

CINQ POINTS SUR LES VOILES À MEMBRANE

Les voileries proposent dans leur catalogue des produits dits "à membrane" qui équipent aujourd'hui tous les voiliers de compétition. Qu'est-ce, au juste ? Nous avons essayé d'en savoir plus en questionnant fabricants et voiliers.

EN TERMES DE PERFORMANCES, la priorité d'une voile est un compromis entre son poids et sa stabilité dimensionnelle. L'histoire de la membrane aurait débuté en 1987 avec le Class America Stars & Stripes US 55, quand l'équipe du 12MJI américain a essayé de renforcer la structure tri radiale de ses voiles (inventée en 1983 sur le fameux Australia). Ce type de structure est certes intéressant mais il n'y avait pas de continuité de fibres, ni entre les laizes (morceaux de tissus découpés et assemblés avec des coutures) ni au niveau des pointes triangulaires. Afin de les renforcer, des bandes de tissu continu ont été disposées de la drisse vers l'écoute. Ces bandes - appelées des "tapes" - sont le début de l'esprit des "fibres continues" émanant des points d'attache de la voile. Dans le même temps, les Américains ont eu l'idée de croiser les panneaux sous forme de bande au niveau de l'écoute. Ainsi, plutôt que découper en pointe les laizes, ils les superposaient pour que la densité augmente à mesure qu'on se rapproche de l'ocillet. Les Australiens, eux, faisaient de très grands renforts et ajoutaient parfois de petites bandes. D'autres développements ont eu lieu ayant pour objet de mieux tenir le biais (bande oblique à 45° par rapport aux droits-fils du tissu), de poser des renforts et de coller les laizes entre elles. On peut dire que "la philosophie membrane" était née... et que depuis presque 30 ans elle inspire les fabricants de tous bords. Le principe est de déposer sur une peau dite d'étanchéité des renforts (fibres ou tapes) orientés dans le sens des efforts émanant des trois points d'attache de la voile. Dans les années 90, la peau peut être deux films Mylar dans les-

quels sont insérés ces renforts (fibres) sous forme de laizes étroites (Genesis Sobstad), ou de voile entière réalisée sur moule - on parle d'une pièce sans panneau traversée de fils continus sans rupture (North 3DL) - ou encore d'un assemblage de panneaux sur lesquels sont collés ces renforts (Tape Drive de UK ou Diamond en trame). A la fin des années 90 et début 2000 la "machine" s'est emballée avec de nombreuses voileries qui ont caressé le rêve de fabriquer leurs propres produits (ce ne sont plus des tissus !) sous forme de membrane, afin de se libérer du monopole mondial croissant des deux gros fournisseurs. Explications et commentaires en cinq points

1-Dans le sens des efforts

La membrane permet de disposer le fil dans le sens des efforts principaux, ce qui est impossible à obtenir avec un tissu dont les fils sont parallèles entre eux, comme c'est le cas pour la fabrication traditionnelle. On arrivera toujours à obtenir la forme voulue, mais avec une membrane on relie les trois points sans interruption dans la chaîne des efforts. Par membrane on entend une voile laminée faite sur mesure où la structure est établie en fonction des efforts estimés sur la voile. Ces membranes sont apparues au début des années 90. Aujourd'hui la plupart des voileries proposent un produit fait d'un sandwich film/fibres/film (D4, Stratis, Fusion...), d'autres sans film extérieur (3 Di, TRILam)

2-Une fabrication complexe

Elle commence par la définition d'un plan de fibres adapté à la voile et le calcul infor-

Etape de finition. TRILam gamme Course, laminage à chaud

matique de sa densité optimale obtenue. Les différents stades de la fabrication sont ensuite : dépose des fibres pré-imprégnées sur un support (film Mylar ou taffetas), application d'un autre support par-dessus pour "fermer" le sandwich, puis opération de "lamination" (chauffage et mise sous vide sous pression). Les panneaux laminés à plat sont ensuite assemblés avec des courbes ou pinces en voilerie, pour donner le volume. Restent les opérations de finition : pose de renforts, goussets de lattes, sanglages... Précisons que la technologie North 3 DL est une production sur moule, donc d'une pièce continue sans aucun panneau. Ceci est une description sommaire car la composition et la fabrication d'une membrane impliquent d'autres paramètres et varient d'un fabricant à l'autre autour d'une technique de base qui consiste à juxtaposer deux plis de film plas-

tique type Mylar autour d'un maillage de fibres synthétiques. Il est apparu qu'il fallait augmenter la quantité de fibres synthétiques et réduire la quantité de films plastiques mécaniquement inutiles, parfois lourds et source de délamination. Ainsi le fabricant français TRILam remplace les films Mylar par des fibres très fines renforçant et protégeant l'ensemble, soit sous forme de toile gaz très légère (Utex) ou de taffetas (tissu de protection) plus épais. Associée à la précontrainte appliquée lors du tissage et maintenue durant tout le procédé de fabrication, cette "façon" vise à augmenter la stabilité dimensionnelle des voiles.

3-Du sur mesure

Du fait de son procédé de fabrication, la technologie membrane permet d'adapter les composants du support aux caractéristiques et à l'emploi du bateau. C'est du sur

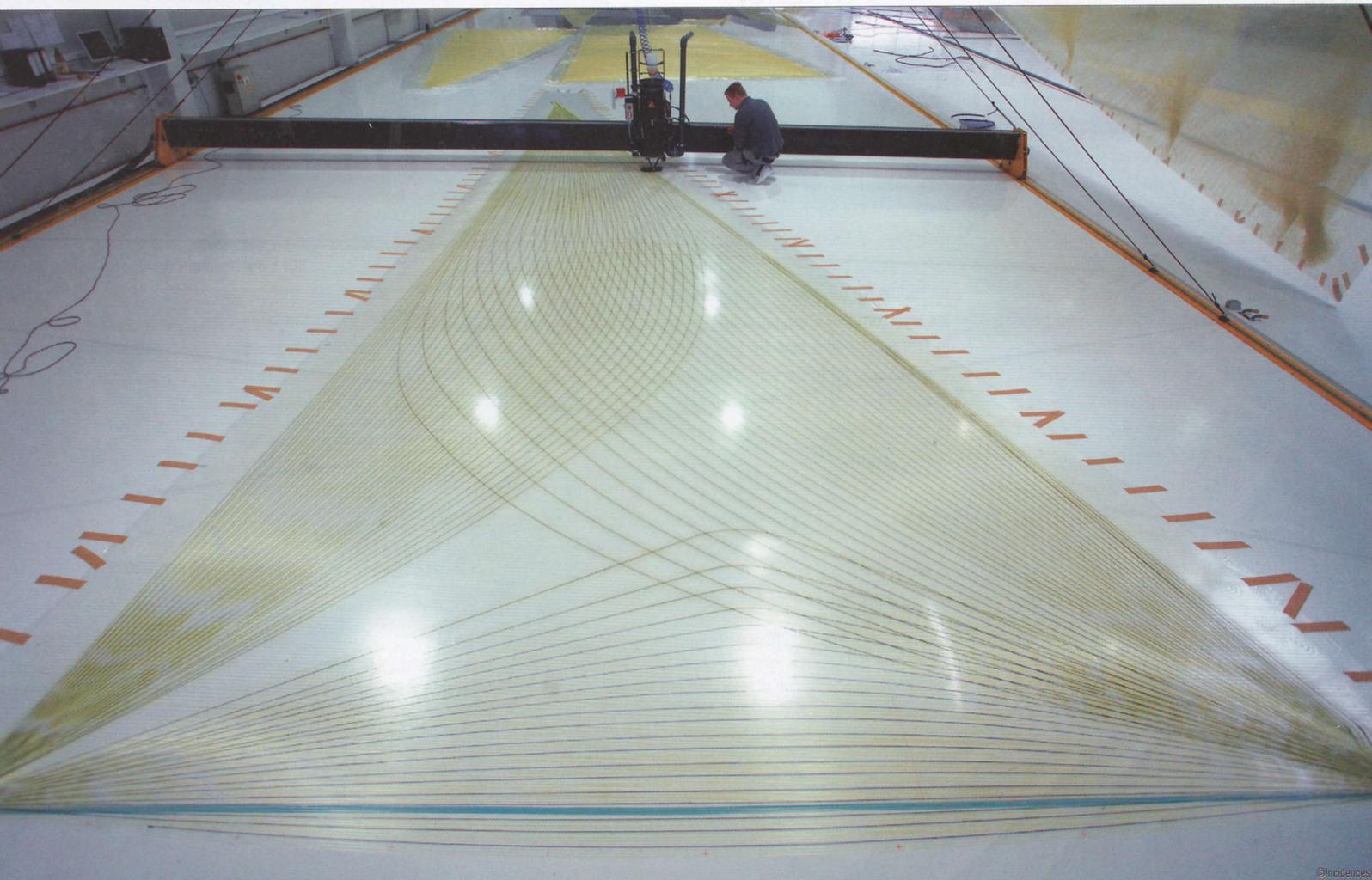
mesure ! Le produit est unitaire et chaque fabricant apporte sa touche personnelle (et ses composants) à l'édifice. Les éléments qualitatifs concernent notamment l'assemblage des fibres. Plus elles sont fines et nombreuses, mieux on peut suivre la complexité de la carte des efforts car il y a moins d'élongation et une meilleure structure. Mais les fibres fines coûtent plus cher que les autres et demandent plus de travail qu'une fibre de grosse section. Les fibres les plus utilisées sont aramide, vectran, carbone, polyester, dyneema et les couches externes sont des films anti-UV, taffetas plus ou moins denses, ou des fibres seules. Les plans de fibres sont standard ou custom en fonction de la triangulation et des spécificités voulues par le client. Un autre point mis en avant par les professionnels est le positionnement des fibres : les dessinateurs doivent anticiper le déformé

d'une voile, vu que la forme volante est énormément liée à la structure. Aussi le type de colle utilisé n'est pas neutre. Certaines marques de membranes ont des colles qui permettent un séchage rapide, d'autres nettement plus long. Cela joue considérablement sur la qualité de la "Lamination".

4-Avantages et inconvénients

En connaissant l'histoire de la voilerie et des besoins, on comprend que fabriquer des voiles spécifiquement pour un bateau et son programme est une évolution logique. La membrane permet de contrer les efforts d'une manière plus précise et d'optimiser la quantité de matière dédiée à la résistance à la déformation. A résistance égale, le résultat est un produit plus léger que le tri-radial. Le plan de fibre, le type et la densité des fibres

1-DP = Dépose des fibres pré-imprégnées sur un support (film Mylar ou taffetas)



sont déterminés en fonction de la voile, du gréement et de l'utilisation du bateau. Et il est possible d'intégrer des renforts là où c'est jugé nécessaire. Comme écrit plus haut, c'est du sur mesure...

En termes de marketing, la multiplication des fabricants pose problème. Qui fait quoi ? Et en quoi un produit est meilleur qu'un autre ? Le prix de la membrane a été également un frein à son essor, mais la concurrence joue au profit de l'utilisateur final. On observe qu'il tend à s'aligner sur celui des voiles "roulées" de qualité comparable.

Aujourd'hui, on peut considérer qu'après une période d'apprentissage, les membranes ont atteint l'âge de la maturité... et surtout de la fiabilité. Même si certains réfutent l'argument, elles vieillissent à l'identique sinon mieux que les voiles traditionnelles à panneaux qui nécessitent beaucoup plus de temps de production et de main d'œuvre. A noter que l'usage de la voile membrane et sa conservation nécessitent de naturelles précautions. Il faut respecter leur plage d'utilisation, limiter le fassèyement, les stocker roulées, sèches et

non salées dans un endroit sec et aéré car la membrane ne respire pas et peut moisir prématurément.

5-Quel avenir ?

On s'aperçoit que, depuis 20 ans, tout a été essayé pour améliorer les constructions à panneaux découpés et il ne semble guère possible de faire mieux. La nouvelle génération de membrane, elle, ouvre toujours de nouveaux horizons. Malgré tout, les fournisseurs de tissus tentent de profiter des défaillances de certaines membranes pour promouvoir les

tissus en rouleaux dont la fabrication est mécanisée... et donc plus rentable. Si la cause semble acquise à la membrane au niveau de la compétition, son avenir se joue sur le marché de la (grande) croisière. Les fabricants de membrane développent de nouveaux produits spécifiques et les autres défendent leurs acquis... ou remettent l'ouvrage sur le métier. A suivre...

Patrice Carpentier

La différence entre le TRILam et le 3Di

CE SONT LES DEUX DERNIÈRES INNOVATIONS BREVETÉES SUR LE MARCHÉ.

Le 3Di fabriqué par North est une voile "stratifiée", comme les matériaux composites. C'est-à-dire que des bandes de fibre unidirectionnelle (ou nappes de monofilaments) sont préparées en bobines et déposées sur une partie de la voile en les superposant et en les croisant entre elles. Ces bandes sont déroulées à l'aide d'une machine "2D" se déplaçant sur deux dimensions, comme une traceuse. Cette machine dépose à plat, découpe et superpose les couches avec un grand recouvrement entre elles. Ce procédé est similaire aux méthodes de stratification utilisées notamment par Airbus ou Boeing pour fabriquer des pièces structurales en carbone monolithique. Des fibres très fines et de la résine solidarisent les bandes. La cohésion de l'ensemble est assurée par le collage de ces nombreuses couches.

"Dans le TRILam", explique Pascal Rossignol, fondateur et dirigeant de

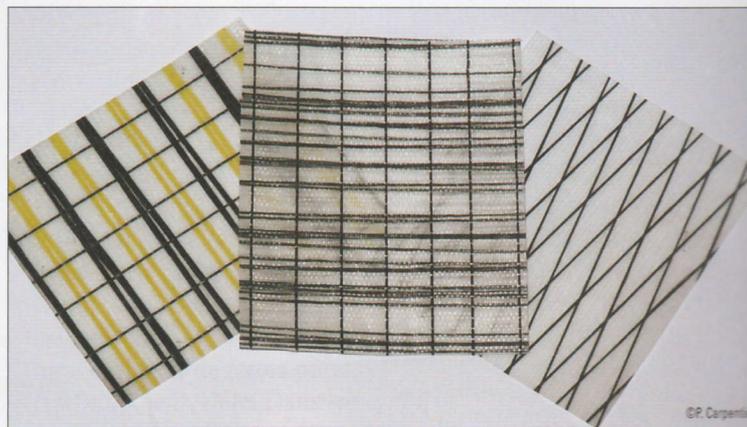
CLM, "on dépose uniquement des fibres continues. Elles ne sont pas découpées pendant le processus de fabrication. Elles peuvent donc être maintenues sous tension". A l'image du 3Di qu'on peut comparer à de la stratification en composites, on peut dire que le TRILam ressemble à de l'enroulement filamentaire à plat. Pour faire un espar composite en enroulement filamentaire (un mât par exemple), le fabricant déroule une ou plusieurs bobines de carbone sur un moule ou un gabarit sans jamais les interrompre. C'est similaire pour le TRILam, mais à plat sur une table. Des bobines de fil fin sont déroulées automatiquement sur des dizaines de kilomètres pour recouvrir toute la surface des panneaux de la voile.

■ PC

Merci à Philippe Ouhlen (North Sails), Pascal Rossignol (CLM/TRILam), Stéphane Fauve (Incidences/D4), Franck Flahaut (Technique Voile), Georges Dauvert (Dimension Polyant). Tous ont été d'une aide précieuse pour la rédaction de cet article.



3Di L'agencement des tapes sur le moule.



De gauche à droite sur la photo, différents produits TRILam de la gamme Sprint : l'Inshore (Twaron + Black Technora), l'Offshore (Dyneema + Black Technora) et le Gennaker (Black Technora).