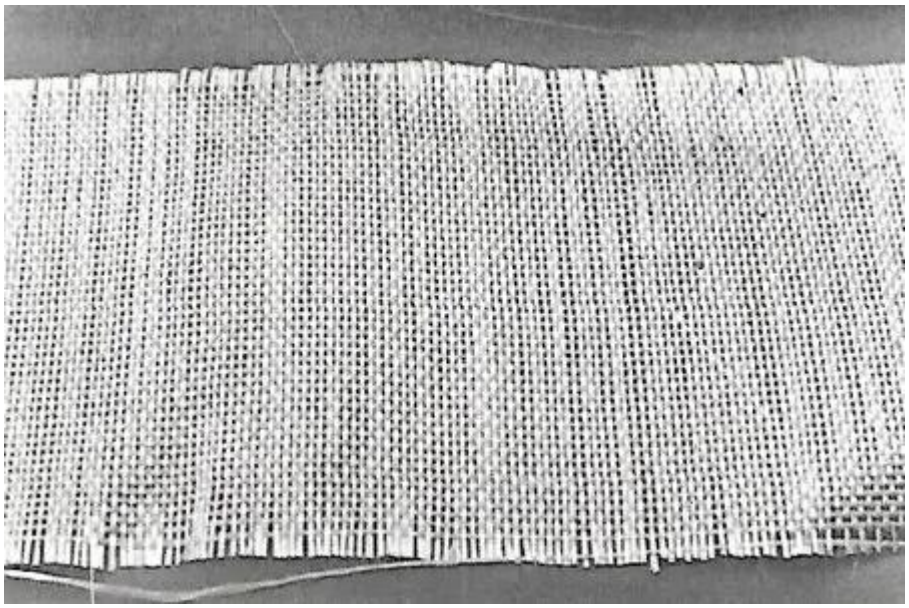
CONSTRUIRE « EN PLASTIQUE »

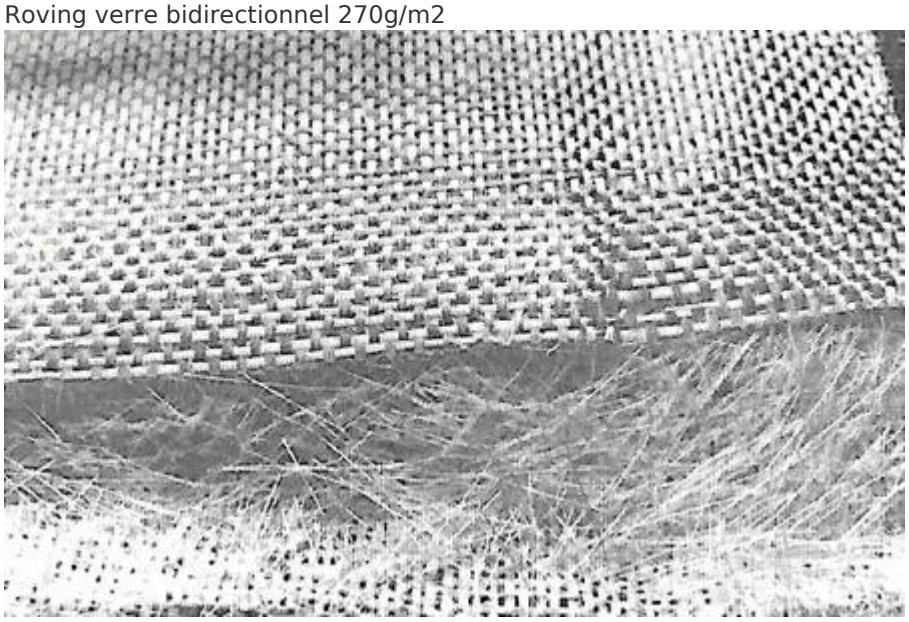
Les résines ne constituent pas la principale source de résistance d’un stratifié. Ceci bien entendu ne signifie pas que leur choix est sans importance, bien au contraire ! Toutefois, elles restent avant tout un liant et la solidité réside en premier lieu dans la mise en œuvre des renforts tissus et fibres qui entrent dans la structure d’un matériau composite. Celle-ci revêt deux aspects : le choix des tissus et leur disposition.

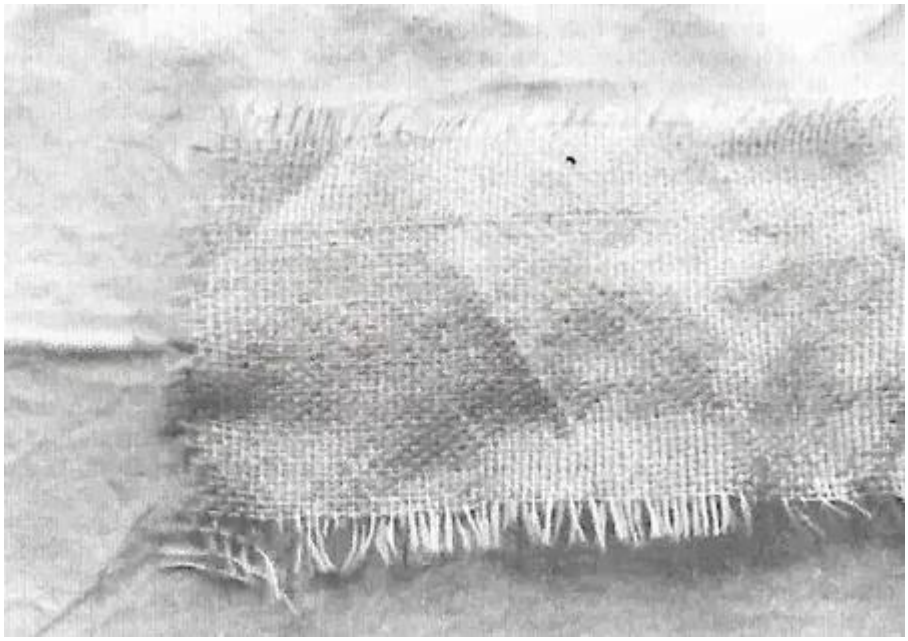
## LE CHOIX DES TISSUS

En plasturgie amateur appliquée à la construction d’aéronefs, nous utiliserons surtout 3 sortes de tissus :

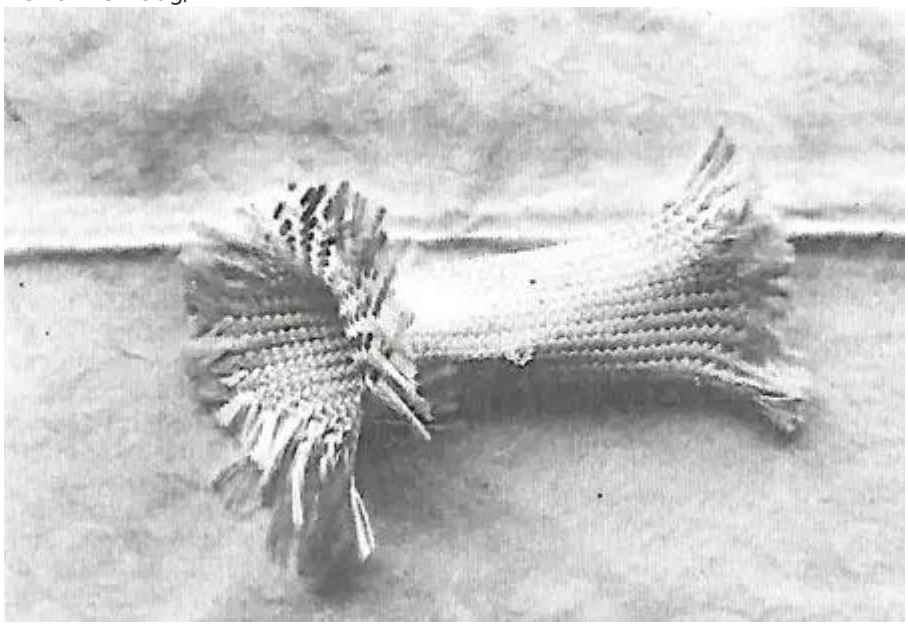
- le roving unidirectionnel ;
- le roving bidirectionnel ;
- les satin, mat, verranne, et subsidiairement les serges.


Roving verre bidirectionnel 270g/m2

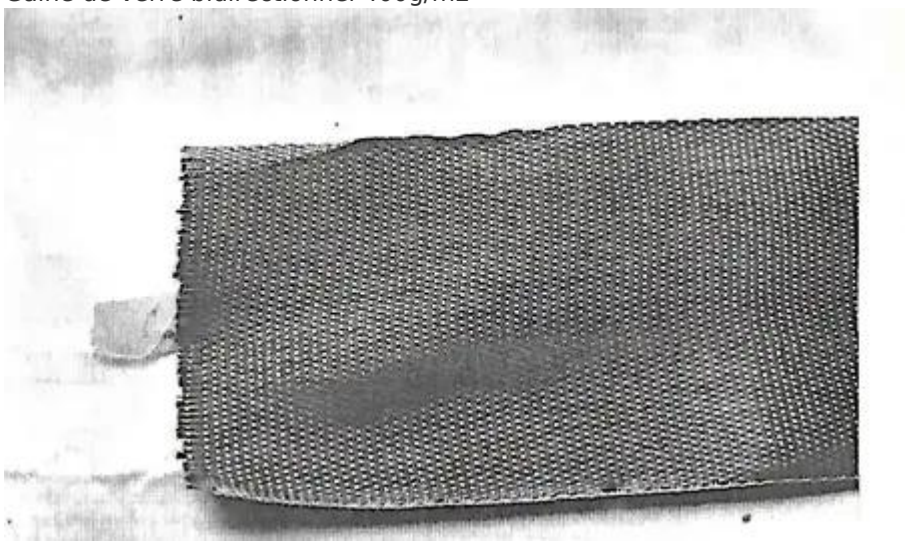

Mat de verre 300g/m2 et roving verre bidirectionnel 300g/m2



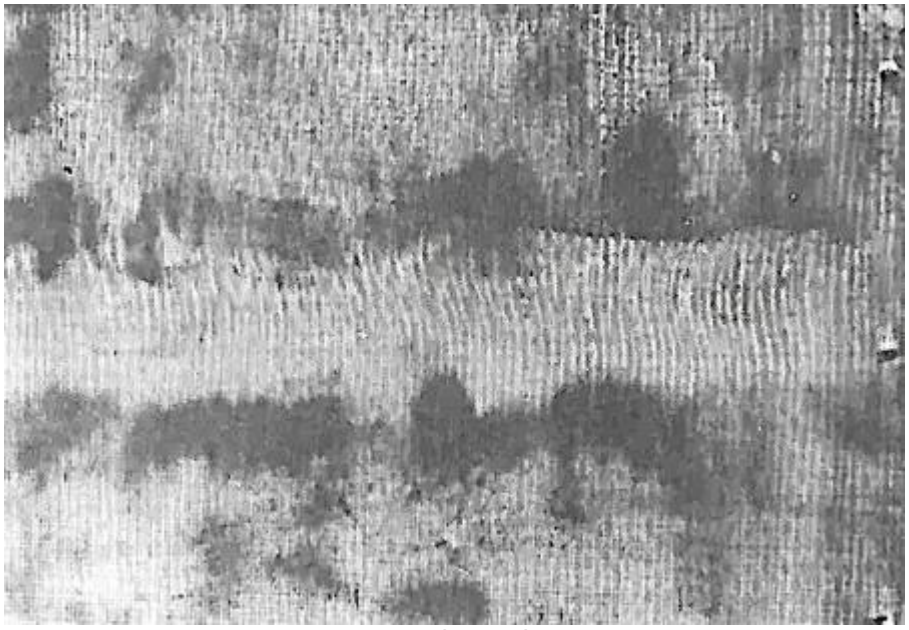
Verranne 400g/m2

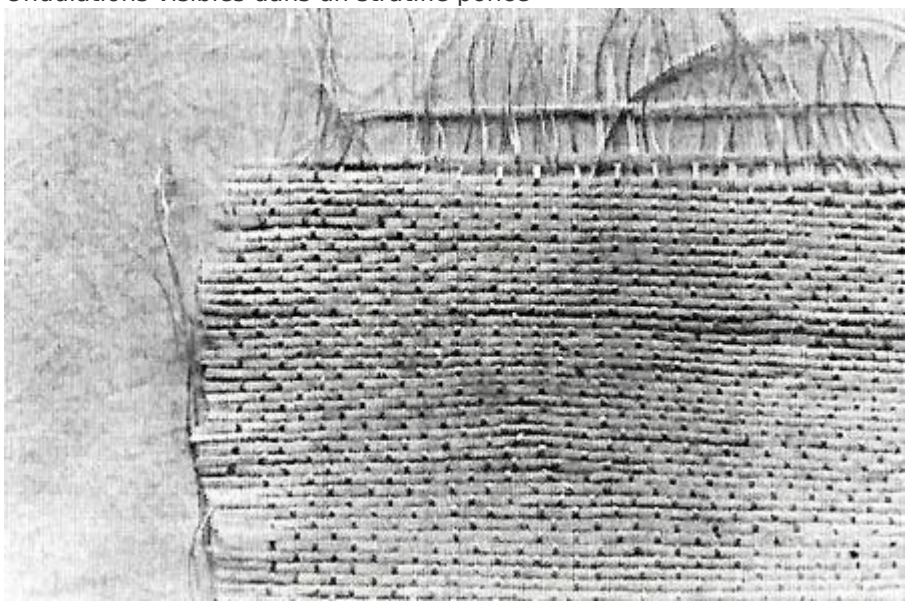


Gaine de verre bidirectionnel 400g/m2



Ruban unidirectionnel carbone


Ondulations visibles dans un stratifié poncé


Tissu de verre unidirectionnel 420g/m2

Le grammage de ces tissus sera compris entre 170 et 330 g/m², au-delà l'imprégnation peut devenir délicate. Ces tissus devront être nécessairement compatibles avec les résines employées. En d'autres termes cela signifie que l'ensimage des fils sera approprié aux résines époxy ou polyester utilisées à froid et au contact (25 °C environ).

En général les tissus vendus dans le commerce le sont tous et n'appellent pas à ce titre d'observation particulière. Il n'y a donc pas de souci à se faire de ce côté.

**LE MAT DE VERRE**

Nous ouvrirons une parenthèse concernant ce type de tissu trop souvent employé à mauvais escient. En effet ce renfort est peu onéreux mais c'est là son avantage principal. Ces fibres sont, en raison de leur faible résistance mécanique, beaucoup plus des tissus industriels et de remplissage que destinés à des stratifications solides.

Par ailleurs la consommation de résine des mats de verre s'établit environ à 3 fois le grammage du tissu ! C'est-à-dire 20 à 30 % maximum de poids en verre dans une polymérisation ! Sans compter les déboires lors de la disposition et du mouillage.

Pourtant nous ne rejetons pas ce tissu, il est très avantageux de l'utiliser en première couche sur un support mousse et en tissu de liaison avec la résine polyester. Pourquoi ? Les mousses lors du dépôt de résine, sont

grandes consommatrices (un peu comme le bois). Si nous commençons par un renfort léger, genre roving 270 g/m², il y a des chances non négligeables pour que cette première couche présente à court terme un manque de mouillage. Le liquide sera plus ou moins passé dans les cellules de la mousse.

En utilisant en première peau un mat de verre, celui-ci constituera une « réserve » et garantira notre stratification contre le risque de décollement.

**LE KEVLAR – LE CARBONE**

Actuellement beaucoup de constructeurs amateurs ont tendance à rêver kevlar et carbone, certes ces deux produits sont alléchants, principalement pour leur rapport résistance/poids. Nous ne parlerons pas du prix qui reste élevé bien que ces tissus permettent à l'usage une certaine économie (toute relative) de résine.

À notre sens l'usage du kevlar au niveau amateur (précisons bien) ne semble pas du tout évident pour le moment. Ce tissu résiste mal aux efforts en compression, est difficile à imprégner, difficile à couper après stratification. Son usage actuel est surtout industriel et en grande partie sous forme de tissus préimprégnés et prédécoupés. Les polymérisations réclament, pour une mise en œuvre efficace, de gros moyens (four hyperbare à 100° sous 10 à 15 b de pression, etc.). Ce n'est tout de même pas un avis rédhibitoire quant à son utilisation, soyons logiques...

**COMPOSITION**

Suivant les contraintes, la forme ou l'aspect des pièces, il peut se révéler avantageux de diversifier les tissus en épaisseur. Prenons comme exemple une voilure sandwich.

La mousse support étant du polystyrène extrudé ou du polyuréthane, nous disposerons en première couche une verranne légère (100 g/m²) ou, si nous sommes riches, un mat de carbone (c'est plus léger). La seconde et troisième couche sera constituée de roving verre bidirectionnel 170 à 270 g/m² et les dernières d'une à deux couches de tissu unidirectionnel léger 170 g ou d'un kevlar. Ce dernier travaillant bien à la flexion et présentant une résistance au choc excellente se trouvera ici pleinement justifié.

Ceci n'est qu'un exemple, tout dépend de l'endroit de l'aile, des efforts, etc. Mais à priori, dès l'instant où l'ensimage est adapté, le tissu correctement disposé en sens, rien ne s'oppose à des combinaisons tendant vers l'optimum.

Si nous utilisons une résine polyester, celle-ci possède un pouvoir de liaison entre deux couches moins évident que les époxy. Il devient alors intéressant d'intercaler dans ce cas un mat léger entre les couches de roving. Celui-ci, comme pour la primaire sur la mousse, constituera une « réserve » et les efforts en compression seront d'autant mieux absorbés.

**LA VERRANNE**

Il s'agit d'un tissu ressemblant grossièrement au roving mais d'aspect laineux. Sa résistance mécanique se situe à mi-chemin entre celui-ci et le mat. L'intérêt de la verranne provient du fait qu'elle possède à la fois les avantages du mat sans les inconvénients. Elle est excessivement déformable, grosse consommatrice de résine (2 à 3 fois son poids au m²) mais assez résistante aussi bien en chaîne qu'en trame. Par contre l'ébullage n'est pas toujours évident car les mèches sont constituées de fils torsadés.

La verranne peut, elle aussi, être utilisée en couche de liaison ou primaire (200 g/m² environ). À notre avis, il vaut toujours mieux utiliser une verranne légère (100 à 200 g/m²) qu'un mat de même grammage. À masse identique le travail est plus aisé et le résultat présente de meilleures garanties de solidité.

**LES GAINES**

Ce sont également des tissages mais un peu particuliers puisqu'ils se présentent comme des sortes de chaussettes de différents diamètres et excessivement malléables.

On trouve des gaines croisées à 45° bidirectionnelles, en verre, carbone ou mixtes, également des gaines

croisées mais avec tissage intérieur unidirectionnel, etc. Les gaines de verre en particulier représentent le moyen idéal pour confectionner des tubes de très grande qualité même au niveau amateur et ceci sans aucune difficulté particulière à un prix de revient assez modique.

Cette affirmation reste toutefois limitée à des diamètres inférieurs à 100 mm. Au-delà le tissage n'est plus adapté à ce genre de travaux mais s'adresse au domaine industriel.

Nous aurions tendance à placer le carbone amateur entre le verre et le kevlar bien que son prix soit encore plus élevé (environ 800 F le kg). Toutefois nous leur faisons un reproche commun : difficiles à bien imprégner. Ces deux tissus, en outre, nécessitent d'être parfaitement tendus car s'il subsiste des ondulations dans l'arrangement des fils, tout le bénéfice sera perdu !

Kevlar et carbone seront toutefois très appréciés lorsqu'il sera nécessaire d'opposer une grande résistance mécanique à l'impact et en stratification sous vide, mais nous y reviendrons.

## DISPOSITION DES TISSUS ET CHOIX

La disposition et le choix des tissus est une opération importante ; de leur mise en œuvre dépendra en grande partie la résistance d'ensemble du produit final. On cherchera toujours à les disposer suivant les lignes d'efforts, fils rectilignes sans ondulation ni déchirure. Nous reviendrons à ces notions lors de nos propos consacrés à la mise en œuvre.

Comme nous l'avons expliqué pour les résines, l'achat des tissus constitue un acte important. Les caractéristiques mécaniques doivent être connues afin de respecter au mieux le programme d'efforts auxquels ils seront soumis. Vous constaterez par exemple que malgré l'appellation bidirectionnel ces tissus ne sont pas toujours bien équilibrés en chaîne et trame.

Pour un roving bidirectionnel 270 g/m² (verre), la résistance chaîne est de 40 daN/mm² pour une résistance trame de 32 daN/mm².

Celui-ci est excellent mais nécessite d'être disposé dans le sens de la longueur de manière à profiter au maximum de 40 daN (flexion).

Nous terminerons ce paragraphe en notant l'existence de tissus unidirectionnels dans lesquels les différences en chaîne et trame sont beaucoup plus marquées.

Dans un roving unidirectionnel 170 g/m² (verre) on trouvera une résistance chaîne de 35 daN/mm² et une résistance trame de 12 daN/mm². Certains possèdent des caractéristiques chaîne jusqu'à près de 800 daN/mm². Un tel tissu peut être astucieusement disposé en dernière couche, celle qui, en théorie, travaille le plus.

## CONSERVATION DES TISSUS

Une attention toute particulière sera portée à la conservation des tissus. Ceux-ci doivent rester dans leur emballage d'origine, être stockés dans des locaux exempts au maximum d'humidité. Un tissu qui a été mouillé par l'eau sera considéré comme perdu…

***Se méfier également des bombes insecticides et de tous aérosols. Éviter également de toucher les fibres avec les doigts de manière à ne pas déposer les graisses de la peau.***