

Evaluation de la résistance du fil à partir des caractéristiques technologiques de la fibre obtenues sur HVI

R. Frydrych, J.-P. Gourlot

CIRAD-CA, Laboratoire de technologie cotonnière, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 01, France.

Résumé

A partir des caractéristiques technologiques de la fibre obtenues sur la chaîne HVI de Zellweger Uster, il a été établi une formule d'évaluation de la résistance fil à fil, pour un filé de 20 tex réalisé en filature à anneaux. Les mesures de résistance du fil ont été effectuées à l'aide du dynamomètre fil à fil Dynamat d'Uster. L'équation obtenue est la suivante :

Ténacité du fil cN/tex = $1,053 \times SL50 - 1,622 \times IM + 0,318 \times \text{ténacité HVI} + 0,505$

SL50 = longueur *span length* 50 % en mm ;

IM = indice micronaire ;

Ténacité HVI = ténacité HVI en g/tex (étalonnage avec *International Calibration Cotton Standards*).

MOTS-CLÉS : coton, fibre, fil, filature à anneaux, résistance du fil, HVI, FMT III.

Introduction

Pour déterminer les caractéristiques physiques de la fibre de coton, l'utilisation d'appareils de mesure rapide ou "high volume instrument" (HVI) se développe actuellement dans le monde entier. L'objectif est de déterminer les caractéristiques technologiques des fibres de coton de chaque balle, pour l'ensemble de la production cotonnière.

Les sélectionneurs et les filateurs ont toujours souhaité pouvoir estimer la ténacité du fil à partir des caractéristiques technologiques de la fibre (EL SOURADI *et al.*, 1974 ; PRICE, 1983 ; GUTKNECHT 1984). Le sélectionneur a besoin de critères précoces de sélection pour évaluer la résistance des filés ; le filateur doit acheter des balles de coton qui correspondent au fil qu'il doit produire.

Au CIRAD-CA, les sélectionneurs utilisaient ces dernières années les formules d'évaluations de la résistance du fil pour un titre de 27 tex (GUTKNECHT, 1984) ou de 20 tex (FRYDRYCH, 1991). Ces formules étaient établies à partir des caractéristiques technologiques des fibres obtenues avec divers appareils : le stélomètre pour la ténacité (g/tex), le FMT1 pour l'indice micronaire IM, la maturité et la finesse, et le fibrographe 530 pour les longueurs.

Le laboratoire de technologie cotonnière utilise depuis 2 ans, une chaîne de mesure Zellweger-Uster 910B pour déterminer les caractéristiques des fibres des échantillons provenant de programmes d'amélioration variétale.

Matériels et méthodes

Analyse de la fibre

Les longueurs et la ténacité sont mesurées à l'aide de la chaîne Zellweger Uster 910B (logiciel version 2.03), étalonnée par les standards ICCS (*International Calibration Cotton Standards*).

Les cotons sont ouverts et mélangés à la main avant le panage à la chaîne ; six mesures sont effectuées par coton.

La mesure de l'indice micronaire, de la maturité et de la finesse est réalisée au FMT III de Shirley Developments Limited. Comme il n'existe pas de standards internationaux d'étalonnage, nous utilisons ceux de l'ICCS (International Calibration Cotton Standards), évalués dans notre laboratoire au FMT IB, comme référence pour calculer le facteur de correction de l'indice micronaire, de la maturité et de la finesse.

La méthode d'analyse de la fibre comprend :

- le mélange et le nettoyage de la fibre à l'aide du préparateur SDL ;
- deux mesures par coton.

Toutes les mesures des caractéristiques technologiques des fibres ont été faites à 65 ± 2 % d'humidité relative et 22 ± 1 °C, après 24 heures de conditionnement.

Analyse du fil

Avant la filature, les cotons sont mélangés sur une ouvreuse, puis filés avec une microfilature à anneaux Shirley Platt (titre 20 tex). Les conditions ambiantes de fabrication des filés sont de 22 °C et de 50 % d'humidité relative.

Les résistances des fils sont mesurées au dynamomètre fil à fil Uster CRL (80 casses) à 65 % d'humidité relative ± 2 % et 21 ± 1 °C.

L'évaluation de la résistance du fil à partir des caractéristiques des fibres porte sur 91 cotons de l'espèce *Gossypium hirsutum*. Ces cotons, qui ont subi un égrenage à la scie, proviennent de zones de productions diverses, telles que le Burkina Fasso, le Bénin, le Togo et le Mali.

Résultats et discussion

Les principales variables intervenant dans la résistance du fil sont récapitulées dans le tableau 1, et quelques distributions de celles-ci présentées dans la figure 1. La longueur *span length* (SL) 2,5 % varie de 26,4 à 30,5 mm, la SL 50% de 12,9 à 16,3 mm, l'indice micronaire de 3,5 à 4,8 et la ténacité HVI de 18,8 à 26,7 g/tex. Cette gamme de caractéristiques représente bien la variabilité des cotons *Gossypium hirsutum* qui sont analysés pour les programmes d'amélioration variétale.

Les corrélations simples entre la ténacité du fil et les principales caractéristiques de la fibre (tabl. 2) sont toutes statistiquement significatives à l'exception de l'allongement. Prises individuellement, ces variables ne peuvent fournir une prévision satisfaisante de la ténacité du fil ; plusieurs d'entre elles doivent intervenir pour l'expliquer. L'analyse par régression multiple pas à pas, au risque $\alpha = 5$ % (probabilités à l'introduction et à l'élimination) sur toutes les variables fibre mesurées (tabl. 2) permet d'obtenir l'équation suivante :

Ténacité du fil en cN/tex = $1,053 \times SL50 - 1,622 \times IM + 0,318 \times \text{ténacité HVI} + 0,505$

$$100 \times R^2 = 81,2 \%$$

SL50, longueur *span length* 50 % en mm

IM, indice micronaire

Ténacité HVI, ténacité HVI en g/tex (étalonnage avec *International Calibration Cotton Standards*).

Les écarts entre les ténacités du fil obtenues à l'Uster et les ténacités calculées sont représentés (fig. 2).

La formule a été vérifiée sur une gamme de 20 cotons en provenance du Paraguay, de Madagascar et du Sénégal. Ils ont été testés dans les mêmes conditions. Le coefficient de corrélation entre les résistances obtenues au dynamomètre fil à fil et les prévisions calculées à partir des caractéristiques de fibres sélectionnées (SL 50%, IM, ténacité) est de :

$$R = 0,904$$

TABLEAU 1

Principaux paramètres statistiques des caractéristiques technologiques des 91 cotons.
Main statistical parameters for the technological characteristics of the 91 cottons.

Caractéristiques	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Fibres				
Longueur SL 2,5 %	26,4	30,5	28,33	0,98
Longueur SL 50 %	12,9	16,3	14,41	0,91
Micronaire, indice	3,5	4,8	4,11	0,28
Maturity ratio	0,78	1,06	0,92	0,05
Finesse H (mtex)	144	190	167	9,67
Finesse standard Hs (mtex)	155	211	181	13,14
Ténacité (g/tex)	18,8	26,7	22,45	1,38
Allongement (%)	5,0	6,1	5,46	0,24
Fil				
Ténacité fil à fil (cN/tex)	13,15	19,24	16,15	1,54
Allongement (%)	5,6	7,7	6,57	0,39

TABLEAU 2
Corrélations entre les caractéristiques technologiques des fibres et la ténacité du fil (filature à anneaux 20 tex).
Correlations between technological fibre characteristics and yarn strength (using a 20 tex ring spinning).

Variables indépendantes	Ténacité du fil Uster R
Longueur SL 2,5 %	0,59 ***
Longueur SL 50 %	0,77 ***
Uniformité	0,67 ***
Micronaire	- 0,46 ***
Maturity ratio	- 0,36 ***
Finesse H	- 0,36 ***
Ténacité	0,67 ***
Allongement	- 0,13 n. s.

Le seuil de signification à P = 0,05 est de 0,205

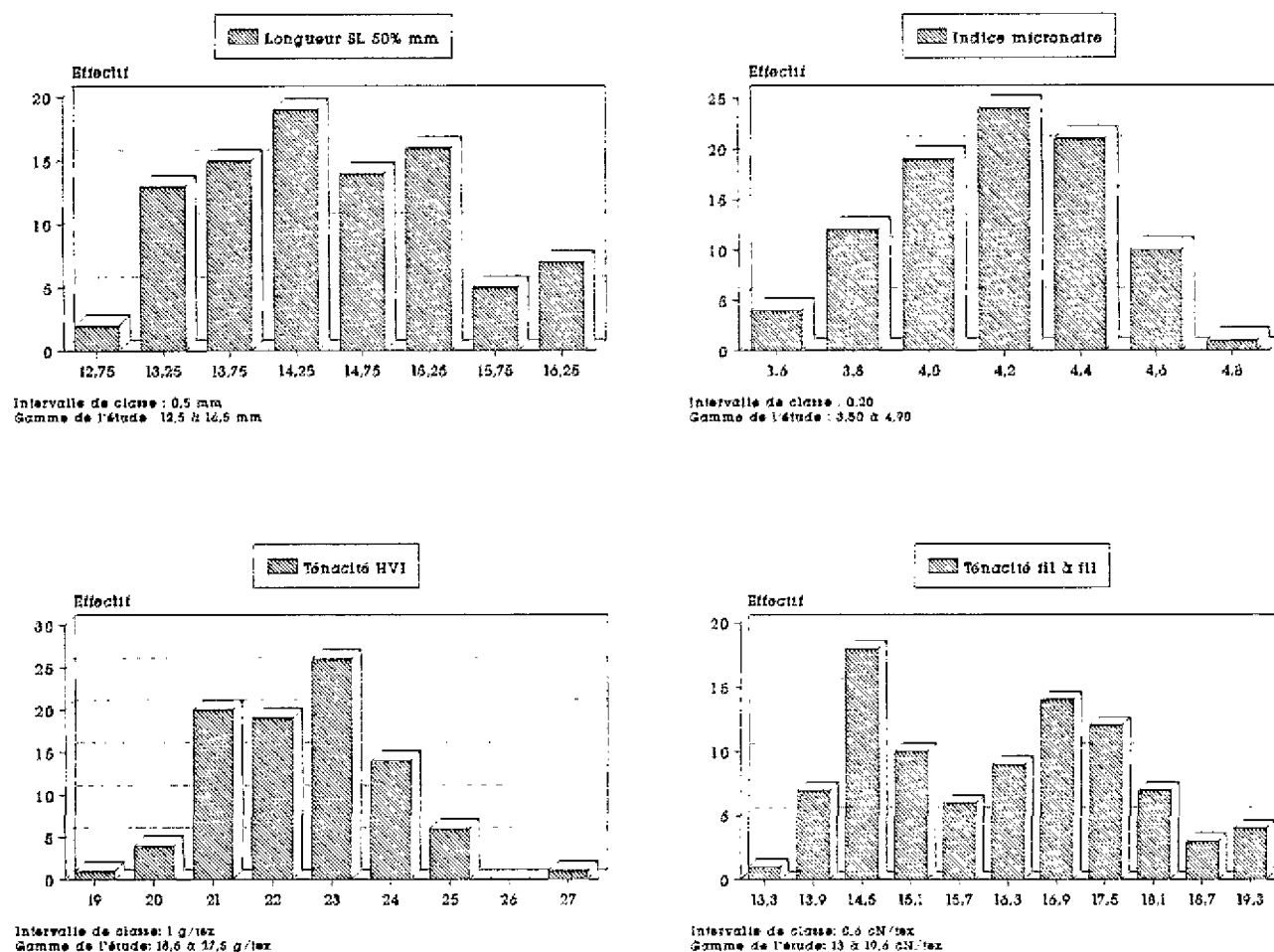


Figure 1
Distribution de quelques caractéristiques de la fibre et du fil : longueur SL 50 % (mm), indice micronaire, ténacité HVI et ténacité fil à fil.
Distribution of some fibre and yarn characteristics : 50 % SL (mm), micronaire, HVI strength and single end yarn strength.

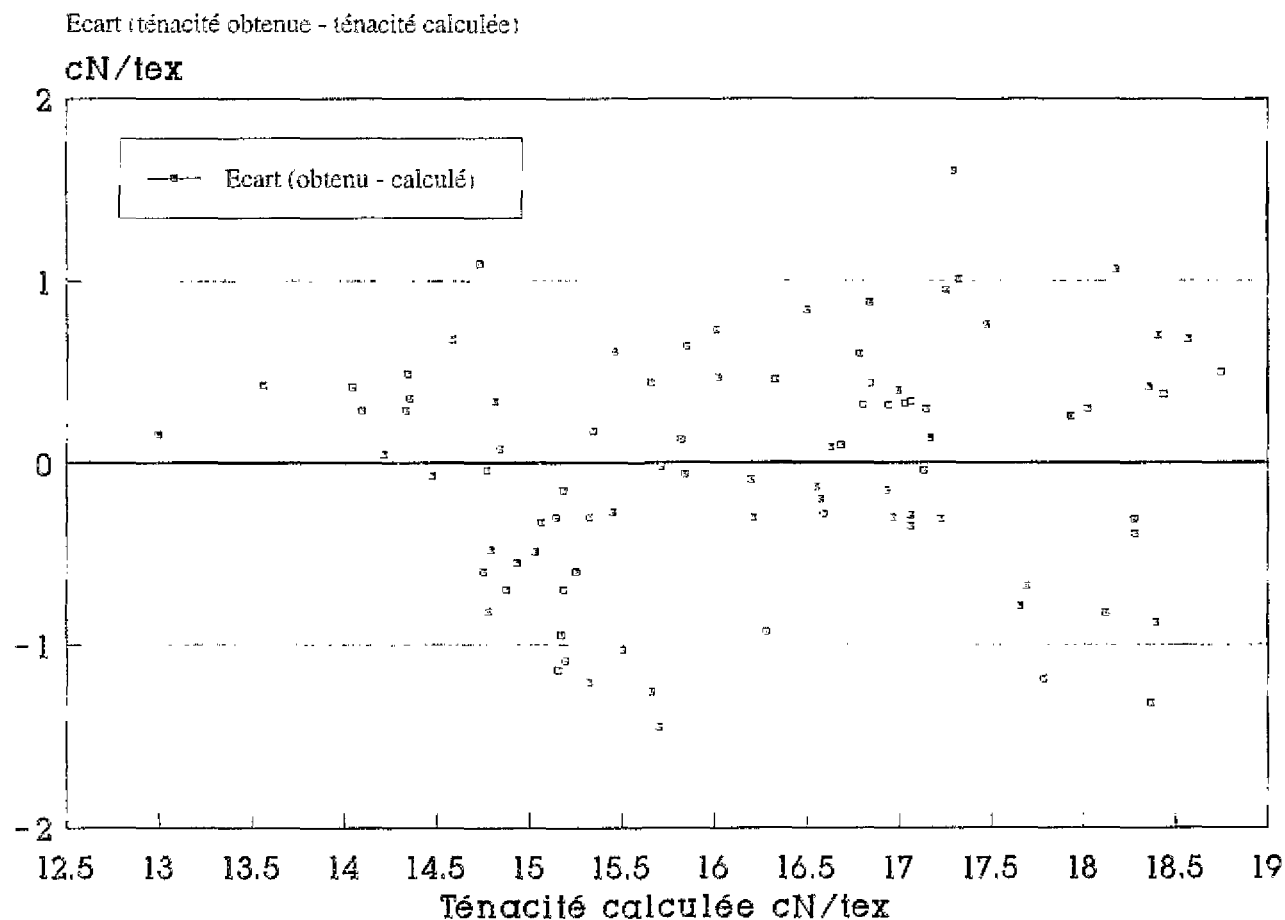


Figure 2

Comparaison entre les ténacités obtenues à l'Uster et les ténacités calculées.
Comparison of the strengths obtained on the Uster and calculated strengths.

En conclusion, il est possible d'obtenir une prévision satisfaisante de la ténacité du fil 20 tex (filature à anneaux) à partir de la longueur 50% *span length*, de la ténacité, mesurées à l'aide du module HVI ZUS 910B, et de l'indice

micronaire mesuré au FMT III. Les mêmes paramètres avaient également été sélectionnés pour la prévision de la résistance du fil à partir du fibrographe 530, du stéломètre et du FMT IB.

Références bibliographiques

EL SOURADI A.S., WORLEY S.J., STITH L.S., 1974. - The relative contribution of fiber properties to variation in yarn strength in Upland cotton, *Gossypium hirsutum*. *Tex. Res. J.*, 301-306.

FRYDRYCH R., 1991. - Evaluation de la résistance du fil à partir des caractéristiques technologiques de la fibre. *Coton Fibres Trop.*, 46, 3, 243-246.

GUTKNECHT J., 1984. - Prédiction de la résistance du fil en fonction de la longueur de la fibre. *Coton Fibres Trop.* 39, 2, 25-29.

PRICE J.B., 1983. - Research on fibre/yarn relationship. *Textile Topics*, 11, 10.

Yarn strength evaluation based on technological fibre characteristics obtained on HVI

R. Frydrych, J.-P. Gourlot

Abstract

Based on the technological fibre characteristics determined on the Zellweger Uster HVI line, a formula was established for evaluating single end yarn strength for a 20 tex yarn spun on a ring spinning. The yarn strength measurements used were made using an Uster Dynamat single end yarn dynamometer. The equation obtained is as follows:

Yarn strength cN/tex = $1.053 \times SL50 - 1.622 \times IM + 0.318 \times HVI$
strength + 0.505
 SL50, 50° span length in mm
 IM, micronaire
 HVI strength, HVI fibre strength in g/tex (calibration with International Calibration Cotton Standards).

KEYWORDS: cotton, fibre, yarn, ring spinning, yarn strength, HVI, FMT III.

Introduction

To determine the physical characteristics of cotton fibre, the use of rapid measurement or high volume instruments (HVI) is becoming increasingly common worldwide. The aim is to determine the technological fibre characteristics of the cotton fibres in each bale for cotton production as a whole.

Breeders and spinners have always wanted to be able to estimate yarn strength based on technological fibre characteristics (EL SOURADI *et al.*, 1974; PRICE, 1983; GUTKNECHT, 1984). Breeders need early selection criteria for evaluating yarn strength; spinners have to buy bales of cotton that correspond to the yarn they have to produce.

At CIRAD-CA in recent years, breeders have been using formulae for evaluating 27 tex (GUTKNECHT, 1984) or 20 tex yarn (FRYDRYCH, 1991). These formulae were established based on fibre characteristics determined using various instruments: the stelometer for tenacity (g/tex), the FMT1 for micronaire (IM), maturity and fineness and the 530 fibrograph for lengths.

For two years, the cotton technology laboratory has been using a Zellweger Uster 910B measurement line to analyze the fibre characteristics of samples taken from its varietal improvement programmes.

Material and methods

Fibre analysis

Lengths and strength were measured using a Zellweger Uster 910B line (software version 2.03), calibrated according to ICCS (International Cotton Calibration Standards). The cottons were opened and mixed by hand before measurement; six measurements were made per cotton.

Micronaire, maturity and fineness were measured using a Shirley Developments Ltd. FMT III. As there are no international calibration standards, we used the ICCS,

evaluated in our laboratory on an FMT IB, as a reference to calculate the micronaire, maturity and fineness correction factor.

The fibre analysis method involves:

- mixing and cleaning the fibre using an SDL preparer;
- two measurements per cotton.

All the technological fibre characteristics were measured at $65 \pm 2\%$ relative humidity at $22 \pm 1^\circ\text{C}$, after 24 hours' conditioning.

Yarn analysis

Before spinning, the cottons were mixed on an opener, then spun on a Shirley-Platt ring microspinner (20 tex). Ambient spinning conditions were 22°C and 50% relative humidity. Yarn strength was measured on an Uster CRL yarn by yarn dynamometer (80 breakages) at 65% relative humidity $\pm 2\%$ and at $21 \pm 1^\circ\text{C}$.

The evaluation of yarn strength based on fibre characteristics involved 91 *Gossypium hirsutum* species cottons. These cottons, ginned on a saw-type ginner, came from various production zones such as Burkina Faso, Benin, Togo and Mali.

Results and discussion

The main variables involved in yarn strength are given in table 1, and different distributions in figure 1. The 2.5% span length (SL) varied from 26.4 to 30.5 mm, 50% SL from 12.9 to 16.3 mm, micronaire from 3.5 to 4.8 and HVI tenacity from 18.8 to 26.7 g/tex. This range of characteristics clearly represents the variability of the *Gossypium hirsutum* cottons analyzed for varietal improvement programmes.

The simple correlations between yarn strength and the main fibre characteristics (table 2) were all statistically significant, exception for elongation. Taken individually, these variables do not provide a satisfactory prediction of yarn strength; several are required to provide a full explanation. A step by step multiple regression analysis, at a risk level of $\alpha = 5\%$ (probability on introduction and elimination) on all the fibre variables measured (table 2) led to the following equation:

$$\text{Yarn strength in cN/tex} = 1.053 \times \text{SL}_{50} - 1.622 \times \text{IM} + 0.318 \times \text{HVI strength} + 0.505$$

$$100 \times R^2 = 81.2\%$$

SL₅₀, 50% span length in mm
IM, micronaire index

HVI strength, HVI fibre strength in g/tex (calibration with International Calibration Cotton Standards).

The deviations between the strength values obtained on the Uster line and the calculated strength values are shown in figure 2.

The formula was checked on a range of 20 cottons from Paraguay, Madagascar and Senegal, tested under the same conditions. The coefficient of correlation between the strength values obtained with a yarn by yarn dynamometer and the predictions calculated based on selected fibre characteristics (50% SL, IM, strength) is:

$$R = 0.904$$

In conclusion, a satisfactory prediction of 20 tex fibre tenacity (spun on a ring spinning) can be achieved taking 50% span length and fibre strength measured using a ZUS 910B HVI apparatus, and the micronaire measured on an FMT III. The same parameters have also been selected to predict yarn strength using the 530 fibrograph, stelometer and FMT IB.

Evaluación de la resistencia del hilo a partir de las características tecnológicas de la fibra obtenidas en HVI

R. Frydrych, J.-P. Gouriot

Resumen

A partir de las características tecnológicas de la fibra obtenidas en la cadena HVI de Zellweger Uster, se ha establecido una fórmula de evaluación de la resistencia hilo a hilo, para un hilado de 20 tex realizado en hiladura de anillos. Las medidas de resistencia del hilo se han realizado con un dinamómetro hilo a hilo Dynamat de Uster. La ecuación obtenida es la siguiente:

Tenacidad del hilo cN/tex = 1,053 x SL₅₀ - 1,622 x IM + 0,318 x tenacidad HVI + 0,505
SL₅₀: 50% de la longitud «span length» en mm.
IM: índice micronaire.
Tenacidad HVI: tenacidad HVI en g/tex (calibración con *International Calibration Cotton Standards*)

PALABRAS CLAVE: algodón, fibra, hilo, hiladura de anillos, resistencia del hilo, HVI, FMT III.