *Manuels d’exploitation TRUETZSCHLER, brise-balle GBR 1000, ouvreuse SRS6, ouvreuse RV, Condenseur LVS, carte DK 740*, vol.3, 1990.
- [10] *Manuels d’exploitation RIETER, étireuse D0/6, banc à broches F1/1a, continu à filer G5/1, CH-8406 Winterthur*, 1980.
- [11] ISO 139, *Textiles-Standard Atmospheres for Conditioning and Testing*, ISO, Geneva, Switzerland, pp. 1-3, 2005.
- [12] W. B. Faulkner, J. Wanjura, and R. Boman, “Relationships of cotton fiber properties to ring-spun yarn quality on selected High Plains cottons,” *Textile Research Journal*, vol. 82, no. 4, pp. 400–414, 2012.
- [13] USTER : *Manuel d’application pour la mesure de la régularité*, Zellweger Uster SA, CH-8610 Uster/Suisse, no. 240 344 – 14300-a, 1984.
- [14] ISO 2060 : *Textiles - Fils sur enroulements - Détermination de la masse linéique (masse par unité de longueur) par la méthode de l’écheveau*, ISO, Geneva, Switzerland, pp. 1-8, 1994.
- [15] . *ASTMD1425/D1425M-14, Standard Test Method for Evenness of Textile Strands Using Capacitance Testing Equipment*, ASTM, West Conshohocken, PA, USA, pp. 1-5, 2020.
- [16] ISO 2062, *Textiles—Yarns from Packages—Determination of Single-End Breaking Force and Elongation at Break Using Constant Rate of Extension (CRE) Tester*, ISO, Geneva, Switzerland, pp. 1-8, 2009.
- [17] Uster, *Uster HVI 1000 Application Manuel*, Uster Technologies AG Uster, Switzerland, V1.0, no. 245. 678-04030, 2009