

LECLERQ, B., ITF, France

PRUDON, R., ESMERY CARON, France,

COMPORTEMENT EN TRACTION DES GEOTEXTILES EN FONCTION DE L'INCLINAISON RELATIVE DE L'AXE DE PRODUCTION PAR RAPPORT A L'AXE DE L'EFFORT

TENSILE STRENGTH BEHAVIOUR OF GEOTEXTILES WITH THE RELATIVE GRADIENT BETWEEN THE MACHINE DIRECTION AND THE STRESS DIRECTION

ZUGVERHALTEN DER GEOTEXTILIEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER RELATIVEN NEIGUNG DER PRODUKTIONSACHSE ZUR ACHSE DER AUFGEBRACHTEN ZUGSPANNUNG

Des essais de traction ont été réalisés sur des éprouvettes grande largeur de géotextiles tissés et nontissés. On compare les résistances obtenues pour les directions 30, 45, et 60° avec celles des sens production et travers. Pour les nontissés, la résistance à la rupture est la même pour toutes les directions ; pour les tissés, les résistances à la rupture dans les directions 30, 45, 60° sont 20 à 40 % plus faibles que pour les sens production et travers. Pour les tissés, on note également une diminution de 50 % pour le module.

Une équation permettant d'avoir la courbe effort-déformation pour une direction à partir de celle des sens production et travers est proposée pour les tissés.

Mechanical tests are been made on large samples of woven and nonwoven geotextiles. Tensile strenghts obtained with directions 30, 45 and 60° are compared with these of machine and cross direction. For nonwovens, tensile strenghts are same for all directions ; for wovens, tensile strenghts in the directions 30, 45, 60° are 20 to 40 % smaller than in machine and cross directions. For wovens, modulus are also 50 % smaller.

An equation giving the stress-strain curve for a direction from these of machine and cross direction is proposed for wovens.

1 - INTRODUCTION

On considère généralement que, du fait de leur mode de fabrication, les géotextiles tissés sont anisotropes alors que les nontissés sont isotropes. On en conclut alors que l'on doit trouver pour les tissés des variations importantes des caractéristiques mécaniques lorsque la sollicitation en traction n'est pas exercée dans le sens production ou dans le sens travers.

Les essais de tractions réalisés sur des éprouvettes communément utilisées dans les essais textiles traditionnels (largeur b = 5 cm, distance entre mors h = 20 cm) ont conduit à conforter cette affirmation. Cependant un examen plus approfondi de l'essai de traction fait apparaître qu'avec ces éprouvettes lorsque l'angle α fait, par le sens de l'effort de traction et le sens de production de l'éprouvette, est supérieur à 15°, les fils pincés dans une des mâchoires ne peuvent pas l'être dans l'autre. Un essai effectué dans de telles conditions conduit alors à une mesure de la résistance au glissement des fils parallèles au sens production entrecroisés avec ceux parallèles au sens travers.

Par contre, si l'essai de traction est réalisé sur des éprouvettes de largeur b = 50 cm et de distance entre mors h = 10 cm, comme dans la norme française NF G 38-014, des fils seront toujours pincés entre les deux mors. Si l'on fait alors des essais de traction où le sens de l'effort fait un angle α avec le sens production, on aura des essais de rupture des éprouvettes et non des essais de glissement des fils.

Dans le cadre de ce travail sont présentés les résultats des essais effectués sur des géotextiles tissés et nontissés avec des angles effort de traction/sens production de 30°, 45° et 60°.

2 - ECHANTILLONS

Les essais ont été réalisés sur trois nontissés référencés NT1, NT2, NT3 dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau 1 et sur cinq tissés référencés A1, A2, A3, A4, A5 dont les caractéristiques sont rassemblées dans le tableau 2. Les armures des tissés A2, A3, A4 sont des croisés 2.2 alors que celles des tissés A1 et A5 sont des toiles.

TABLEAU 1 Caractéristiques des nontissés

	Nature du polymère	Mode de liage	Masse surfacique en g/m ²	Epaisseur en mm
NT1	Polyester	Thermolié	200	0,5
NT2	Polypropylène	Thermolié	195	0,5
NT3	Polyester	Aiguilleté	270	2,3

3 - METHODES D'ESSAI

Les essais suivant les directions production, travers, 30°, 45° et 60°, ont été réalisés suivant la norme NF G 38-014.

Les dimensions des éprouvettes sont :

- largeur : 50 cm
- hauteur entre pinces : 10 cm

La vitesse de traction est de 50 cm/mn.

TABLEAU 2 Caractéristiques des tissés

	Fils chaîne			Fils trame			Masse surfacique	Epaisseur
	Nbre/cm	Titre en Tex	Nature	Nbre/cm	Titre	Nature		
A1	5,7	114,5	Laminettes PP	5,6	120,5	Laminettes PP	134	0,45
A2	9,5	120	Laminettes PP	9,2	111	Laminettes PP	222	0,84
A3	23,6	74,8	Monofilament PE	10,3	115,7	Multifilament PET	305	0,7
A4	18,8	75,2	Monofilament PE	13,4	75,9	Monofilament PE	252	0,75
A5	5,4	232,7	Lames fibrillées PP	4	275,7		245	

TABLEAU 3 Résistance et allongement à la rupture des géotextiles

	Sens production		Sens travers		30°		45°		60°	
	F en KN/m	All. %	F en KN/m	All. %	F en KN/m	All. %	F en KN/m	All. %	F en KN/m	All. %
NT1	12,9	36,9	12,6	35,7	12,6	34,3	12,7	36,7	12,9	35,3
NT2	14,3	49,6	13,5	49,1	12,7	34,1	13,3	39,8	13,3	37,1
NT3	23,2	33,8	20,0	31,7	22,4	32,2	20,6	32,4	21,1	31,8
A1	29,7	21,1	26,3	14,7	21,7	14,4	21	14,5	21,1	11,9
A2	47	22	39	19,5	28,8	18,2	29,4	19	26,3	15,1
A3	69	30	71	20,5	46,2	30	41,8	32,5	48	38,5
A4	51,3	37,1	44,5	31,4	32,6	42,6	33,6	42,3	29,6	36,9
A5	56,9	17,2	47,3	16,5	39,3	11,6	35,3	14,8	35,0	12,9

4 - RESULTATS

Pour chacun des échantillons et pour chacune des directions, cinq éprouvettes ont été testées. Les valeurs moyennes de résistance de rupture et d'allongement de rupture correspondant à ces essais sont rassemblées dans le tableau 3. Sur la figure 1, sont matérialisées les valeurs de résistance pour chacune des directions. Il apparaît nettement que les géotextiles nontissés ont des résistances sensiblement égales dans toutes les directions. Pour les matériaux tissés on enregistre, pour les directions 30°, 45° et 60°, une diminution de la résistance comprise entre 20 et 40 % par rapport au sens production ou au sens travers. Ces résultats montrent bien la différence de comportement entre des essais effectués sur des

bandes dont le rapport $\frac{b}{h}$ est égal à $\frac{1}{4}$ (fig. 2) (1,2) et des éprouvettes dont le rapport $\frac{b}{h} = 5$. Ils confirment les essais obtenus par VAN LEEUWEN avec un essai bidirectionnel (3). Le diagramme des allongements de la figure 3 indique également une bonne conservation de l'allongement dans toutes les directions. L'ensemble des résultats traduits par les figures 1 et 3 fait ressortir que les matériaux tissés, malgré le caractère anisotrope de leur construction, possèdent une stabilité directionnelle tout à fait acceptable.

Les modules, considérés comme l'effort à 100 % d'allongement et exprimés en KN/m, ont été déterminés sur les courbes expérimentales (tableau 4). On peut considérer

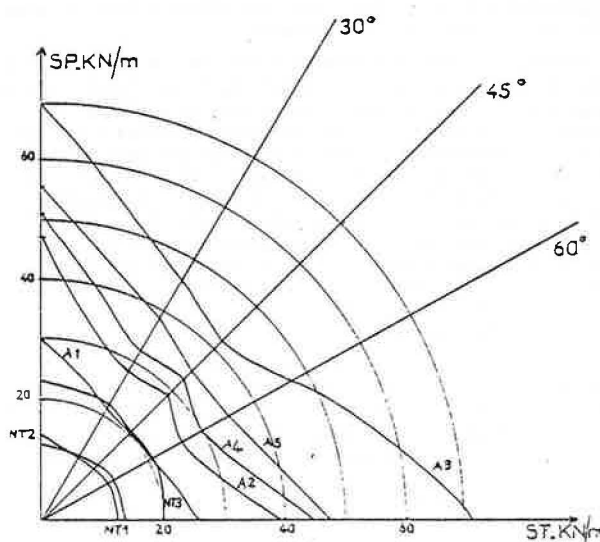


Figure 1 - Diagramme des résistances mécaniques

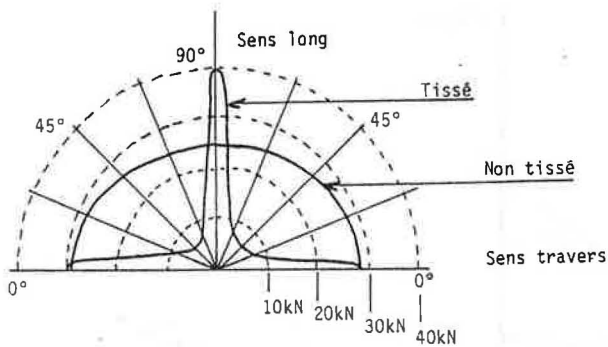


Figure 2 - Diagramme des résistances mécaniques avec une éprouvette de 5 cm de largeur

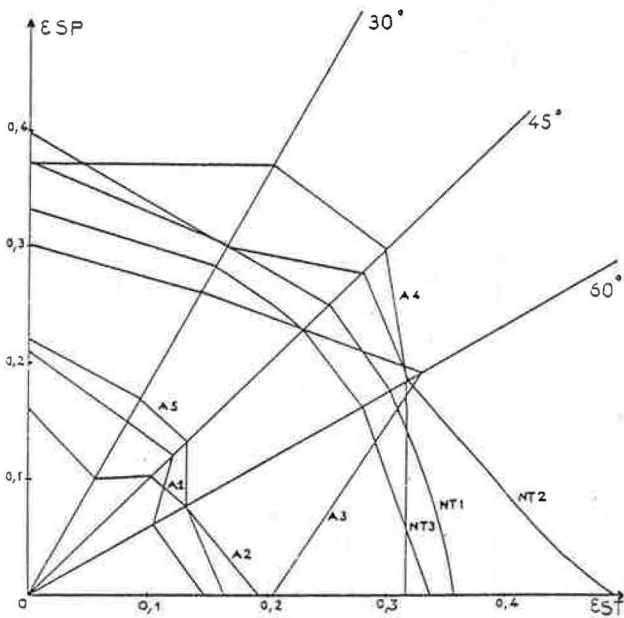


Figure 3 - Diagramme des allongements

que les nontissés ont le même module dans toutes les directions alors que pour les tissés on note pour les directions 30, 45 ou 60°, une réduction de l'ordre de 50 % du module par rapport à ceux des sens production ou travers.

5 - CALCUL DE LA FORCE DE RUPTURE DANS UNE DIRECTION DONNEE

Considérons une éprouvette de largeur b_0 et de hauteur h_0 dont la direction du sens production fait un angle α avec le sens de traction (fig. 4) (4). Lorsque sous une force F , la hauteur h_0 de l'éprouvette devient h , les longueurs des fils sens production et sens travers qui, initialement, étaient respectivement p_0 et t_0 , deviennent respectivement p et t . Donc pour une déformation ϵ_h telle que $h = h_0 (1 + \epsilon_h)$, les fils production et travers ont respectivement subi des déformations ϵ_p et ϵ_t telles que :

$$p = p_0 (1 + \epsilon_p)$$

$$t = t_0 (1 + \epsilon_t)$$

TABLEAU 4 Module des géotextiles en KN/m pour un allongement de 100 %

	Sens production	Sens travers	30°	45°	60°
N1	135	130	102	104	116
N2	150	139	130	150	136
N3	55	55	60	50	50
A1	98	95	50	50	55
A2	110	110	55	57	55
A3	88	140	60	60	62
A4	54	75	30	38,5	41
A5	158	150	100	75	90

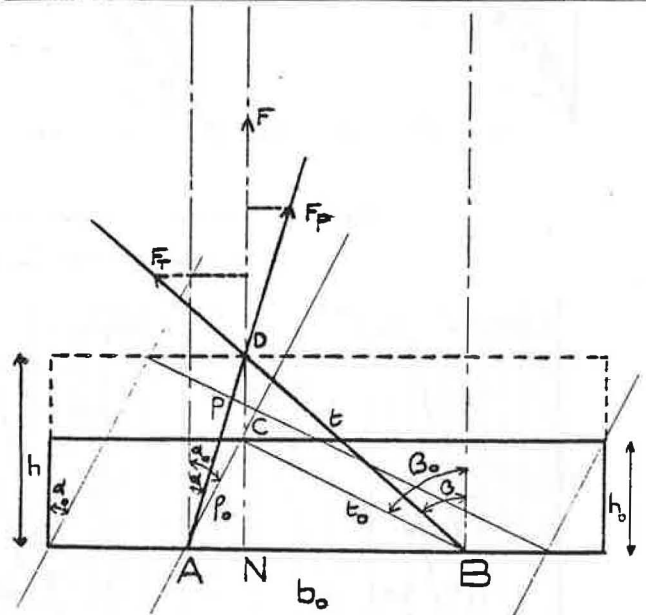


Figure 4 - Eprouvette $\frac{b_0}{h_0} = 5$ soumise à un essai de traction

Soit F_{ϵ_p} la force nécessaire pour obtenir une déformation ϵ_p dans le sens production d'une éprouvette de largeur b_0 et F_{ϵ_t} celle nécessaire pour obtenir une déformation ϵ_t dans le sens travers d'une éprouvette de largeur b_0 .

Sous l'action de la force F , les fils sens production sont soumis à une force $F_p = \frac{b}{b_0} \times F_{\epsilon_p}$, tandis que les fils sens travers sont soumis à une force $F_t = \frac{b'}{b_0} \times F_{\epsilon_t}$; b est la largeur correspondant aux fils sens production pincés entre les mors, b' est celle correspondant aux fils sens production dans les mêmes conditions.

$$On a donc F = \frac{b}{b_0} F_{\epsilon_p} \cos \alpha + \frac{b'}{b_0} F_{\epsilon_t} \cos \beta \quad (1)$$

α étant l'angle des fils sens production avec le sens de l'effort pour une déformation ϵ_y , β étant celui des fils sens travers avec le sens de l'effort dans les mêmes conditions.

En admettant que le sens production et le sens travers de l'éprouvette soient perpendiculaires, on peut écrire que :

7B17

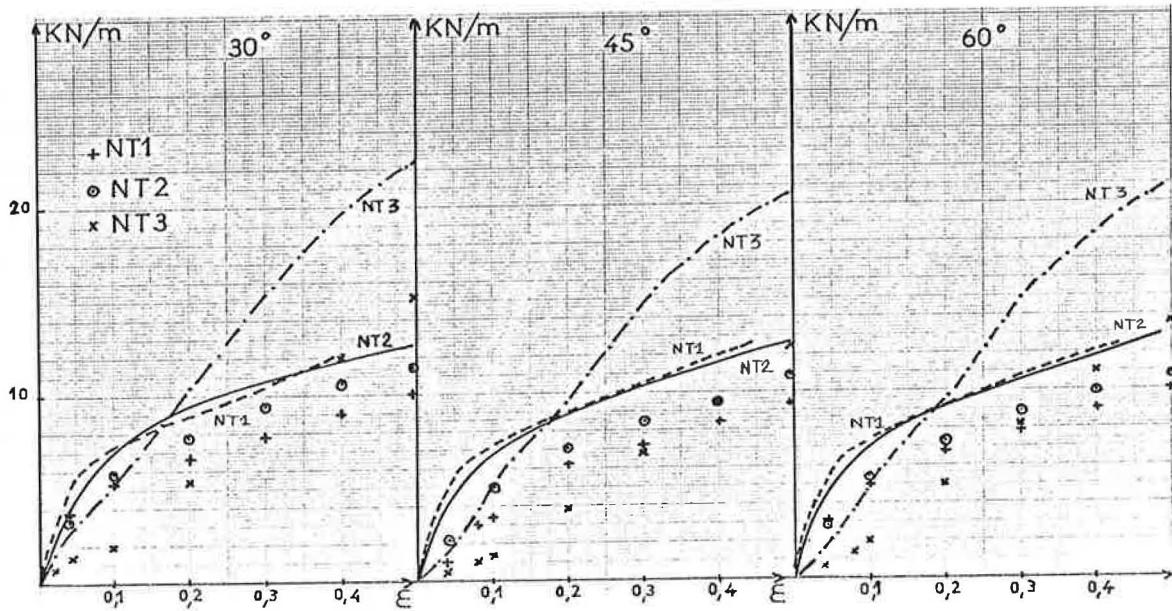


Figure 5 - Nontissés. Courbes expérimentales et points calculés

NT1 ---, + ; NT2 —, ○ ; NT3 - · -, x .

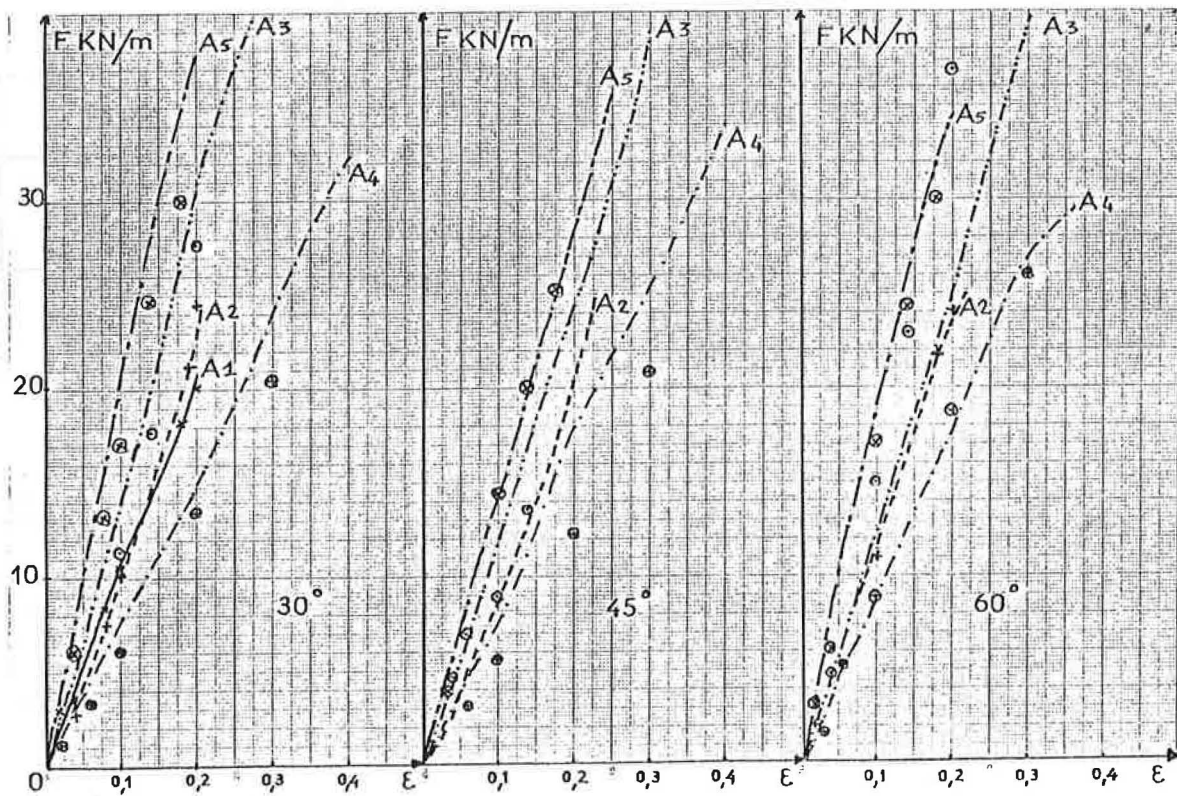


Figure 6 - Tissés. Courbes expérimentales et points calculés

A1 —, x ; A2 ---, + ; A3 - · -, ○ ;
A4 - - - , ⊕ ; A5 - - - , ⊗ ;

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha_0}{(1 + \varepsilon_p)^2}} \quad \text{et} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha_0}{(1 + \varepsilon_t)^2}}$$

$$\text{avec } \varepsilon_p = \sqrt{(1 + \varepsilon_y)^2 \cos^2 \alpha_0 + \sin^2 \alpha_0} - 1$$

$$\text{et } \varepsilon_t = \sqrt{(1 + \varepsilon_y)^2 \sin^2 \alpha_0 + \cos^2 \alpha_0} - 1$$

A partir des courbes force/allongement obtenues expérimentalement pour les sens production et les sens travers, il doit donc être possible d'obtenir théoriquement les courbes force/allongement pour chaque angle fait par le sens production et le sens de l'effort. Sur les figures 5 et 6 sont tracées en ligne continue les courbes expérimentales pour les directions 30, 45 et 60°. Les points correspondant aux valeurs calculées sont matérialisés par des signes.

A partir de la figure 5, on constate que pour les géotextiles nontissés il n'y a pas adéquation entre les courbes expérimentales et les points correspondant aux valeurs calculées. Par contre, pour les matériaux tissés (fig. 6), on peut constater une bonne corrélation entre les courbes expérimentales et les valeurs calculées. Connaissant le comportement d'un géotextile tissé en sens travers et en sens production on peut, à l'aide de l'équation (1), avoir une bonne idée de son comportement dans une direction quelconque.

6 - CONCLUSIONS

Lors des essais de traction sur éprouvette large, qui sont représentatifs du comportement in situ des géotextiles, les nontissés ont la même résistance et le même module dans toutes les directions ; pour les tissés on note une diminution de 20 à 40 % pour la résistance et de 50 % pour le module par rapport au sens production et au sens travers.

A partir des courbes effort/déformation des sens production et travers, l'équation 1 permet d'obtenir les courbes effort/déformation des tissés dans les autres directions.

REFERENCES

- (1) Delmas, Ph., "Sols renforcés par géotextiles", Thèse Docteur Ingénieur, Université de Grenoble, 1979
- (2) Giroud, J.P., Perfetti, J., "Essais de traction sur les géotextiles. Analyses et commentaires", Conférence sol et textile, Pomezia, 1978
- (3) Van Leeuwen, J.H., "Nouvelles méthodes pour déterminer le comportement sous tension des textiles tissés et nontissés au laboratoire et dans la pratique", Colloque international sols-textiles, Paris, 1977, p. 299
- (4) Martin, E., "Festigkeit und kriechen von geotextilien" Mittex, 4/82, p. 148