

A. BARELLA

**Note sur l'application de la distribution de Weibull
aux essais de fatigue des matériaux textiles. Difficulté
d'interprétation des résultats**

Revue de statistique appliquée, tome 16, n° 2 (1968), p. 21-23

http://www.numdam.org/item?id=RSA_1968__16_2_21_0

© Société française de statistique, 1968, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Revue de statistique appliquée* » (<http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

NOTE SUR L'APPLICATION DE LA DISTRIBUTION DE WEIBULL AUX ESSAIS DE FATIGUE DES MATÉRIAUX TEXTILES DIFFICULTÉ D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

A. BARELLA

Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique, Barcelone

Depuis 1955 l'auteur de cette note a appliqué la distribution de Weibull aux essais de fatigue des matériaux textiles, notamment ceux de résistance à l'abrasion des fils et tissus, résistance aux extensions répétées des fils et résistance au pliage répété des tissus (références 1 à 15).

Outre l'application de cette distribution à des buts théoriques, l'auteur a envisagé aussi l'extension de celle-ci à la pratique industrielle, notamment à l'étude de quelques paramètres influant sur le comportement sur métier à tisser des fils encollés de laine peignée [8]. Finalement l'auteur a développé une technique très simple pour ajuster une distribution de Weibull théorique à des données expérimentales [10] [11]. Or, pendant ces études on a constaté que l'application pratique de la distribution de Weibull à ces essais offre, parfois, des difficultés qui nuisent à l'interprétation des résultats et limitent cette application dans le contrôle industriel.

Ces difficultés consistent dans l'apparition d'une ligne brisée lors de la représentation de la distribution sur le papier probabilistique de Gumbel ou Weibull.

Cette particularité a été spécialement discutée par Prevorsek et Lyons [16] d'une part et Sippel [17] [18] d'autre part. Les premiers attribuent le phénomène à la coexistence de deux mécanismes de rupture, tandis que Sippel affirme que le phénomène est général et que la non apparition des diagrammes en V n'est qu'une exception à la règle générale. Cet auteur a travaillé principalement sur des populations vivantes mais il affirme que dans les essais industriels de fatigue des phénomènes semblables doivent se produire. De nombreux auteurs considèrent que la rupture d'une éprouvette peut apparaître au cours de trois étapes : a) période de "jeunesse" ou "conditionnement mécanique" de courte durée, pendant lequel un certain nombre de ruptures peut être décelé s'il y a des points faibles congénitaux ; b) la période de "vie utile" ou "durée normale", généralement plus longue que celle précédente et c) période de sénilité ou "fatigue", variable d'après l'intensité du traitement subi par le matériau. L'étude et la considération conjointe des lois de probabilité correspondant à ces trois états [20] amènent à des expressions mathématiques qui peuvent expliquer l'allure brisée de la distribution lorsque celle-ci est représentée sur le papier de Weibull.

L'auteur a rencontré des distributions de cette sorte lors de l'étude de la résistance à l'abrasion et à des extensions répétées des fils encollés de coton [2] et de laine peignée [8], ainsi que dans l'étude de la résis-

tance aux extensions répétées de cette sorte de fils, avec la particularité de ce que l'apparition des diagrammes en ligne brisée est plus fréquente dans le cas des fils traités (encollés) que pour les fils non traités.

Lors de l'étude de la résistance à l'abrasion des tissus de laine peignée au moyen de quatre abrasimètres distincts et en mettant en jeu dix types d'abrasion [13] on a constaté aussi la présence des distributions en ligne brisée bien que seulement dans un certain nombre de cas, c'est-à-dire sans un caractère général.

Or, d'après Sippel [18] le facteur intensité de l'effet de fatigue conditionne l'apparition des diagrammes brisés en V et même la position du vertex dans ceux-ci. C'est pour cette raison que l'auteur a réalisé une expérience systématique en utilisant les mêmes trois abrasimètres qu'auparavant, en essayant cinq types d'abrasion et en établissant quatre degrés d'intensité de l'usure dans chaque cas [14]. Une expérience complémentaire fut réalisée vis à vis de la résistance du tissu aux pliages répétés (un seul appareil et quatre degrés d'intensité de la fatigue).

De ces expériences il ressort que dans trois des modalités d'abrasion essayées, le phénomène peut être interprété au moyen de la distribution normale, tandis que dans les deux restantes et dans le cas de la résistance aux pliages répétés, on retrouve les diagrammes en ligne brisée. Dans ces cas les hypothèses de Sippel sont tout à fait confirmées, en ce qui concerne la position et le déplacement des vertex d'après l'intensité de la fatigue subie par le matériau.

Le problème d'interprétation donc, subsiste ainsi que celui du choix du type de distribution le plus convenable. C'est évident que dans la pratique industrielle on ne peut pas songer à effectuer des essais comportant un très grand effectif car il s'agit de tests destructifs et demandant beaucoup de temps. Dans ces conditions et en tenant compte des remarques de Sippel [18], à savoir que lorsque l'effectif est limité il existe une indétermination par rapport à la forme réelle de la distribution, les erreurs jouant, dans quelques cas, un rôle si marqué que, dans la pratique une telle sorte de distributions peut être traitée comme si elles étaient gaussiennes ou quasi-gaussiennes (point confirmé dans nos expériences) ; on arrive à la conclusion que, dans la pratique industrielle, et dans la plupart des cas, bien que le phénomène étudié ne soit pas exactement décrit par la loi normale, l'approximation gaussienne est préférable à l'interprétation au moyen de la loi de Weibull.

C'est seulement dans les cas où l'approximation normale est mauvaise qu'on peut essayer la distribution de Weibull et, dans ce cas, il faut prendre des précautions au moment de l'interprétation si l'on constate l'apparition d'une distribution brisée.

Il semble logique, à des fins pratiques, de se borner à l'étude de la zone de la distribution correspondant aux temps courts de durée de vie.

REFERENCES

- [1] BARELLA A. - IIIe Congrès International de la Recherche Textile Lainière - Proceed - Vol. IV - 277 (1965).

- [2] BARELLA A. - Test. Res. J. - 35, 11, 1051-1053 (1965).
- [3] BARELLA A. - J. Test. Inst. - 56, 12, T665 - T674 (1965).
- [4] BARELLA A. - J. Text. Inst. - 57, 3, T132-133 (1966).
- [5] BARELLA A. - Zeitschrift gesamte für Textil Industrie 68, 495-501 (1966).
- [6] BARELLA A. - Annales scient. Text. Belges n° 3, 72-99 (1966).
- [7] BARELLA A. - Estadística de la fatiga de los materiales textiles A.I.T.A. Barcelona (1966).
- [8] BARELLA A. et BONA M. - Laniera - V. 81, 1, 13-22 (1967).
- [9] BARELLA A. - Ingen. Textil, 34, 219, 125-130 (1967).
- [10] BARELLA A. - J. Text. Inst 58, 2, 78-82 (1967).
- [11] BARELLA A. - Acero y Energia 24, 140, 88-96 (1967).
- [12] BARELLA A. - Revue I.T.R. - 57, 13-28 (1966).
- [13] BARELLA A. - Invest. e Inf. Textil, 11, 2 (1968).
- [14] BARELLA A. et GIBERT J.M. - IWTO Tech. Comm. Paris 1967.
- [15] BARELLA A. - (non publié).
- [16] PREVOSEK D. et LYONS J. - Text. Res. J. 35, 73 (1965).
- [17] SIPPEL A. - Arzneimittel Forsch. 15, 577-579 (1965).
- [18] SIPPEL A. - Material Prüfung 8, 139-144 (1966).
- [19] MORICE E. - Rev. Stat. Appliquée 14, 1, 45-126 (1966).
- [20] SCHUTZ R.A. et EXBRAYAT P. - Bull Inst. Text. France, 129, 255-274 (1966).