

VOSSCHEMIE

:: VOSSCHEMIE

LE PETIT **ABÉCÉDAIRE** DU POLYESTER

:: INTRODUCTION

Chères lectrices et chers lecteurs,

Tout d'abord nous souhaitons vous remercier pour l'intérêt que vous portez au domaine du "polyester".

Le polyester est présent partout, en permanence, il fait partie de notre vie quotidienne. Il n'est pas possible d'imaginer une journée sans sa présence.

Nous espérons que ce petit guide vous aidera à mieux vous y retrouver dans le labyrinthe des termes techniques du vaste domaine du PRV (*POLYESTER RENFORCE AUX FIBRES DE VERRE*).



.. RESINES UP (UP = Unsaturated Polyester : polyester insaturé)

.. Avantages et inconvénients des différentes résines utilisées dans la construction de bateau

→ RESINE ORTHOPHTALIQUE (RESINE STANDARD)

- Prix avantageux
- Réseau de distribution bien organisé, facile à obtenir
- Manipulation / mise en oeuvre simples, facile à mélanger
(Pâte BPO accélérée aux amines ou Durcisseur P MEC accéléré au cobalt)
- Temps de durcissement court (durée de vie entre 15 min. et 1 heure, en fonction du type de résine et du durcisseur)
- Retrait de la résine pure 7 à 9 % en volume (env. 2 % dans chaque direction : les fibres ont une action anti-retrait dans le stratifié).

→ RESINE ISOPHTALIQUE

- Résistance mécanique plus élevée
- Meilleure résistance à l'eau
- Résistance élevée aux rayons UV
- Manipulation aisée, facile à mélanger (accélérateur au cobalt / durcisseur P MEC)
- Très bon rapport qualité/prix
- Retrait moindre comparé à la résine orthophtalique

:: RESINES UP

Avantages et inconvénients des différentes résines utilisées dans la construction de bateau

→ RESINE TEREPHTALIQUE/NEOPENTYL GLYCOL

- Stabilité dimensionnelle élevée à la chaleur
- Résistance à l'eau jusqu'à 30°C
- Utilisation dans la construction de piscine par ex. (Whirlpool)
- Bonne aptitude à la mise en oeuvre
- Résine UP de qualité supérieure

→ RESINE VINYLESTER

- Résistance mécanique élevée
- Très bonne résistance à l'eau et aux produits chimiques
- Résistance élevée aux rayons UV
- Manipulation aisée > facile à mélanger (accélérateur au cobalt / durcisseur P MEC)
- Bonne réticulation avec des fibres haute résistance
- Moindre fragilisation par vieillissement

En y regardant de plus près, les résines vinylester forment un groupe à part. Elles allient la résistance chimique des résines UP avec les bonnes propriétés mécaniques des résines EP.

:: RESINES EP (EP = EPOXY)

Avantages et inconvénients des différentes résines utilisées dans la construction de bateau

Avantages :

- Haut pouvoir d'adhérence sur tous les matériaux
- Résistance à l'eau très élevée
- Très bonne réticulation avec les fibres de tout type
- Bonne résistance aux produits chimiques
- Meilleure résistance à la fatigue sous contrainte statique ou dynamique
- Faible dégagement d'odeur lors de l'utilisation (produit sans solvant)
- Très faible retrait (env. 0,1 à 1%, retrait nettement moindre que les résines UP car le processus de réticulation et par conséquent le retrait se produisent principalement en „phase liquide“)
- Domaines d'application multiples dans de secteur de la construction de bateaux

Inconvénients :

- Plus chères que les résines UP
- Déclenchement de graves allergies possible
- Strict respect de la proportion de mélange, aucun écart toléré
- Jaunissement

:: FIBRES

Les fibres représentent l'armature dans un stratifié, elles déterminent la résistance et les caractéristiques du stratifié. Les matériaux composites renforcés de fibres de verre se répartissent en deux groupes :

- ➔ Les matériaux composites renforcés de fibres de verre/Plastiques renforcés de fibres de verre grande diffusion : PRVGD
- ➔ Les matériaux composites renforcés de fibres de verre hautes performances : PRVHP

Les fibres de verre sont obtenues par étirage à travers des filières de verre en fusion qui se transforme en fins filaments élémentaires (10 μm = 10 / 1000 mm). 204 filaments élémentaires réunis forment un fil. La finesse d'un fil se mesure en "tex" (1 tex = 1 g / 1000 m); ce qui donne 40 tex pour 204 fils. Les fibres de verre existent en verre E, S et R.

Verre E : La lettre E signifie „électro“. Cette fibre est la plus utilisée, elle est bon marché et dotée de bonnes propriétés de résistance mécanique, de rigidité et de résistance aux intempéries. Les verres S et R Glas se caractérisent par un module d'élasticité nettement meilleur que le verre E.

Le Verre S est rarement disponible. Le Verre R est très cher, le plus souvent il n'est utilisé que dans des domaines de fortes contraintes. Ces fibres ne sont plus guère proposées car leur prix correspond pratiquement à celui des fibres carbone,

Parmi les fibres hautes performances on compte : les fibres aramide, carbone, Dyneema, polyamide et polyester.

Les fibres aramide : sont également connues sous les dénominations commerciales Kevlar, Nomex ou Twaron. Elles sont fabriquées à partir de polyamides aromatiques (le nom est dérivé de ces deux mots). En 1966, elle a été mise sur le marché pour la première fois par la société Du Pont sous la dénomination commerciale Kevlar. Cette fibre est dotée d'une résistance mécanique élevée, un module d'élasticité double par rapport aux fibres de verre et est mise en oeuvre dans la construction de bateaux appelées Kevlar 49 ou Twaron HM (High Modular). Les fibres d'aramide présentent des caractéristiques médiocres en compression par rapport aux fibres de verre. Ces fibres doivent impérativement être stockées dans l'obscurité et au sec. Le rayonnement UV entraîne une perte considérable des propriétés de résistance. En cas d'absorption d'humidité, la capacité de liaison à la résine est réduite et entraîne des délaminages. C'est pourquoi l'utilisation de fibres aramide dans un stratifié polyester est limitée. La fibre Nomex, ayant fait ses preuves dans l'électrotechnique depuis des années en raison de sa résistance thermique particulièrement élevée, est de plus en plus employée pour remplacer l'amiante. Ce type de fibre se distingue par ses propriétés élevées d'allongement à la rupture et un grand pouvoir d'absorption de l'énergie. L'utilisation de cette fibre dans les gilets pare-balles est une application connue. Dans le domaine de la construction de bateaux, la fibre aramide est capable de répartir les forces sur de grandes surfaces. La perforation du stratifié lors d'une collision sera largement évitée, les bateaux deviennent "insubmersibles".

:: FIBRES

- Les Fibres de carbone sont fabriquées par pyrolyse et graphitisation de fibres polyacrylonitriles (PAN). Elles se caractérisent par un module l'élasticité particulièrement élevé, elles sont 3 à 9 fois plus rigides que les structures en verre, titane, acier ou aluminium, ainsi que par une remarquable résistance à la traction. Le carbone est idéal pour la construction de structures très légères et très résistantes. On peut trouver des exemples dans les domaines des bateaux régates haute performance et de la navigation aérospatiale. Le carbone est disponible en différentes catégories de résistance (1K, 3K, 6K, 12K).
- La fibre Dyneema, également connues sous le nom de Spectra, est une fibre très résistante utilisée ces dernières années dans la construction de bateaux pour les structures portantes dans la zone de la quille.
- Les fibres polyamides, également appelées Nylon, sont utilisées dans la fabrication de tissus d'arrachement. C'est précisément le domaine de la construction de bateaux qui offre de nombreux domaines d'application pour ces tissus qui permettent de réduire les travaux de ponçage car les fibres nylon ne se lient pas aux résines. Ce tissu s'arrache facilement du stratifié qui présente une surface presque lisse mais suffisamment rugueuse pour offrir une bonne base d'adhérence à la couche suivante.
- Les fibres Polyester sont vendues sous la marque commerciale Trevira ou Diolen comme non- tissé. Elles sont constituées de fils polyester fixés par aiguilletage. L'utilisation de Trevira dans la construction de bateaux permet d'obtenir des surfaces de très bonne qualité sur des éléments en stratifié. Appliquées comme première couche sur le gelcoat, elles empêchent la compression des structures en tissu ou sandwich. .
- Hybride n'est pas un nouveau matériau pour fibre. Il s'agit de la combinaison de deux ou plusieurs différents types de fibres afin d'obtenir des stratifiés présentant des propriétés bien déterminées. C'est ainsi que les inconvénients liés à la résistance d'un matériau peuvent être compensés, par ex. le module d'élasticité, par une autre fibre dotée de meilleures propriétés sans augmenter le poids de la pièce, à condition de connaître exactement les forces auxquelles est soumis le stratifié.

:: LES FIBRES ET LES DIFFERENTES ARMURES

Rovings :

La structure de fibre la plus simple est le roving. Les filaments sont assemblés pour former un faisceau. Généralement un fil roving est constitué de 30 ou 60 fils. Le matériau est enroulé sur des bobines.

Mats de verre, Mats de fibres coupées :

Ce sont les renforts fibres les plus connus. Des fibres de verre d'une longueur de 50 à 53 cm sont empilées en couches régulières et assemblées entre elles par pulvérisation d'un liant pour former des mats de différentes épaisseurs. Les grammages les plus courants vont de 150 à 600 g/m², la largeur des rouleaux se situe entre 1,00 m et 1,50 m. Les liants de mat sont solubles uniquement dans des résines polyester. Il existe deux qualités de mats : mat à liant émulsion et à liant poudre. Les premiers ont également été longtemps utilisés dans la construction de bateau car l'imprégnation de résine est plus rapide. Mais aujourd'hui seuls les mats liant poudre sont employés car ils présentent une meilleure résistance à l'eau.

Tissu :

Il existe différents modes de tissage. Le choix se fait en fonction des propriétés mécaniques recherchées. Les modes de tissage les plus courants sont :

L'Armure toile : L'armure la plus simple qui consiste à faire passer chaque fil de chaîne alternativement au-dessus et au-dessous de chaque fil de trame. Grâce à sa stabilité dimensionnelle, cette armure est facile à manipuler.

L'Armure sergé : Le fil de trame passe par-dessus deux fils de chaîne puis par-dessous deux fils de chaîne puis à nouveau par-dessus deux fils de chaîne. L'entrecroisement oblique donne un motif d'arête de poisson. Cette armure permet d'obtenir un stratifié plus résistant et plus rigide car le parcours du fil rencontre moins de déviations. D'autre part, les tissus à armure sergé sont plus souples que ceux à armure toile.

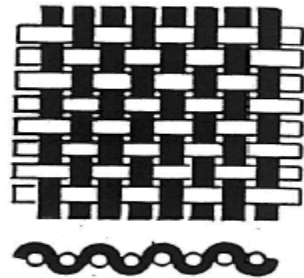
L'Armure Atlas : Le fil de trame passe par-dessus plusieurs fils de chaîne pour passer ensuite sous un seul fil de trame. Cette armure offre la meilleure résistance et rigidité. Les tissus Atlas se prêtent bien à la pose sur des éléments sphériques et donnent des surfaces particulièrement lisses mais sont difficiles à manipuler.

Les tissus unidirectionnels : Alors que dans les tissus décrits ci-dessus les fils de chaîne et de trame ont la même épaisseur, les fils de trame sont nettement plus fins que les fils de chaîne dans les tissus unidirectionnels.

:: ARMURES DES TISSUS

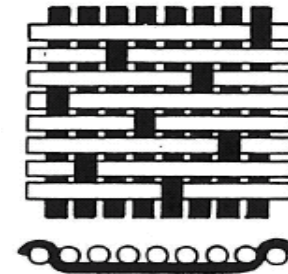
ARMURE TOILE (Taffetas)

- Armure la plus simple consistant à faire passer chaque fil de chaîne alternativement au-dessus et au-dessous de chaque fil de trame.



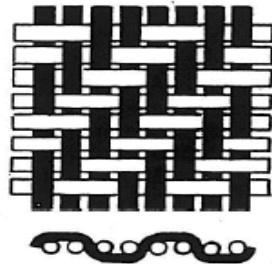
ARMURE SATIN (Satin) 1 / 7

- Entrecroisements décalés qui ne se touchent pas et sont répartis de manière régulière ou irrégulière sur l'ensemble du tissu.



ARMURE SERGE 2 / 2

- Décalage diagonal du croisement, elle se caractérise par la formation d'arêtes nettes.



:: LES FIBRES ET LES DIFFERENTES ARMURES

Tissus à écartement :

Ils représentent une étape préliminaire à la construction de sandwich. Deux couches extérieures de tissu sont reliées entre elles par des fibres verticales qui se redressent après imprégnation de résine.

Non tissés:

Fils de fibres non tissés entre eux. Ces fils de fibres sont empilés en couches planaires les unes sur les autres et cousues entre elles. Les fibres sont étirées et ne présentent pas les ondulations habituelles dans le stratifié ce qui permet d'obtenir une meilleure absorption des forces dans le stratifié. La dénomination des non-tissés est fonction de l'orientation des fibres dans les couches. Cette orientation est souvent indiquée en degré. 0° correspond au sens de la chaîne et 90° au sens de la trame.

Unidirectionnel : Les fibres ne sont orientées que dans une seule direction (0°). Elles sont fixées par des fils à coudre. Parfois on dispose par dessous un mat léger ou des fils moins légers à 90° .

Biaxial : Les fibres sont disposées en deux couches croisées +/- 45° ou 90° et fixées les unes sur les autres.

Triaxial / Quadriaxial : 3 ou 4 couches de fibres sont orientées dans des sens différents et fixées les unes sur les autres. On parle également de tissus multiaxiaux lorsque plusieurs couches de fibres sont superposées.

Finish / Ensimage

Pour une mise en oeuvre textile, les fibres de verre reçoivent un ensimage textile. Pour les mats et le fils roving cet ensimage consiste à déposer un agent de liaison. Ce traitement est le plus souvent éliminé thermiquement après le tissage et les tissus reçoivent un finish. Par conséquent il est important de vérifier avant un achat si les tissus ont reçu un finish pour résines UP ou EP.

:: MATERIAUX D'ÂME ET SANDWICH

Pour les matériaux d'âme et sandwich on distingue différents matériaux de base : la mousse, le voile, le balsa, les nids d'abeilles et le bois.

Mousses :

Elles se caractérisent par leur structure alvéolaire et leur faible masse volumique. Elles sont fabriquées à partir de polycondensats (phénol-formaldéhyde), de polymérisats (mousses PVC, polystyrène) et de produits de polyaddition (polyuréthane). Il existe des mousses à cellules ouvertes, fermées ou mixtes qui peuvent être mi-dures, rigide ou souples.

Mousse polystyrène :

Également connu sous le nom de Styrodur, ce matériau est sensible à l'absorption d'humidité et fond sous l'action des solvants.

Mousse polyuréthane ou mousse PU :

À cellules ouvertes ou fermées. L'utilisation cette mousse dans la construction de sandwich est restreinte car elle a tendance à absorber l'eau. Elle peut être mise en oeuvre avec les résines contenant des solvants. Les mousses PU sont employées pour le moussage de corps creux (flotteurs) ou comme panneaux pour le façonnage des serres et des membrures.

Mousse PVC :

Elle est principalement mise en oeuvre dans la construction de sandwich. Pour pouvoir utiliser ces mousses sur des surfaces courbes, elles doivent être chauffées dans un four. Le matériau se ramollit alors et peut être façonné (thermoplastique). Elle présente une résistance à la compression très élevée. Valeurs mécaniques :

Densité Kg/m ²	Module d'élasticité	Résistance à la traction N/mm ²	Résistance à la compression N/mm ²
50	1836	71	20
80	3060	204	50

:: MATERIAUX D'AME ET SANDWICH

Mousse PVC :

Les mousses PVC réticulées contiennent un composant duroplastique qui améliore la stabilité dimensionnelle à chaud. Une entaille latérale permet de garnir plus facilement les arrondis. Ces entailles doivent ensuite être mastiquées avec de la résine épaissie. L'augmentation de la densité contribue à l'amélioration des propriétés mécaniques ce qui permet d'utiliser des plaques plus lourdes dans des zones soumises à des contraintes plus importantes.

Valeurs mécaniques :

Densité KG/m ³	40	60	80	100	130	200
Résistance à la compression N/mm ²	0,35	0,8	1,3	1,5	2,5	4,0
Résistance au cisaillement N/mm ²	2,3	2,8	4,0	-	-	-
Résistance à la flexion N/mm ²	0,6	1,2	4,0	-	-	-
Résistance à la traction N/mm ²	0,9	1,6	2,1	2,5	4,0	5,0
Module d'élasticité en flexion N/mm ²	9,0	15	25	-	-	-
en traction	6,5	11	20	-	-	-
en compression	11	18	28	-	-	-

:: MATERIAUX D'AME ET SANDWICH

Voile :

Le plus souvent constitué de bandes en fibres polyester (maintenues avec des liants solubles dans le styrène) et des corps creux microscopiques. Les avantages sont une réduction de poids et à la fois les valeurs de résistance élevées des matériaux composites renforcés de fibres de verre. Les voiles possèdent en général une résistance à la flexion élevée en comparaison avec le poids, une haute résistance aux chocs, des coûts de fabrication faibles et ils n'absorbent pas l'eau.

Exemple : Spheretex, Firet, Coremat et Trevira, un voile aiguilleté sans liant.

Bois de Balsa :

Le bois de bout balsa est un matériau d'âme sandwich particulièrement apprécié en raison de sa très bonne résistance. Il est saturé d'eau, séché au four et coupé en blocs puis en panneaux qui sont ensuite collés avec un tissu-support. Il doit être également être fendu afin de faciliter le façonnage des arrondis. Le balsa est particulièrement indiqué comme matériau d'âme car il est doté d'une résistance très élevée à la compression, au cisaillement et à l'allongement. Ce bois doit faire l'objet d'un soin particulier car il est sujet au pourrissement.

Nids d'abeilles :

Les nids d'abeilles sont principalement utilisés dans la construction de yachts de course car leur mise en oeuvre requiert une haute technologie et des procédés de stratification particuliers (technique sous vide). On utilise des nids d'abeilles en carton imprégné de résine phénolique ou en fibres aramide. Les nids d'abeilles aluminium peuvent également servir de matériau d'âme.

:: CHARGES

Les charges sont des substances sous forme de poudre à incorporer dans une résine. Elles peuvent par ex. être mélangées comme agent thixotrope pour augmenter la consistance de la résine, en particulier en combinaison avec les résines époxy pour améliorer les collages.

Il existe une multitude de charges mais nous vous présenterons uniquement les plus importantes :

- Aérosil (dioxyde de siliciumdioxid ou acide silicique) est un produit à thixotroper qui peut être utilisé comme épaississant aussi bien avec des résines UP qu'avec des résines époxy. Il empêche les résines de couler sur des surfaces inclinées ou verticales.
- La farine de quartz est une charge solide qui améliore surtout la résistance à la compression et l'abrasion des résines.
D'autre part, elle est particulièrement indiquée pour des collages fortement sollicités d'armatures ou de douilles.
- Les flocons ou fibres de cellulose sont principalement utilisés comme matière de remplissage.
Combinés à la farine de quartz, on les trouvent souvent dans les résines de collages.
- Les microballons sont de très petites boules creuses en plastique ou en verre utilisées dans les mastics et comme adjuvant pour colles. La forme sphérique permet d'obtenir une résistance à la compression très élevée et de baisser la densité.
- La poudre de graphite est un produit qui se prête très bien à la fabrication de douilles de palier avec de la résine époxy.

:: L'OSMOSE – Un problème bien particulier !

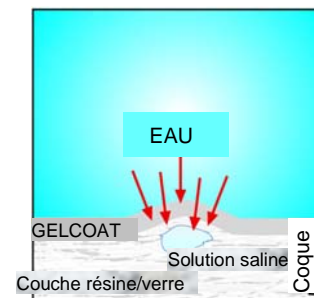
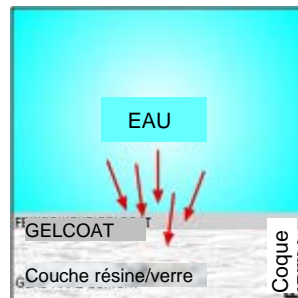
Qu'est-ce que l'osmose ?

Une petite incursion en physique s'impose pour expliquer l'osmose :

Le terme "Osmose" décrit un processus physique qui se produit quotidiennement dans la nature.

Deux liquides de concentration différente essaient, en pénétrant à travers une membrane semi-perméable, d'atteindre l'équilibre de concentration. La membrane (*gelcoat*) permet à la solution la plus concentrée (*eau avec des substances dissoutes du stratifié*) de se diffuser dans la solution la moins concentrée (*vapeur d'eau de la paroi extérieure*).

Le propriétaire ne peut alors que constater le résultat sur la coque : une formation de bulles provoquées par le processus osmotique. Ce terme improprement utilisé étant cependant établi dans le domaine des bateaux en stratifié, nous continuerons à l'employer dans nos documents.



:: L'OSMOSE – Un problème bien particulier !

Causes de l'osmose

Les causes de l'osmose sont multiples. Les sources d'erreur les plus courantes lors de la construction d'une coque de bateau résident dans l'utilisation de matériaux de moindre qualité et de méthodes de travail non professionnelles. Mais les influences environnementales jouent également un rôle important pendant l'utilisation.

Un petit aperçu des causes les plus courantes :

- Présence dans le stratifié de petites bulles d'air qui n'ont pas été ébullées lors de la stratification.
- La couche de gelcoat est trop mince ou insuffisamment réticulée (surdosage ou sousdosage de durcisseur).
- Les qualités des résines polyester et des mats de verre utilisées pour le stratifié ne sont pas indiquées pour une immersion durable (moindre résistance à l'hydrolyse).
- Les fibres de verre n'ont pas été complètement imprégnées de résine.
- Qualité de l'eau (douce ou salée) et température de l'eau. Des tests ont prouvé que l'eau douce ainsi que des températures élevées de l'eau favorisent l'osmose.
- Pas de possibilité de régénération de la coque à terre par séchage pendant le stockage d'hiver par exemple.

:: L'OSMOSE – Un problème bien particulier !

Causes de l'osmose

C'est souvent la combinaison de plusieurs de ces points faibles qui permet la diffusion de la vapeur d'eau dans les petites cavités du stratifié en traversant le gelcoat qui n'est pas complètement imperméable car à base de polyester. C'est là que la vapeur se condense en eau et ne peut plus s'échapper sous cette forme. Les défauts les plus courants sont le plus souvent des petites inclusions d'air entre la couche de gelcoat et la première couche de stratifié. L'eau réagit alors avec les substances chimiques hydrosolubles présentes dans la résine, le durcisseur ou le liant. Ce liquide essaie de se diluer et attire toujours plus d'eau de l'extérieur dans la cavité. La pression interne qui en résulte déforme le gelcoat ; c'est le signe annonciateur de l'inévitable augmentation du nombre et de la taille des bulles sur la paroi extérieure. L'intensité de la pression interne dans les bulles peut entraîner des craquelures dans le gelcoat.

L'osmose est un processus qui se développe de l'extérieur, la partie exposée à l'eau, vers l'intérieur. Dans de rares cas, il peut arriver qu'une osmose se développe à l'intérieur, dans la cale humide en permanence ou causée par un réservoir d'eau non étanche ou mal ajusté par ex. La condensation d'eau due à une bâche trop étroite peut donner lieu à la formation de bulles également sur la partie située au-dessus de la ligne de flottaison.

:: L'OSMOSE – Un problème bien particulier !

Diagnostic

Si vous constatez la présence de petites bulles sur la coque lors de la mise à sec du bateau en automne, il est recommandé de les faire analyser immédiatement. Une formation de bulles peut évidemment avoir comme origine des causes différentes telles que l'inclusion de solvant dans l'antifouling et la couche de primaire. Les petites bulles typiques de l'osmose se situent dans ou sous la couche de gelcoat et si celles-ci renferment un liquide, il faut impérativement les examiner. Si ce liquide, le plus souvent brunâtre, dégage une odeur acide ou s'il présente une réaction acide lors du test avec le papier de tournesol, il est fort probable qu'il s'agisse d'osmose. Une analyse immédiate s'impose car les petites bulles disparaissent rapidement. Mais l'osmose n'est pas un phénomène réversible car elle demeure latente dans le stratifié et se "réveille" à l'occasion d'une nouvelle immersion. De toute façon, l'entretien de votre bateau est de rigueur pour la préservation de votre patrimoine. L'absorption croissante d'eau dans le stratifié peut provoquer un délaminage des différentes couches et compromettre la stabilité de la coque.

Lorsqu'une osmose est diagnostiquée, le cas n'est pas seulement difficile. Que vous mettiez la main à la pâte ou que vous fassiez appel à un spécialiste pour procéder à la réparation, le choix dépend tout autant de l'ampleur de l'atteinte par l'osmose que du portefeuille évidemment, des aptitudes manuelles et de la possibilité pour le propriétaire d'entreprendre cette tâche. Vous pouvez envisager de faire appel aux conseils d'un expert pour une évaluation mais également lors de l'achat d'un bateau d'occasion en polyester. Les professionnels disposent de la compétence nécessaire pour évaluer le degré d'atteinte osmotique et du traitement curatif requis.



:: L'OSMOSE – Un problème bien particulier !

Traitement curatif

Avant de débiter le traitement curatif proprement dit, il faut d'abord veiller au respect d'un certain nombre de points importants :

- Elimination de toutes les anciennes peintures (antifouling, primaire etc.).
- Ouvrir chaque bulle avec le plus grand soin et, si les dégâts sont plus importants, mise à nu du stratifié par ponçage, fraisage ou sablage.
- En cas de travaux plus importants, traiter également une partie de la zone au-dessus de la ligne de flottaison afin d'exclure tout risque potentiel d'osmose.
- Laver soigneusement et à plusieurs reprises les surfaces à l'eau douce afin d'éliminer totalement les substances dissoutes.
- Le stratifié doit pouvoir sécher pendant un certain temps pour que l'humidité puisse s'évaporer complètement de la coque. Pendant la phase de séchage, mesurer régulièrement le degré d'humidité à plusieurs endroits à l'aide d'un hygromètre. Relever également des valeurs comparatives sur la partie sèche au-dessus de la ligne de flottaison. L'application prématurée d'un revêtement sur la coque n'élimine pas l'osmose mais elle l'enfermera plutôt dans le support. Lorsque le degré de séchage requis est atteint, poncer à nouveau l'ensemble de la surface et dépoussiérer.
- A l'aide d'un enduit époxy, égaliser les irrégularités résultant de l'ouverture des bulles.
- La couche de gelcoat poncée est maintenant remplacée par un primaire époxy bicomposant. L'épaisseur de couche recommandée pour le primaire est de 350 µm. Au cas où la couche de gelcoat doit être complètement éliminée, il faudra appliquer une épaisseur de couche de primaire d'au moins 600 µm.
- Pour les atteintes plus sévères dues à l'osmose, la résistance de la coque doit être restaurée par l'application de nouvelles couches de stratifié. Ensuite seulement, vous pourrez continuer les travaux comme décrits aux point 6 et 7.

:: GELCOAT

Fonction :

- Le gelcoat est toujours appliqué en premier avant les travaux de stratification proprement dits dans un moule. Il sert en premier à protéger le support, c'est-à-dire le stratifié, contre les influences extérieures. Cette „couche protectrice“ permet de tenir les fibres à l'abri de l'environnement, de l'eau et des agressions chimiques. Le coloris ne joue un rôle que dans un deuxième temps. Le gelcoat est soit incolore soit, comme c'est souvent le cas, teinté, pour offrir au client final l'aspect brillant et coloré souhaité.
- L'épaisseur de cette couche protectrice se situe entre 0,4 et 1,2 mm. Si cette couche est trop mince, le stratifié risque d'apparaître au travers voire de transpercer. La fonction de protection est anéantie. Une couche trop épaisse a tendance à former des fissures, en particulier avec des résines forte épaisseur non flexibles.
- Les bloqueurs d'UV empêchent le farinage trop rapide des gelcoats. Malgré tout, les gelcoats se décolorent avec le temps et des travaux d'entretien de la couche supérieure s'imposent afin de garantir la pleine fonction et un aspect impeccable à l'avenir.
- Cet entretien se fait de préférence avec une pâte à poncer et à polir car elle permet d'enlever la couche dégradée sur une épaisseur très mince et de retrouver la brillance d'origine. Pour terminer, appliquer une protection à base de cire ou issue de la nanotechnologie pour rendre la couche de gelcoat remise en état répulsive à la saleté et rétablir une nouvelle protection anti-UV. Mais ici aussi „il vaut mieux prévenir que guérir“, c'est pourquoi il ne faudrait jamais négliger la protection continue anti-UV.

:: LIAISONS COQUE - PONT

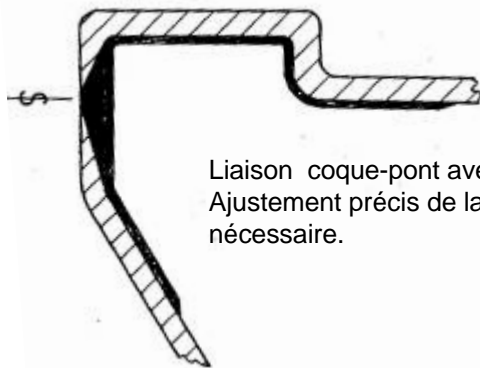
La liaison du pont avec la coque du bateau forme une union.

Comme dans chaque union, il faudrait veiller à ce que les deux moitiés soient bien assorties.

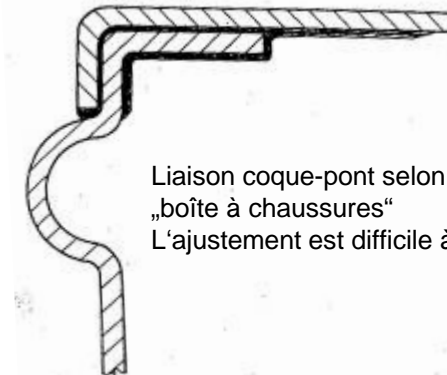
Si tel n'était pas le cas, des problèmes se poseraient sans cesse.

La liaison du pont avec la coque doit être réalisée de manière étanche avec du stratifié et / ou par assemblage à vis. La résistance mécanique et l'étanchéité à l'eau de la coque ne doit pas être compromise par la pose de ceintures de coque ou d'hiloires etc.

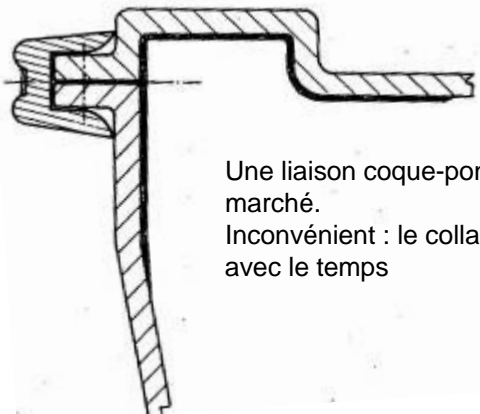
:: LIAISONS COQUE – PONT dans la construction de bateaux



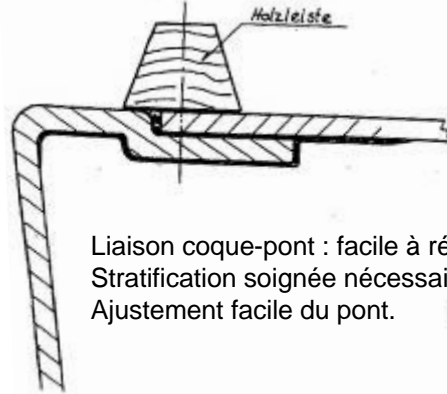
Liaison coque-pont avec joint en V
Ajustement précis de la coque au pont
nécessaire.



Liaison coque-pont selon le principe de la
„boîte à chaussures“
L'ajustement est difficile à réaliser.



Une liaison coque-pont simple et bon
marché.
Inconvénient : le collage peut casser
avec le temps



Liaison coque-pont : facile à réaliser
Stratification soignée nécessaire.
Ajustement facile du pont.

.. .. FIXATION DE CLOISONS DANS DES COQUES EN POLYESTER

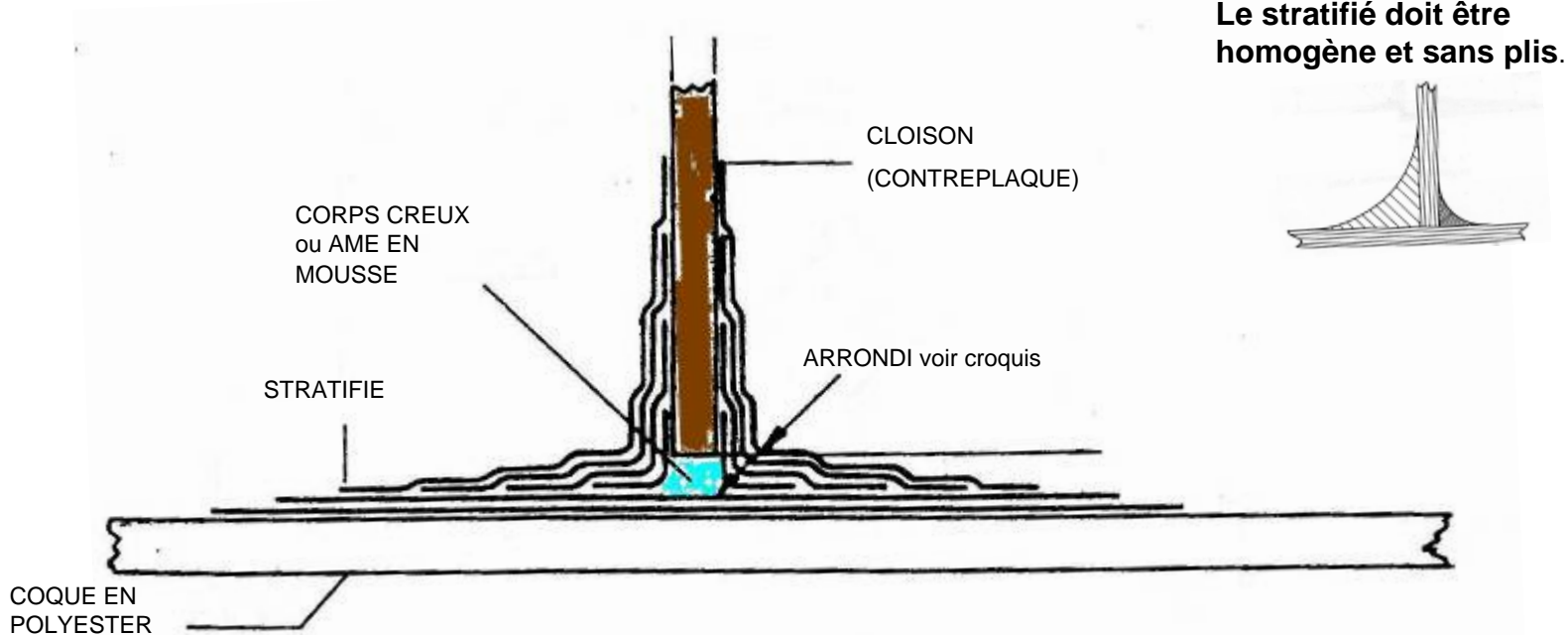
Lors d'un montage d'éléments par stratification d'éléments il est important de former une zone isolante. Si vous souhaitez fixer une cloison, déterminer d'abord la dimension nécessaire du renfort, c'est-à-dire soit le nombre de couches de mat qui est calculé par rapport à l'épaisseur du contre-plaqué à fixer.

Exemple :

Une cloison d'une épaisseur de 10 mm doit également présenter une épaisseur de stratifié de 10 mm. Il faut faire la distinction entre une stratification des deux côtés ou uniquement d'un côté. Si vous stratifiez des deux côtés, l'épaisseur du stratifié doit être divisée par deux : 5 mm de chaque côté. Par ex. : La première couche de mat dépasse de 5 cm la nouvelle cloison et la bordé. Pour chaque couche supplémentaire, augmenter la largeur et la longueur de 2,5 cm (voir plans sur pages suivantes). Sinon les éléments fixés se dessineraient sur la bordé et toute pression provoquerait un délaminage. Pour obtenir une transition homogène entre le stratifié principal et la cloison, il faut tracer une gorge dans le pli direct. Grâce à cette gorge les fibres ne flambent pas et épousent parfaitement la forme de l'objet.

.. FIXATION DE CLOISONS DANS DES COQUES EN POLYESTER

Le montage d'éléments par stratification exige un travail soigneux !



:: RÉPARATION DE TROUS DANS DU POLYESTER

Le stratifié polyester est très solide mais il n'est pas toujours possible d'éviter les dégâts sérieux tels que les trous ou les fissures occasionnés lors de régates par des collisions avec des rochers, des passerelles ou avec un autre bateau.

Heureusement pour les propriétaires de bateau, le plastique renforcé aux fibres de verre est un matériau très facile à réparer, à modifier et à renforcer. Avec quelques aptitudes manuelles et de la patience, vous pourrez réparer vous-même les petits dégâts de manière économique et invisible.



:: RÉPARATION DE TROUS DANS DU POLYESTER

- Découper le stratifié endommagé à la scie et le retirer. La présence de parties claires ou blanchâtres sur le stratifié normalement foncé indiquent nettement quelles sont les parties à supprimer ainsi que les dégâts dans le composite.
- Les bords internes et externes sont biseautés à l'aide d'une lime. L'angle de la partie interne sera moins prononcé .

Rapport du biseau pour assurer une bonne adhérence :

Mats env. 12 : 1 (mm longueur biseau / mm épaisseur)

Tissu 40 : 1

Non-tissé 70 : 1

Un renforcement de meilleure qualité peut absorber et transmettre des forces plus importantes c'est pourquoi il est nécessaire de disposer d'une surface plus grande afin de pouvoir les transmettre.



:: RÉPARATION DE TROUS DANS DU POLYESTER

- Déterminer le pourtour et coller du ruban adhésif CLASSIC TAPE autour de la partie endommagée pour protéger la zone avoisinante pendant les travaux de ponçage. Prévoir une surface assez grande pour la réparation.
- Meuler tout d'abord les bords en forme de V à l'aide d'une ponceuse puis à la main pour la finition. Le fait de biseauter et d'amincir l'épaisseur de la paroi simplifiera le réajustage de l'ancien tracé du contour. Pour garantir la bonne adhérence du matériau de réparation, poncer le support pour le rendre rugueux. Eliminer soigneusement la poussière de ponçage, YC TAMPON ANTIPOUSSIÈRE sera très pratique pour effectuer ce travail.

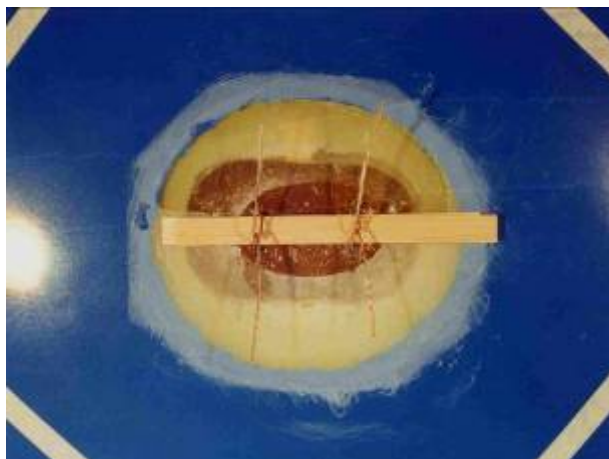


:: RÉPARATION DE TROUS DANS DU POLYESTER

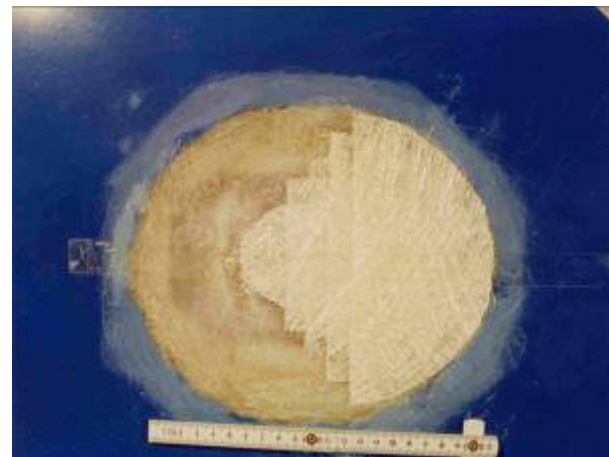
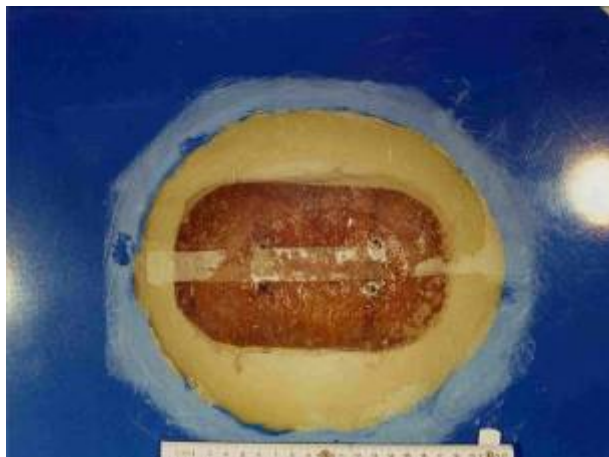
- Afin de permettre de travailler sur un support stable, le trou doit être bouché par l'arrière. Dans la configuration idéale, la partie arrière est accessible par l'intérieur et il est relativement facile d'y caler un morceau de carton. Si l'arrière n'est pas directement accessible, il faut utiliser une petite astuce en confectionnant une contreplaque en carton que l'on perce à l'aide de deux solides brides en fil de fer et l'on fixe un bâtonnet mélangeur au dos, comme le montre la photo. Cette stabilisation n'est pas nécessaire si le trou est petit.
- Imprégner un morceau de YC MAT DE VERRE sur la contreplaque de la taille de cette dernière avec YC RESINE DE STRATIFICATION I25B (+ 2 à 3 % de durcisseur P MEC). Glisser la pièce dans l'ouverture et à l'aide des extrémités des fils de fer ajuster de telle sorte que la nouvelle „paroi arrière“ épouse parfaitement les bords et couvre entièrement le trou par l'arrière. Fixer un deuxième bâtonnet mélangeur par l'extérieur. Serrer les extrémités des fils de fer par-dessus le bâtonnet en les tortillant pour maintenir la plaque en position pendant la phase de durcissement du stratifié. Retirer le bâtonnet et couper les extrémités des fils de fer après durcissement.



:: RÉPARATION DE TROUS DANS DU POLYESTER



- Après avoir obturé le trou par l'arrière, découper les morceaux de mat aux bonnes dimensions en commençant par le petit morceau puis en agrandissant progressivement. Veiller dans la mesure du possible à la régularité des recouvrements. Nous recommandons de peigner ou d'arracher les bords du mat afin que les jonctions gardent une certaine souplesse.



:: RÉPARATION DE TROUS DANS DU POLYESTER

- Mélanger la résine polyester YC i25B avec 2-3 % de durcisseur P MEC. Etaler de la résine sur la partie à stratifier. Placer le morceau de mat et imprégner de résine polyester. La couche est complètement imprégnée lorsque le mat est totalement transparent. Ebuller avec le plus grand soin toutes les inclusions d'air à l'aide du pinceau. Si la partie endommagée est de plus grande taille il est recommandé de se servir d'un rouleau ébulleur professionnel pour comprimer fortement la couche de stratifié ce qui permet en même temps d'ébuller toutes les bulles d'air. Répéter toutes ces étapes jusqu'au dernier morceau de mat. Il est préférable que la partie réparée dépasse légèrement l'épaisseur de la forme initiale afin de disposer d'assez de matière pour permettre la rectification de la surface.
- Poncer la partie réparée pour la lisser puis protéger le nouveau stratifié au moyen du KIT DE REPARATION GELCOAT et redonner l'aspect brillant initial. En cas de gros dommage, il peut être nécessaire de terminer la réparation avec un primaire époxy bicomposant et une peinture pour bateau.



:: RÉPARATION DE TROUS DANS DU POLYESTER



REPARATION SUR UN COTE
LONGUEUR BISEAU :
15 à 20 FOIS L'ÉPAISSEUR DE
LA PAROI



REPARATION SUR LES DEUX COTES
LONGUEUR BISEAU :
15 à 20 FOIS L'ÉPAISSEUR DE LA
PAROI

:: L'ABÉCÉDAIRE DES TERMES TECHNIQUES

Voile aminé	Film de carbonate d'amine se formant sur la surface époxy durcie. Peut simplement s'arracher en utilisant du tissu d'arrachement ou doit être éliminé en lavant à l'eau avant de continuer le traitement
Farinage	Processus de vieillissement dû au rayonnement UV sur le gelcoat
Durcisseur BPO	Durcisseur pour résines accélérées aux amines
EP	Résine Epoxy
Gelcoat	Finition pigmentée sur support en stratifié
PRV	Plastique Renforcé en fibres de Verre
Mats / tissus de verre	Renfort en verre E
Inhibiteur	Agent retardant
Catalysateur	Accélérateur
Durcisseur P MEC	Durcisseur pour résines accélérées au cobalt
Osmose	Absorption d'eau à travers le gelcoat qui endommage le stratifié, signe typique : formation de bulles sur la bordé
Retrait	Modification du volume
Styrène	Solvant monomère dans les résines polyester
Vernis de finition / Topcoat	Couche de finition paraffinée permettant d'obtenir un film non collant
Agent thixotrope	Agent épaississant, empêche les coulures sur les surfaces verticales
Vie en pot	Temps entre le mélange d'une substance et la fin du temps d'utilisation, c'est-à-dire période pendant laquelle il est possible de prélever une substance d'un récipient et demeure utilisable.
UP	Résine polyester insaturé
Viscosité	Fluidité d'un liquide

:: L'ABéCéDaire DES TERMES TECHNIQUES

Consommation de résine pour renfort :

1 fois le poids en tissu par m²

3 fois le poids en mat par m²

Exemple : Pour l'imprégnation de 1 m² de mat 300 g il faut 900 g de résine

Epaisseur du stratifié par couche :

300 g de mat	donne env.	0,90 mm	d'épaisseur de couche
450 g de mat		1,20 mm	
80 g de tissu		0,08 mm	
160 g de tissu		0,16 mm	
400 g de tissu		0,40 mm	

VOSSCHEMIE

- Plus de 50 ans de compétence dans le domaine des plastiques durcissant à froid

Contact France :

SOLOPLAST-VOSSCHEMIE

Rue du Pré Didier

Z.I. Le Fontanil-Cornillon

38120 Saint-Egrève

Téléphone : 04 76 75 42 38

Télécopie : 04 76 56 14 49

E-Mail : info@soloplast.fr

Internet : www.soloplast.fr

Ce guide est destiné à vous informer et vous conseiller. La transposition de valeurs d'expérience et de résultats de laboratoire généraux à un cas d'application concret est fonction de nombreux facteurs sur lesquels nous ne pouvons pas influencer. Les conseils contenus dans ce guide ne sont pas contractuels. Toutes les informations mentionnées sont sujettes à modifications éventuelles.