

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 81 (1955)  
**Heft:** 21-22: École polytechnique fédérale Zurich: centenaire 1855-1955, fasc. no 2

**Artikel:** Fibres de verre + plastic = vetroplastic  
**Autor:** Grand d'Hauteville, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61384>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

appelées Elna-discs, d'exécuter automatiquement des travaux pratiques et décoratifs très variés, tels que point perlé, petit cordon, reprise décorative, point passé plat, surfilage, tricot, boutonnères, boutons, ornements.

On peut utiliser soit un Elna-disc simple actionnant automatiquement la largeur des points, soit un Elna-disc double actionnant automatiquement la largeur des points et le transport du tissu.

Chaque machine est équipée de

6 Elna-discs simples et de  
4 Elna-discs doubles.

De nombreux autres Elna-discs simples ou doubles peuvent être achetés en supplément.

Ces Elna-discs permettent à l'Elna Supermatic de dépasser de loin les possibilités des machines à coudre zigzag, qui ne livrent la plupart du temps que des points de remplacement, alors que l'Elna fournit d'une façon entièrement automatique le point idéal pour chaque genre de travail.

## FIBRES DE VERRE + PLASTIC = VETROPLASTIC

E. GRAND D'HAUTEVILLE, ingénieur E.P.F., Lausanne

Cette simple formule est la clef d'un matériau nouveau aux propriétés remarquables, dont les possibilités d'utilisation n'ont pas fini de nous étonner. On a déjà écrit beaucoup sur ce sujet ces deux ou trois dernières années — certains articles techniques bien documentés ainsi que d'autres, malheureusement, qui le sont moins. Efforçons-nous donc de séparer le bon grain de l'ivraie et de résumer le problème de façon objective.

Avant toute autre chose, détruisons la légende selon laquelle : « Il suffit à n'importe qui, d'un pot de résine Polyester, de quelques mètres de tissus en fibres de verre, d'un pinceau et d'une paire de ciseaux pour fabriquer une carrosserie d'automobile ou un bateau en plastique... »

Il faut, en outre, ... beaucoup de persévérance, passablement d'ingéniosité et un capital suffisant.

Admettons que vous possédiez tout cela et décidiez de vous lancer : Comment faire ? Quels produits et quel procédé de fabrication choisir ?

Il y a une multitude de résines Polyester sur le marché, car, contrairement à ce qui se passe avec la plupart des autres résines, l'utilisateur ne se trouve pas ici, devant « une résine », mais devant une « famille de résine ». En effet, les Polyester sont le résultat d'une condensation de di-acides avec des di-alcools et naturellement leur nombre est fonction de toutes les combinaisons possibles, de tous les di-alcools et di-acides connus, c'est-à-dire un nombre extrêmement grand. Il en va de même pour les résines Ethoxylines.

C'est ainsi qu'il ne sera pas utilisé pour une carrosserie automobile la même résine que pour une cuve de frigidaire, ou un isolant électrique, un bateau, etc.

Ce qui est vrai pour la résine, l'est aussi pour la fibre de verre, laquelle peut être utilisée sous forme de fibres parallèles sans torsion « Rovings » ou de fils coupés et entremêlés comme un feutre « Mats » et « Préformes », ou encore de tissus divers à choisir suivant les pièces à fabriquer et les sollicitations auxquelles elles devront faire face. Pour une pièce donnée, résine et genre de fibres de verre seront en outre différents selon le procédé de fabrication choisi ; ce choix étant fonction lui-même du nombre de pièces à fabriquer, de la cadence de production demandée et des moyens à disposition.

Le procédé de fabrication est, d'autre part, déterminant pour la construction du moule. Il nous paraît donc logique de considérer, pour commencer, les différents procédés de fabrication actuellement en usage :

1. Le « *hand lay up* » est employé pour la fabrication des pièces isolées ou prototypes. Les frais d'outillage sont réduits à un minimum, car un moule simple en bois ou en plâtre suffit.

On utilise des résines avec durcisseur et accélérateur polymérisant à froid et, de préférence, trois couches de fibres de verre d'épaisseurs appropriées, soit une couche de tissu Verranne ou de Mat relativement épaisse (1 à 2 mm) prise en sandwich entre deux couches de tissu Silionne de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur.

Ce procédé demande le maximum de main-d'œuvre (débullage) et ne permet guère de sortir plus d'une pièce en 48 heures. Seule la surface de l'objet en contact avec le moule est lisse et il faudra, par conséquent, utiliser un moule mâle pour la fabrication d'une baignoire, tandis que celle d'un bateau exige un moule femelle, sans quoi le travail de ponçage et de finissage sera considérable. En « *hand lay up* » il est difficile d'obtenir des laminés dont le pourcentage de poids du verre dépasse 25 à 30 %.



Fig. 1. — Fabrication d'une coque de bateau en « *hand lay up* » (Carrosserie Schoelly, Hauterive, Neuchâtel).

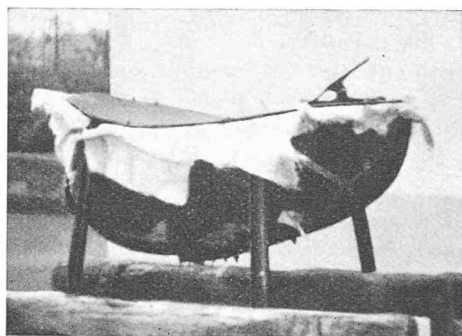


Fig. 2. — Moule métallique avec couvercle pour la fabrication en « bag molding » de capots pour triporteurs.

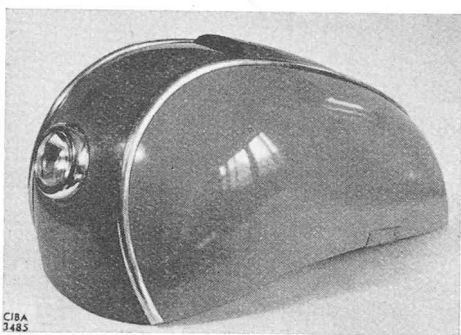


Fig. 2a. — Le capot terminé ne se distingue pas de ceux en métal, mais il est plus résistant aux chocs, plus léger et moins cher (Carrosserie Wyss, Wetzikon, Zurich).

2. Le « bag-molding » ou procédé avec sac de caoutchouc est dérivé du précédent. Comme son nom l'indique, on utilise un sac de caoutchouc, d'alcool de polyvinyl ou autre produit semblable, en guise de contre-moule. Selon le cas on emploiera une pompe à pression ou à vide ou les deux conjointement.

Le « bag-molding » permet d'améliorer considérablement le fini de la seconde surface et d'augmenter le pourcentage de poids de verre et par suite la résistance en traction et en flexion. Si on travaille avec vide seulement, le moule pourra être positif ou négatif et il ne sera pas nécessaire de le renforcer. La pression du sac reste, en effet, toujours inférieure à  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Le sac sous pression, par contre, permet de monter à 2, voire  $3 \text{ kg/cm}^2$ . Il n'est utilisé qu'avec moule femelle et soumet le moule à des efforts importants. Il est donc nécessaire de le renforcer de façon adéquate pour empêcher qu'il ne se déforme. Le moule sera construit en tôle d'acier ou d'aluminium, suffisamment épaisse, ou en plastique renforcé. Dans ce dernier cas, la résine sera de préférence une éthoxyline (Araldite) et la fibre de verre sous forme de tissu Verranne lourd, dont il faudra plusieurs couches. Le « bag-molding » convient pour les pièces de moyennes et grandes dimensions à fabriquer en petites séries (50-500 pièces). Correctement appliqué, ce procédé permet d'obtenir économiquement des pièces pratiquement exemptes de bulles et dont le

pourcentage du poids de verre sera de l'ordre du 40 %.

On pourra le plus souvent se contenter d'une seule couche de tissu Silionne et d'une couche de tissu Verranne ou de Mat.

### 3. Moulage avec moule et contre-moule non chauffés

Ce procédé permet d'obtenir des pièces dont les deux surfaces sont également lisses. Les moules peuvent être en tôle de fer ou d'aluminium ou encore en Vetroplastic. Le serrage se fait généralement au moyen de serre-joints. Il est possible de raccourcir considérablement le temps de polymérisation si l'on dispose d'une étuve ou d'un four chauffant à environ  $110^\circ \text{ C}$ .

Un fabricant suisse, Stella, à Bassecourt, utilise ce procédé pour la fabrication de meubles de jardin et atteint une production de l'ordre de 50 pièces par jour avec six moules.

Ce procédé est aussi celui le plus fréquemment employé pour la fabrication des tôles ondulées connues en Suisse sous les noms de Well-Scobalit et Polywell.

### 4. Moulage à la presse chauffante

C'est évidemment le procédé le plus industriel. Il permet de sortir 10 à 15 pièces à l'heure. La pression la plus favorable se situe entre  $15$  à  $20 \text{ kg/cm}^2$  pour les résines dites de contact ou à basse pression (Polyester et Ethoxylines). Les résines thermo-durcissables par polycondensation, par contre, (résines phénoliques, mélamine, etc.) exigent, comme on sait, des pressions considérablement plus élevées, de l'ordre de  $200 \text{ kg/cm}^2$ .

L'utilisation de moule double (moule et contre-moule) permet dans la plupart des cas, et particulièrement lorsqu'une très grande solidité n'est pas nécessaire, de n'utiliser pour le renforcement que des produits non tissés : Mats ou Préformes, dont le prix de revient est moins élevé que celui des tissus. Les valeurs de la résistance à la traction et à la flexion que l'on peut raisonnablement attendre, seront de l'ordre de  $10$  à  $15 \text{ kg/mm}^2$ . Néanmoins, si des qualités de résistance très élevée sont demandées et que le poids doit être maintenu le plus bas possible (aviation, fusées téléguidées, etc.), on choisira de préférence des tissus Silionne à armure spéciale comme panama ou satin de huit. On parvient ainsi à atteindre un pourcentage de poids de verre de 50 et même 60 % et des résistances à la trac-

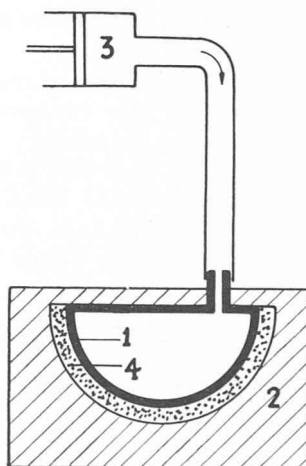


Fig. 3. Schéma représentant le « bag molding » avec vessie sous pression :

1. Vessie ou sac.
2. Moule femelle enforcé.
3. Pompe.
4. Fibres de verre et résine.

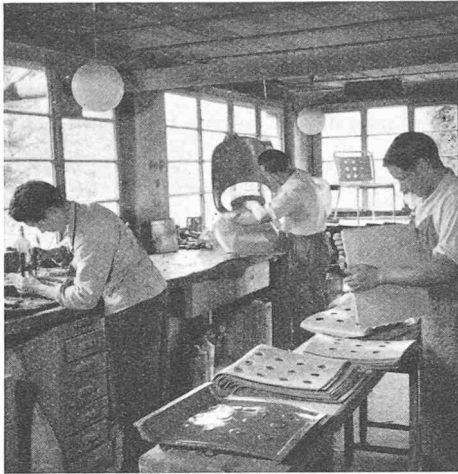


Fig. 4. — Moulage de placets de chaises « Stella » avec moule et contre-moule non chauffés, aux Ateliers E. Studer, Laufon.

tion et à la flexion de l'ordre de 25 à 40 kg par mm<sup>2</sup>, soit environ le double qu'avec les mêmes tissus moulés sans pression en « hand lay up ».

#### 5. Laminage en continu

Il existe enfin un certain nombre de procédés de fabrication mis spécialement au point dans des buts bien déterminés comme : fabrication de tubes, de joncs et barres profilées, en partant de Rovings ; de tôles planes et ondulées jusqu'à 2 mm d'épaisseur en partant de « Mats » ou de fils coupés, etc. La description détaillée de ces fabrications, qui n'entrent qu'exceptionnellement en ligne de compte pour notre pays, sort toutefois du cadre de cet article.

Considérons plutôt d'un peu plus près les différents produits de renforcement offerts sur le marché et leur fabrication.

#### Fabrication de la fibre de verre textile

La fibre de verre textile est obtenue à partir de billes de verre de compositions spéciales (Boro-silicates) appropriées aux différentes utilisations. La fabrique de Lucens qui travaille selon les mêmes procédés qu'aux



Fig. 5. — Moulage à la presse chauffante de calottes de casques « Looping » (Clématéite S. A., Vallorbe).

Etats-Unis, qu'en France, en Allemagne et en Angleterre en utilise cinq qualités distinctes. La présentation sous forme de billes calibrées facilite les maintenances et permet une alimentation régulière des machines de fibrage. Le fibrage s'obtient par fusion à haute température (1150-1200° C), dans des fours filières en platine.

Les fibres sont produites dans l'une des deux formes classiques de fibres continues, dénommées Silionne par analogie avec la rayonne ou de fibres discontinues, dénommées Verranne par analogie avec la fibranne.

A la sortie du four, le verre en fusion s'écoule par les trous de la filière. Ceux-ci, au nombre de plusieurs centaines ont un diamètre de l'ordre du millimètre.

La Silionne est obtenue dans le titre voulu par étirage mécanique des filets de verre qui s'écoulent de la filière, à l'aide d'un tambour tournant à très grande vitesse. La Silionne est fabriquée normalement dans les diamètres de 5-7 et 9 μ (millièmes de millimètre) et la Verranne dans des diamètres variant entre 7 et 8 millièmes de millimètre.

Le diamètre ( $d$ ) de la fibre est fonction du diamètre  $D$  de l'orifice de la filière, de la viscosité  $\eta$  du verre en fusion et de la longueur  $x$  de la veine jusqu'à l'endroit où le verre s'est solidifié et ne s'étire plus.

La viscosité  $\eta$  est elle-même fonction de la température et la longueur  $x$  de la vitesse d'étirage.

Les fibres de verre textile sont plus fines que toutes les autres fibres naturelles ou synthétiques actuellement connues. Pour en donner une idée, mentionnons simplement qu'une quantité de 2200 grammes de fibres 5μ suffirait pour faire tout le tour de la terre.

Avant de s'enrouler sur le tambour, les fibres de Silionne reçoivent un ensimage qui a pour but de coller entre eux les brins d'un même fil et de les revêtir d'une pellicule lubrifiante, facilitant les opérations ultérieures.

La Verranne, elle, est obtenue par étirage des filets de verre s'écoulant de la filière, au moyen d'un jet d'air comprimé, dont la turbulence brise les fibres à des longueurs comprises entre 5 et 80 cm. Ces fibres tombent en pluie sur un tambour en traversant un brouillard d'ensimage qui a pour but de donner aux fibres du « crochet » et, comme pour la Silionne, de les revêtir d'une pellicule lubrifiante.

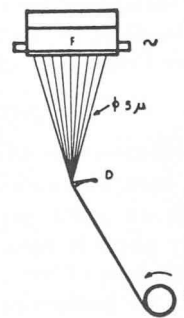


Fig. 6. — Fabrication par étirage mécanique de la Silionne.  
F. Four-filière.  
D. Doigt d'ensimage.  
B. Broche.

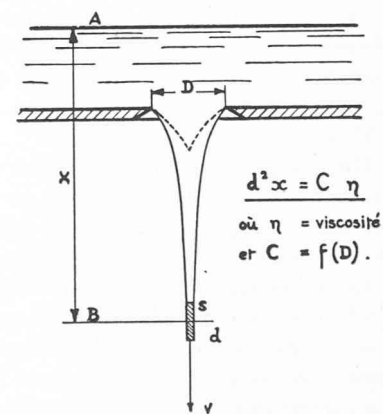


Fig. 7. — Forme de la veine au moment de l'étirage.

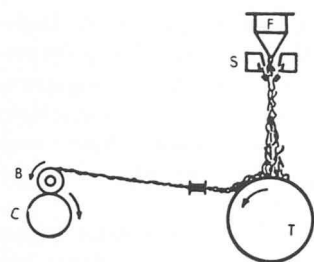


Fig. 8. — Fabrication de la Verranne.

- F. Four-filière.  
S. Souffleurs.  
T. Tambour perforé.  
B. Bobine.

La Silionne et la Verranne sont toutes deux aptes à passer par toutes les opérations habituelles de filature (retordage, câblage, bobinage, etc.) et de tissage.

Il est à noter que les fils de verre ne se nouent pas. Le raboutage se fait au moyen d'une colle spéciale, à séchage instantané.

Les fils de Silionne, ainsi que les mèches et fils de Verranne sont désignés par leurs numéros métriques (Nm), c'est-à-dire le nombre de kilomètres contenus dans un kilogramme de fil. Par exemple : 1 kg de fil Nm 90 contient 90 km de fil.

La gamme des fils Silionne va du titre 180 au titre 2,5. Celle des mèches de Verranne, avec ou sans torsion va de Nm 0,5 à Nm 5 et enfin celle des fils Verranne, simples et retors, de Nm 24 à Nm 1.

Pour le renforcement des résines — ou plastiques — le Verre Textile est présenté sous diverses formes bien déterminées, dont les appellations, déjà mentionnées ci-dessus, correspondent aux caractéristiques suivantes :

#### « Roving »

On désigne par ce nom des fils Silionne 9  $\mu$  sans torsion, Nm 28 ou 30, assemblés à 60 bouts en parallèle et vendus sous forme de pelote d'un poids d'environ 15 kg, se dévidant par l'intérieur. Ils sont toutefois également livrables à la demande avec 8, 12, 20 ou 30 bouts et présentés sous forme de bobines d'environ 5 kg sur tubes carton, pour déroulage par l'extérieur. Les fils Roving peuvent s'employer en continu, comme une sorte de ruban ou alimenter une machine de coupe dite « Cutter ».

#### « Chopped Strands »

Ce sont des fils Silionne 9  $\mu$ , Nm 28 à 30, identiques à ceux dont sont faits les Rovings, mais coupés en longueurs de 6, 12,5, 25 ou 50 mm. Les coupes de 6 et 12,5 mm s'utilisent généralement mélangées aux résines de coulage, tandis que celles de 25 et 50 mm servent à la fabrication des Mats et des Préformes.

#### « Mats »

On désigne ainsi des « matelas » ou « feutres » de fils de verre coupés et agglomérés par un liant ou cousus comme un tapis selon un procédé mis au point par Bigelow et dont cette sorte particulière porte le nom.

Les mats agglomérés par un liant, dits mats « CSM », Uniformats ou Stratimats sont utilisés de préférence pour les pièces planes ou de formes développables. Les épaisseurs les plus courantes sont de 1 1/2, 2 et 3 mm qui correspondent aux poids de 450 g, 600 g et 900 g/m<sup>2</sup> respectivement. Il en existe cependant de plus minces et de plus épais. La largeur standard est de 120/125 cm, mais d'autres dimensions peuvent être faites.

Tandis que les mats CSM et Stratimats peuvent être moulés sans pression en « hand lay up », les mats Bigelow, à haute déformabilité, qu'on utilise de préférence pour les pièces profondes et galbées nécessitent un contre-moule. Ils se prêtent bien également pour le « bag-molding ».

L'application, de beaucoup la plus importante, des mats est, et restera sans doute, la fabrication des tôles ondulées translucides.

#### « Préformes »

Il s'agit en fait d'un procédé qui s'inspire de la fabrication des chapeaux de feutre, plutôt que d'un produit. Il en résulte une sorte de mat, en forme, fabriqué au fur et à mesure par l'utilisateur lui-même, au moyen d'une machine spéciale qui comprend un « cutter » à roving, une chambre de préformage avec table tournante et un puissant ventilateur d'aspiration. Les marques de préformeuses les plus répandues sont : « Brenner », « Turner » et « Busch ». Outre la préformeuse proprement dite, il faut une étuve pour polymériser l'agglomérant (résine Polyester liquide ou en poudre) qui est ajouté aux fils coupés à la sortie du « Cutter ». Les préformes sont toujours façonnées à la presse chauffante. Il va de soi, en effet, que ce procédé n'est avantageux que pour la fabrication, en grande série, de pièces galbées et profondes, telles que casques de protection, par exemple.

#### Tissu Silionne et Verranne

Comme nous l'avons déjà mentionné, une gamme de tissus de contextures très variées a été mise au point pour satisfaire à toutes les exigences des mouleurs. Bornons-nous à mentionner les armures : toile ou tafetas, panama, serge, satin, fausse marquisette, unidirectionnelle et « à haut module ». Si l'on considère que chacun de ces types de tissu est fabriqué en différentes épaisseurs à partir de fibres de 5, 7 ou 9  $\mu$ , on comprendra qu'on arrive à un total de plus de cent sortes différentes. Faire le bon choix n'est pas chose facile pour le débutant.

#### Finish

Comme nous l'avons vu plus haut, les fils Silionne et Verranne sont revêtus d'une pellicule lubrifiante appelée ensimage. Or tout produit gras nuisant à l'adhérence de la résine sur le verre, il faut les éliminer lorsque les tissus sont destinés au renforcement des plastiques. Ceci peut se faire de deux façons :

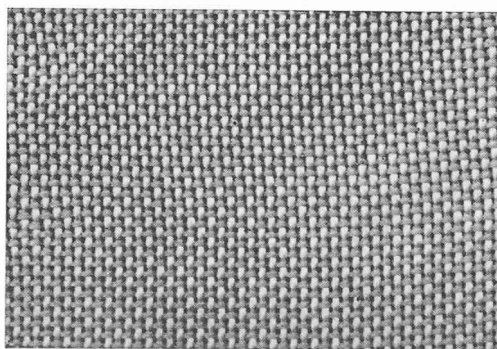


Fig. 9. — Tissu Vetrotex n° 374 armure toile pour couches de surface.

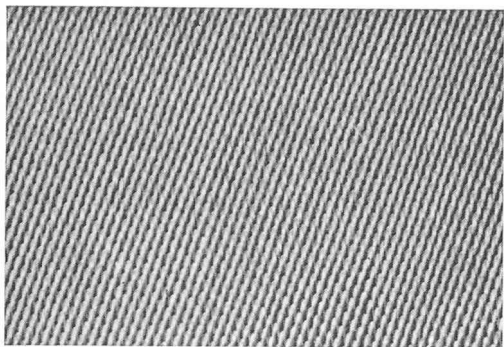


Fig. 10. — Tissu Vetrotex n° 281 armure satin de huit pour laminés à haute résistance en traction et flexion.

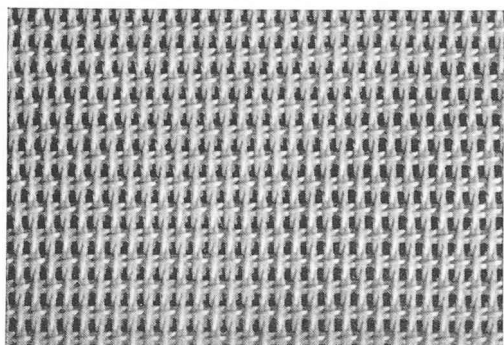


Fig. 11. — Tissu Vetrotex n° 276, armure fausse marquise pour pièces soumises à des efforts de cisaillement.

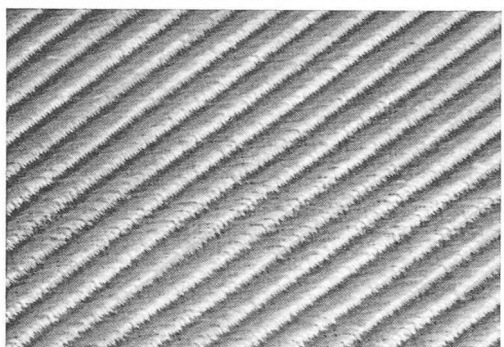


Fig. 12. — Tissu Vetrotex n° 229 armure sergée à haute déformabilité pour pièces profondes.

- a) par lavage chimique, ce qui a l'avantage de ne pas nuire à la solidité de la fibre, respectivement des tissus, mais coûte relativement cher ;
- b) par chauffage dans un four jusqu'à ce que l'ensimage soit complètement brûlé.

Les résines Polyester adhèrent relativement bien sur le verre ainsi traité, à sec. Mais si le complexe est exposé à l'humidité, les résistances en flexion baissent de façon non négligeable et pour employer le terme anglais consacré : le « wet strength retention » n'est que de l'ordre de 60 %. Cette valeur peut être améliorée au moyen de produits adéquats à base de sels de Chrome ou de Silanes. Les plus connus sont : le Volan A, le Garan et le « 136 ». De nouveaux « finish » encore supérieurs sont actuellement à l'étude, simultanément en Amérique, en France et à l'Usine de Lucens de Fibres de Verre S. A.

Il va de soi qu'il faut choisir un « finish » différent, selon l'espèce de résine utilisée. Admettons qu'on ait déterminé le procédé de fabrication, la résine, la sorte de mats ou de tissus et enfin le « finish » les mieux appropriés, il reste encore bien des causes de déboires : temps trop froid (au-dessous de 14° C la résine durcit mal) ; mats et tissus insuffisamment secs (il est préférable de toujours les sécher au four avant l'usage) ; tissus gras (en raison de manipulations avec des mains sales) ; résine vieillie, etc. (attention aux produits qui ne proviennent pas directement de la fabrique).

Comme nous l'avons dit au début de cet exposé, il faut beaucoup de persévérance pour réussir dans le métier des plastiques renforcés, mais c'est un métier passionnant !

#### BIBLIOGRAPHIE

- M. TOUSSAINT : *Le verre textile*. Le Monde industriel, 81<sup>e</sup> année, n° 502 (1954).
- N. G. NEUWEILER : *Plastiques à base de fibres de verre, un matériau de l'avenir*. Ind. industr. n° 615 (1954).
- J. GAULIS : *Caractéristiques et fabrication des textiles de verre utilisés comme isolants en électrotechnique*. Bull. S.E.V., vol. 39 (1948), n° 8.

## LES TEXTILES SYNTHÉTIQUES FACE A LA LAINE ET AU COTON

par HUBERT RIGOT, ingénieur EPF, SIA

A une époque où les filateurs sont harcelés de demandes de parties<sup>1</sup> d'essai en fil synthétique et où bonnetiers et tisserands multiplient leurs recherches dans cette direction, il peut être intéressant de faire le point et d'examiner les tendances qui se font jour dans l'industrie textile.

<sup>1</sup> On désigne sous le nom de « partie » une quantité de matière, de fibre et de coloris déterminés.

Le grand public est souvent rebuté par la terminologie complexe de ces nouvelles fibres. Disons pour rassurer chacun, qu'il est fréquent qu'un fabricant en visite d'information chez un filateur se voie offrir une nouvelle fibre synthétique « gonflante », ou « nerveuse » ou encore « au toucher laineux », mais que le même filateur reste généralement coi quant aux propriétés et à la constitution chimique de la fibre.