

Construction de bateaux de pêche: 4

Construire un bateau non ponté en stratifié de verre



Photo de la page de couverture:

Une étape de la construction d'un bateau non ponté en plastique renforcé de fibres de verre, aux Maldives.

Avec l'autorisation de Derrick Menezes

Construction de bateaux de pêche: 4

Construire un bateau non ponté en stratifié de verre

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR LES PÊCHES ET
L'AQUACULTURE

507

par
Thomas Anmarkrud
Consultant FAO
Hagavik, Norvège

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO.

ISBN: 978-92-5-206393-3

Tous droits réservés. La FAO encourage la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Les utilisations à des fins non commerciales seront autorisées à titre gracieux sur demande. La reproduction pour la revente ou d'autres fins commerciales, y compris pour fins didactiques, pourrait engendrer des frais. Les demandes d'autorisation de reproduction ou de diffusion de matériel dont les droits d'auteur sont détenus par la FAO et toute autre requête concernant les droits et les licences sont à adresser par courriel à l'adresse copyright@fao.org ou au Chef de la Sous-Division des politiques et de l'appui en matière de publications, Bureau de l'échange des connaissances, de la recherche et de la vulgarisation, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome (Italie).

© FAO 2011

Préparation de ce document

Le présent manuel a été préparé à partir d'informations recueillies durant l'exécution d'un projet de redressement post-tsunami de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), financé par le Gouvernement japonais et mis en œuvre aux Maldives après le tsunami de 2004.

Le bateau en fibre de verre de 4,5 m présenté dans ce manuel est le MDV-1. Il a été mis au point en coopération par la FAO et le Ministère des pêches et des ressources marines des Maldives dans le but de remplacer les Bokkuras traditionnels en bois, détruits par le tsunami. Øyvind Gulbrandsen, architecte naval consultant auprès de la FAO, était responsable de l'avant-projet détaillé du MDV-1.

En 2005, Thomas Anmarkrud a fait un compte-rendu préliminaire de l'avancement des travaux, tout en assurant la formation des communautés locales des Maldives pour qu'elles puissent construire elles-mêmes leurs bateaux. Il a maintenant revu et développé ces informations et ajouté des photographies prises par Derrick Menezes, consultant en construction navale auprès du Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, qui a également collaboré au projet. Des photographies du chantier naval de Thomas Anmarkrud et de ses travaux alors qu'il était consultant au Sri Lanka, en Chine et en Pologne ont aussi été utilisées pour illustrer les procédures et techniques décrites.

La préparation de ce manuel a été financée par le Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO et achevée sous la supervision d'Ari Gudmundsson, spécialiste des industries de la pêche (navires), Service de la technologie de la pêche.

Résumé

Dans de nombreuses régions du monde, il devient difficile de trouver le type de bois requis pour construire un bateau de bonne qualité, de sorte que de nombreux constructeurs commencent à se tourner vers le stratifié de verre. Les informations données dans ce manuel concernent spécifiquement la construction d'un bateau de pêche non ponté de 4,5 m, appelé MDV-1. Il s'agit d'une embarcation simple, facile à manœuvrer, sûre et conçue pour être propulsée à la rame et au moteur. Sa conception générale en fait un bateau adapté aux eaux côtières du monde entier.

Des informations générales de base sur l'utilisation du stratifié de verre comme matériau de construction navale sont présentées et les différentes étapes de la construction d'un bateau de pêche non ponté de 4,5 m sont expliquées en détail. En outre, la brochure explique comment entretenir un bateau de ce type et reconnaître les problèmes de fatigue du matériau, et donne des instructions simples pour la réparation de dégâts mineurs du stratifié de verre.

Ces informations sont destinées aux constructeurs navals peu expérimentés qui ont déjà une pièce mère ou un moule. (La fabrication d'une pièce mère est complexe et demande de savoir lire les plans de forme et tracer les couples.) On est parti du principe que les personnes qui projettent de construire un bateau possèdent déjà de bonnes connaissances générales de l'utilisation des principaux outils à main. Ce manuel devrait également permettre aux constructeurs qui ont déjà une expérience de travail avec ce matériau, de maintenir et d'améliorer le contrôle de la qualité.

Le présent manuel devrait aider les constructeurs et les pêcheurs à mieux comprendre la mise en œuvre du stratifié de verre, à déceler les problèmes de fatigue de matériau et les dégâts plus sérieux, et à effectuer les travaux d'entretien et les réparations nécessaires.

Anmarkrud, T.

Construction de bateaux de pêche: 4. Construire un bateau non ponté en stratifié de verre. *FAO Document technique sur les pêches et l'aquaculture*. No. 507. Rome, FAO. 2011. 70p.

Table des matières

Préparation de ce document	iii
Résumé	iv
PARTIE I – GÉNÉRALITÉS	1
Introduction	1
Description et manutention des matériaux	2
Outils nécessaires	8
Éléments de base de la stratification	12
Santé et sécurité	16
PARTIE II – CONSTRUCTION DU MDV-1	21
Fabrication de la pièce mère	21
Fabrication du moule	32
Construction du bateau	35
PARTIE III – ENTRETIEN ET RÉPARATION	47
Entretien	47
Réparation des petits défauts	49
Réparation des dommages structurels	51
RÉFÉRENCES	59
ANNEXES	61
1 Construire des bateaux en stratifié de verre à partir de bateaux anciens	61
2 Doubler des bateaux anciens avec du stratifié de verre	63
3 Liste des matériaux et stratification de la coque du MDV-1	65
4 Table de cotes du MDV-1	67
5 Fiche technique sur le polyester à usage général	69

PARTIE I – Généralités

INTRODUCTION

Dans de nombreuses régions du monde, il devient difficile de trouver le type de bois nécessaire pour construire un bateau de bonne qualité, de sorte que beaucoup de constructeurs commencent à se tourner vers le stratifié; toutefois, ils ne sont pas toujours aussi familier de ce matériau que du bois.

Comme le stratifié de verre n'est pas transparent, il peut être difficile de se prononcer sur sa qualité structurelle. Lorsqu'il est livré par le constructeur, le stratifié peut avoir un bon aspect à la surface, alors que les couches inférieures sont de mauvaise qualité ou usées par fatigue du matériau. Trop souvent, les pêcheurs remarquent ces défauts brusquement, quand ils ont déjà pris la mer et qu'il est trop tard pour prendre des mesures préventives.

Qu'est-ce que le stratifié de verre?

Le stratifié de verre, est un matériau composite - dont les principaux constituants sont la fibre de verre et la résine - étalé en couches alternées et durci pour former un stratifié solide. À titre de comparaison, dans un arbre, les fibres de bois sont agglomérées par leur colle naturelle, la lignine. De la même manière, dans le stratifié de verre, des couches de fibre de verre sont collées ensemble par la résine polyester. Dans un arbre comme dans le stratifié, les fibres donnent de la résistance à la structure, la lignine et la résine lient les fibres les rendant rigides, et répartissant les efforts entre les fibres.

Assemblé correctement, le stratifié peut être à la fois solide et rigide et avoir une bonne résistance à la fatigue et à l'eau. En revanche, s'il a un défaut de fabrication, il peut conserver une bonne apparence en surface, mais se dégrader et devenir hors d'usage avant même d'avoir atteint la moitié de sa durée de vie normale.

Ce manuel de base se concentre sur le processus de préparation du moule et de construction d'un bateau en stratifié de verre, par assemblage de couches de tissus de verre, appelés mat, avec une résine polyester orthophtalique à usage général (polyester). Les tissus de verre peuvent aussi être collés ensemble avec d'autres résines, comme les résines vinylester ou époxy.

La résine chimique issue du pétrole est toxique et inflammable, d'où l'importance des considérations de sécurité lorsque l'on travaille avec ce matériau. Les précautions à prendre sont décrites dans les pages qui suivent.

FIGURE 1



Ce constructeur naval est en train de saturer les fibres du tissu mat avec de la résine de polyester, au moyen d'un rouleau à résine.

Il porte aussi un masque facial protecteur pour respirer sans inhaler les fumées toxiques.

DESCRIPTION ET MANUTENTION DES MATÉRIAUX

FIGURE 2
Fibre de verre – Tissu mat

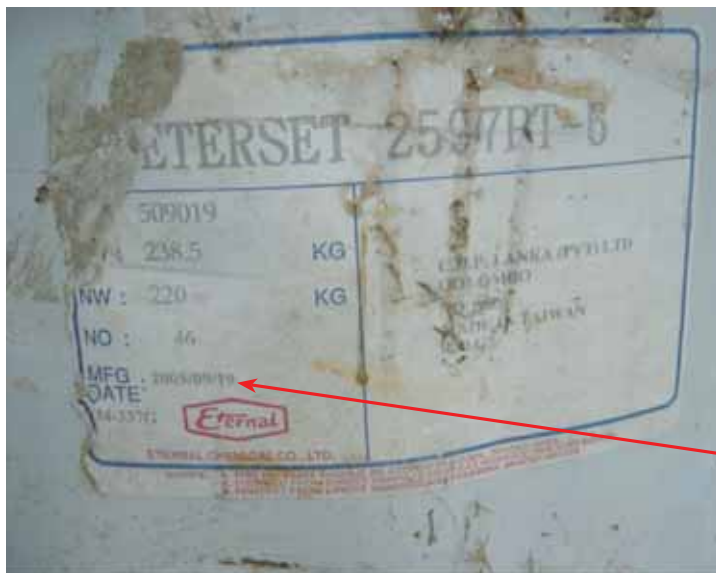


Le tissu mat est constitué de fibres de 25 à 50 mm de longueur (1 à 2 pouces) orientées de manière aléatoire et maintenues ensemble par un liant polyvinyle (PVA) soluble dans le styrène.

Pour le MDV -1 de 4,5 m, on utilise des mats de grammage 300 g/m² et 450 g/m². Le mat de 300 g/m² est principalement utilisé pour la première couche, au lieu d'un tissu de surface, alors que le mat de 450 g/m² est employé pour les «couches structurelles».

Il est très important que le mat reste sec et libre de toute contamination.

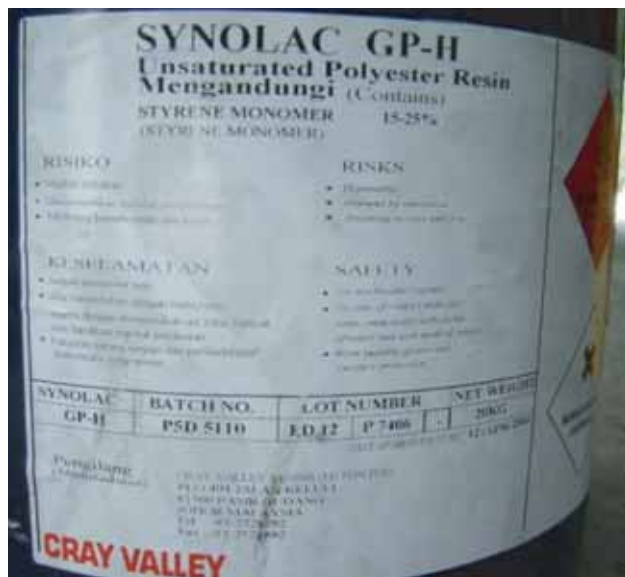
FIGURE 3
Résine polyester



La résine polyester la plus couramment utilisée est une résine orthophtalique de polyester à usage général. Mélangée avec 1 pour cent de peroxyde de méthyléthylcétone (MEKP), faisant office de catalyseur, cette résine a normalement un temps de gélification de 8 à 15 minutes, à une température de 30°C. Stockée à l'abri de la lumière et à une température inférieure à 25°C, la résine peut se conserver six mois.

Si elle est entreposée à des températures tropicales standard, elle ne reste stable que trois ou quatre mois après la date de fabrication (indiquée sur l'étiquette collée sur le fût).

FIGURE 4
Gelcoat/topcoat

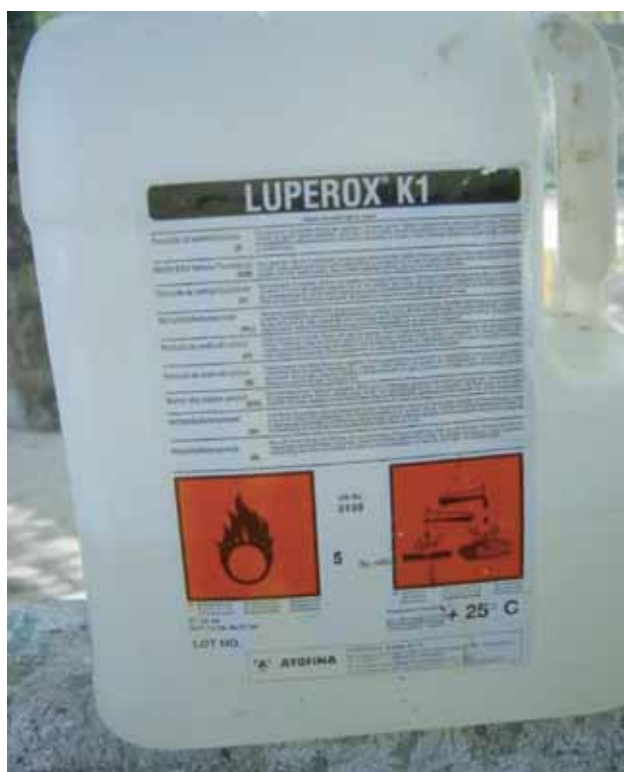


La date de fabrication est écrite sur l'étiquette du bidon et la stabilité au stockage est la même que pour la résine de polyester.

Le gelcoat n'est pas pigmenté mais on peut ajouter un colorant. Utiliser au maximum 10 pour cent et bien mélanger à vitesse réduite à l'aide d'un embout malaxeur connecté à une perceuse électrique, avant l'application. Ajouter un catalyseur (maximum 2 pour cent) au gelcoat.

Le topcoat est fabriqué en mélangeant 4 pour cent de cire dans le gelcoat qui a été préparé. Il sèche à l'air en surface et est souvent utilisé comme couche de finition.

FIGURE 5
Durcisseur/catalyseur



Le catalyseur, est utilisé pour la polymérisation. Il est extrêmement corrosif et des précautions particulières doivent être prises durant la manutention et l'entreposage. Portez des lunettes de sécurité et des gants de caoutchouc pour votre protection personnelle.

Lorsque l'on mélange le durcisseur et la résine, la réaction chimique génère de la chaleur (exothermie). Si le durcisseur est déversé en grande quantité, il peut réagir rapidement avec d'autres matériaux et provoquer un incendie. Le durcisseur et le polyester doivent être entreposés dans un local séparé.

Si l'on utilise un accélérateur pour faire une colle à prise rapide l'accélérateur doit être bien mélangé avec le mastic avant d'ajouter le durcisseur. Le mélange d'un accélérateur et d'un durcisseur provoque une explosion. Si les températures sont voisines de 37°C, suivre les conseils du fabricant et utiliser au minimum 1 pour cent de durcisseur, ce qui raccourcira le temps de gélification. Pour faciliter le travail, préparer ce mélange par petites quantités.

FIGURE 6
Cire



Pour préparer un moule déjà utilisé pour la construction d'un bateau en stratifié de verre, enduire la surface du moule d'une quantité modérée de cire de démoulage en pâte, de qualité supérieure et la polir avec un chiffon propre jusqu'à ce qu'elle devienne bien brillante.

Pour préparer un moule neuf, appliquer de 5 à 10 couches de cire. On peut aussi utiliser du Polyalcool de vinyle (PVA) pour faciliter le démoulage avant d'entamer la fabrication des cinq premiers produits. Avec un moule de bonne qualité, il ne devrait pas être nécessaire d'utiliser du PVA; il devrait être suffisant de cirer et de polir légèrement après chaque démoulage. C'est ainsi que l'on obtient les meilleurs produits finis.

FIGURE 7
Agent de polissage



Un agent de polissage (ou pâte à polir) se présente en différentes qualités (brut, fin ou superfin). Ce produit sert à obtenir un nouveau fini de haute brillance dans un moule ou lorsqu'on répare une coque en stratifié. On commence par poncer la surface avec du papier abrasif à l'eau, de grains 240 à 1200 (voir la Figure 14). Ensuite on polit la surface avec une pâte brute. Enfin, après un nettoyage complet, on polit la surface avec une pâte fine puis avec de la cire.

Si l'on répare un moule, le point réparé doit être poncé, poli puis préparé comme indiqué plus haut pour un moule neuf.

Acétone

L'acétone est un solvant liquide très utilisé pour dissoudre et enlever le polyester des pinceaux, rouleaux et autres outils avant qu'il durcisse ou se polymérise. L'acétone peut être absorbé par la peau et emmagasiné dans l'organisme. Il supprime aussi les graisses naturelles qui font que la peau reste souple et en bonne santé. L'utilisation immodérée d'acétone sur de longues périodes, sans protection adéquate, peut avoir des conséquences graves pour la santé. On évitera le contact direct en portant des gants de protection lorsque l'on manipule de l'acétone. Ce produit ne doit pas être utilisé pour se laver les mains.

Styrène

Le styrène est un composant standard de la résine polyester. C'est aussi un solvant et il peut être utilisé pour réduire la viscosité du polyester et du gelcoat. Également nécessaire pour la polymérisation, ce produit ne doit pas être utilisé à une concentration supérieure à 5 pour cent, sous peine de compromettre le processus de polymérisation et la solidité du stratifié fini. Lorsque l'on répare de vieux stratifiés, un coup de chiffon légèrement imprégné de styrène avant la stratification peut améliorer la liaison entre les anciens et les nouveaux stratifiés de polyester. Le styrène est également un bon produit pour nettoyer les moules.

Mousse de polyuréthane

La mousse de polyuréthane (PU) liquide peut être répandue à l'intérieur des bords de nage et d'autres cavités creuses pour assurer la flottaison. Pour fabriquer la mousse, deux liquides, livrés dans des bidons séparés A et B, doivent être mélangés en quantités égales (1:1) pour obtenir une expansion et une polymérisation adéquates. La quantité de liquide nécessaire pour obtenir le volume souhaité doit être confirmée avant usage. Normalement, la capacité d'expansion est telle que 1,6 kg de liquide mélangé donne approximativement un pied cube (0,0283 mètre cube) de mousse. La mousse PU se présente aussi en blocs et en feuilles de densités variables.

La résine polyester peut être appliquée directement sur de la mousse PU polymérisée.

Polystyrène expansé (styromousse)

Ce matériau ne peut pas être utilisé pour assurer la flottaison. La styromousse, qui est généralement la mousse la moins chère sur le marché, se présente en blocs ou en feuilles. Toutefois, elle est facilement abîmée par des solvants et fond quand elle est en contact avec l'acétone, le styrène et l'essence. Il n'est donc pas recommandé de stratifier directement sur de la styromousse sans l'isoler avec du plastique résistant aux solvants. Le polystyrène expansé absorbe aussi l'eau quand il y est exposé pendant une période prolongée. Il doit donc être imperméabilisé avec du bitume émulsionné.

ENCART 1

UNE BONNE VENTILATION EST INDISPENSABLE LORSQUE L'ON MANIPULE DE LA RÉSINE DE POLYESTER, DU STYRÈNE ET DE L'ACÉTONE!! LES FUMÉES PEUVENT ÊTRE DANGEREUSES POUR LA SANTÉ !

QUAND LA MOUSSE PU POLYMÉRISE, ELLE LIBÈRE DES GAZ D'ISOCYANATE QUI SONT ÉGALEMENT NOCIFS S'ILS SONT INHALÉS.

Notons que lorsqu'ils sont mis au rebut, les produits chimiques, les résines durcies et les mousses ont un impact négatif à court et/ou à long terme sur l'environnement.

Entreposage des matériaux

Précautions à prendre lors de la manutention et de l'entreposage des matériaux constitutifs du stratifié:

1. Toujours contrôler si les produits reçus correspondent bien à ceux commandés au fournisseur, et ne jamais partir du principe que la livraison est conforme à la commande. Le numéro des lots et la date de fabrication et/ou de péremption doivent être vérifiés dès réception des conteneurs. Si le produit est périmé ou d'une

FIGURE 8
Informations sur les matériaux entrant dans la fabrication du Stratifié de verre



Toujours vérifier et noter par écrit le numéro du lot et la date de fabrication lorsque l'on reçoit des produits qui ont une durée de conservation limitée. Ces informations doivent toujours être indiquées sur le conteneur.

Ci-contre, un bidon de 20 kg de gelcoat, avec les indications requises sur l'étiquette.

qualité différente de celle qui a été commandée, il doit être retourné au fournisseur, à ses frais. Ce contrôle est essentiel car, si le bateau se casse par suite de l'utilisation de matières premières inappropriées, son propriétaire ne se retournera pas contre celui qui a fourni les matières premières, mais contre le constructeur.

2. Demander au fournisseur des fiches techniques pour chaque produit et les conserver pour mémoire (se reporter à l'exemple fourni à l'Annexe 5). Les fiches d'information mentionneront toutes les propriétés physiques et techniques exigées par le concepteur du bateau pour fabriquer un produit de qualité. Les résines peuvent avoir des caractéristiques très variables, notamment en termes de viscosité et de résistance. Les fiches donneront aussi des indications essentielles, notamment sur les proportions des mélanges et les fourchettes de température critiques à respecter pour la stratification.
3. La fibre de verre (tissu mat) doit être maintenue sèche et propre, ce qui est très important mais difficile à obtenir dans un climat chaud et humide. Le mat de verre doit être conservé dans un local sec et ventilé. Si l'atmosphère est chargée de poussière ou très polluée, ou s'il risque de pleuvoir, recouvrir le matériau d'une bâche de plastique.
4. Le polyester et le gelcoat seront dans la mesure du possible entreposés à une température inférieure à 25 °C. La durée de conservation est considérablement réduite à des températures plus élevées.
5. Bien mélanger le gelcoat et les résines dans leur conteneur d'origine, avant l'utilisation. Selon les normes existantes, la résine devrait être mélangée pendant dix minutes tous les jours pour éviter que les additifs se séparent et se déposent au fond du fût. S'ils ne sont pas remués avant usage, les additifs peuvent se séparer et remonter à la surface.
6. Pour optimiser les résultats lors de la stratification, les matières premières, le moule et l'environnement de travail doivent être à la même température.

Si la température est très supérieure à 30 °C, disons à 37 °C, le temps de gélification sera raccourci. Si elle est très inférieure à 30 °C, la polymérisation risque fort d'être insuffisante. Des températures trop basses et une humidité élevée peuvent aussi provoquer la «frisure» du gelcoat (qui se plisse).

FIGURE 9
Mélange de la résine



Si l'on ne dispose pas d'une perceuse avec un embout mélangeur approprié, le mieux est de faire rouler le fût.

Toutefois, si le fût est resté un certain temps à la verticale, la résine polyester qui se trouve au fond est peut-être déjà devenue plus visqueuse et il pourrait ne pas être suffisant de faire rouler le fût pendant dix bonnes minutes pour que la résine plus lourde se mélange bien à la résine plus légère. Si le mélange n'est pas homogène, la première résine qui sortira par le robinet du fût risque d'avoir un degré de viscosité différent de celle qui sera extraite ultérieurement.

FIGURE 10
Mesure de la température et de l'humidité



Tout atelier, même rudimentaire, utilisé pour la construction de plastiques renforcés de fibres doit avoir un appareil indiquant la température et l'humidité relative de l'air dans l'atelier.

Le modèle ci-contre est suffisant et bon marché.

Si l'humidité ambiante monte au-dessus de 80 pour cent, le liant contenu dans le Mat absorbera l'humidité et le renfort (Mat) sera «mouillé», et par conséquent moins résistant.

Tous ces problèmes peuvent être résolus si le travail de stratification est effectué le matin avant que le soleil devienne trop chaud ou l'humidité trop élevée.

Installations

Dans un climat tropical, les matériaux entrants dans la fabrication du stratifié de verre doivent être entreposés dans un lieu aussi sombre et aussi frais que possible pour maximiser la durée de conservation.

Dans les climats plus frais, si les produits sont entreposés à des températures voisines de 0 °C ou inférieures, un fût de polyester met environ une semaine, à température ambiante (18 à 23°C) pour se réchauffer et atteindre la température d'utilisation.

FIGURE 11
Entreposage des matériaux entrant dans la fabrication du Stratifié de verre

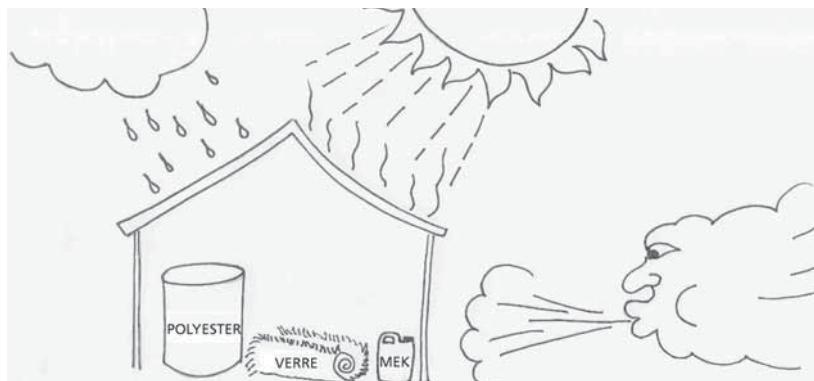


FIGURE 12
Espace de travail



L'espace de travail et les matériaux entrant dans la fabrication du stratifié de verre doivent impérativement être à l'abri du soleil, du vent et de la pluie.

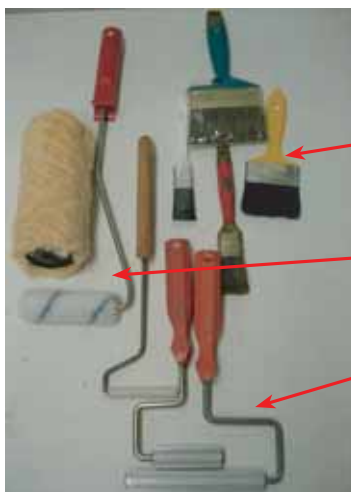
Les mêmes précautions doivent être prises pour l'entreposage des matières premières.

S'il n'est pas possible d'avoir un abri comme celui-ci-contre, on construira un abri temporaire, par exemple, en grosse toile.

OUTILS NÉCESSAIRES

Mis à part les moules proprement dits, quelques outils à main spéciaux sont nécessaires.

FIGURE 13



La figure ci-contre montre quelques exemples des outils nécessaires pour construire un bateau de pêche de 4,5 m.

Les pinceaux servent surtout à appliquer le gelcoat, mais ils peuvent aussi être utilisés pour appliquer la résine de polyester dans les recoins difficiles et sur de petits détails.

On peut employer des rouleaux à résine de différentes tailles, faits avec des matériaux résistants aux solvants.

Divers rouleaux ébulleurs sont employés à diverses fins. Les rouleaux doivent être passés avec fermeté mais sans trop appuyer. Cesser d'ébuller dès que la résine commence à gélifier. À partir de ce moment-là, si l'on continue à passer le rouleau, on formera des bulles d'air au lieu de les enlever.

FIGURE 14



On commence par poncer le stratifié avec du papier de verre de grain 60 (ou plus gros). Les papiers abrasifs de grains 80 et 120 sont utilisés pour les travaux de finition intermédiaires.

Des papiers de verre à l'eau de grains 240, 400, 600, 800, 1 000 et 1 200 servent pour les travaux de finition sur le moule et sur le gelcoat de la coque.

FIGURE 15



Les entonnoirs sont pratiques pour verser le polyester sans déborder dans des récipients plus petits si l'on ne veut pas utiliser des seaux plus gros.

Il est utile d'avoir des récipients mesureurs transparents de plusieurs tailles pour doser le polyester et le gelcoat.

On peut préférer une balance pour peser de petites quantités de gelcoat et de polyester ou la fibre de verre.

FIGURE 16



On peut utiliser diverses seringues pour doser avec précision de très petites quantités de durcisseur.

Un bouchon de bouteille de soda contient normalement environ 5 ml de durcisseur.

FIGURE 17



Rubans adhésifs de carrossier de deux tailles pour diverses tâches: par exemple, pour séparer deux couleurs différentes de gelcoat sur la coque pendant la construction, ou isoler une zone pour des réparations. Le ruban adhésif est aussi pratique pour fixer une bâche de plastique servant de protection contre la poussière ou la pluie.

Couteaux à mastic avec manches pour étaler le mastic.

Les couteaux de carrossier, plus larges, normalement employés pour le débosselage des carrosseries de voitures peuvent aussi être utiles.

FIGURE 18



Un couteau classique ou un cutter avec des lames de rechange peut être employé pour couper les tissus secs ou le stratifié «en gel» à partir des bords.

Des tournevis sont nécessaires pour monter les taquets en inox et les bouchons de vidange.

Le mat peut aussi être coupé avec des ciseaux ou déchiré à la main sans forcer.

Un ciseau à bois est pratique pour retirer les bosses et les brins de fibre de verre polymérisés.

FIGURE 19



Les maillets en caoutchouc sont utiles pour taper doucement sur les moules et faciliter le démoulage.

Un marteau classique est plus utile pour enfoncer les coins en bois insérés autour du bord du moule.

On se sert de clés mixtes pour visser les boulons et les écrous de la défense, ainsi que les taquets, les boulons à œil et les cadènes fil.

Une clé anglaise (clé à molette) est aussi pratique pour tenir les boulons et les écrous pendant le serrage.

FIGURE 20



On peut utiliser une scie à bois pour couper la mousse.

Une scie à métaux peut être utile pour couper le stratifié polymérisé et les boulons en inox.

FIGURE 21



On devrait pouvoir disposer d'une perceuse électrique avec un assortiment complet de forets, de mèches plates à bois de différentes tailles pour le lamage des boulons de 6 mm des défenses en bois.

On fixe à la perceuse des embouts à scie cloche pour métaux durs pour percer de plus gros trous dans le stratifié de verre.

FIGURE 22



Surtout utilisées pour éliminer par ponçage le stratifié endommagé, les ponceuses/meuleuse à disques électriques servent aussi à poncer le stratifié avant l'assemblage et à améliorer les liaisons secondaires. Elles peuvent être munies de disque papier de grain 40 à utiliser avec un disque support en caoutchouc.

Des disques au carbure peuvent être fixés et utilisés pour couper ou meuler le stratifié polymérisé et sectionner les boulons en acier inoxydable.

L'appareil à droite de l'image est idéal pour aplanir des zones étendues «ponceuse orbitale».

FIGURE 23



Les limes électriques sont parfaites pour poncer les zones à réparer et atteindre des recoins difficiles.

FIGURE 24



Une scie sauteuse à lame en métal HSS (voir ci-contre) sert aussi bien à couper le bois que le stratifié de verre.

ÉLÉMENTS DE BASE DE LA STRATIFICATION

1. Préparez le moule en étendant de la cire de démoulage et en polissant ou alors en appliquant un agent de démoulage, suivant les indications de la figure 6. L'étape suivante de la construction d'un bateau en stratifié est celle de la préparation et de l'application du gelcoat. Une fois que le gelcoat a été mélangé avec la quantité

FIGURE 25



FIGURE 26

Ci-contre à gauche: gelcoat appliqué au pinceau sur la surface noire du moule.

Ci-dessous, utilisation d'une jauge d'épaisseur pour gelcoat.



voulue de catalyseur, comme indiqué sur la fiche technique, il est important d'en appliquer la bonne épaisseur, au rouleau, au pinceau ou avec un pistolet à peinture. Théoriquement, l'épaisseur de cette couche de gelcoat devrait être comprise entre 0,4 et 0,8 mm, et elle peut être mesurée avec une simple «jauge d'épaisseur», que l'on peut demander au fournisseur ou fabriquer avec un morceau de métal. Pour information, une bonne couche de gelcoat, appliquée au pinceau, a une épaisseur de 0,25 à 0,30 mm, de sorte que deux couches devraient suffire.

Cette première couche de gelcoat doit être bien polymérisée avant d'entamer le processus de stratification. Le mieux est d'attendre trois ou quatre heures pour que la polymérisation soit complète. Si l'on commence la stratification moins d'une heure et demie après le gelcoatage, le polyester risque de ramollir le gelcoat et de le plisser, provoquant un défaut de «frisure».

Pour obtenir une bonne liaison primaire entre le gelcoat et la résine de polyester, commencez le processus de stratification le plus tôt possible après avoir laissé passer les quatre heures et en tous cas dans les 24 heures suivant le gelcoatage. Cette règle s'applique aussi au «temps de vie» en pot du polyester pour garantir une bonne liaison primaire entre les couches de stratifié. (La liaison primaire est examinée plus en détail dans la partie III – Entretien et réparation). Des précautions doivent être prises pour éviter la contamination de la surface du gelcoat. Si le moule enduit de gelcoat frais reste toute la nuit dans un abri ouvert, recouvrez-le d'un plastique léger, surtout s'il fait humide, s'il y a du vent ou si les conditions sont telles qu'il y a un risque de contamination du gelcoat.

Tous les matériaux requis devraient être préparés avant de commencer à stratifier sur le gelcoat. La résine de fibre de verre doit être parfaitement remuée et à température ambiante avant d'ajouter le catalyseur et de mélanger. Une fois la résine mélangée avec le catalyseur, toutes les étapes nécessaires pour poser une couche de stratifié doivent être achevées rapidement car le mélange ne peut être travaillé que pendant 10 à 15 minutes. Les fournisseurs devraient mettre à disposition une fiche technique indiquant pendant combien de temps le polyester peut être travaillé, à une certaine température et avec une quantité déterminée de catalyseur. Une fiche d'information technique sur la résine de polyester orthophtalique à usage général est jointe à l'Annexe 5, à titre d'exemple.

2. Ne mélangez que la quantité de polyester et de catalyseur que vous aurez le temps d'appliquer sur la fibre de verre. Il est préférable de mélanger une petite quantité de polyester dans un grand conteneur (voir Figure 27) car le mélange se gélifiera moins vite que s'il était dans un petit récipient, où la réaction exothermique serait accrue. Ce problème peut aussi se produire si les couches de stratifié sont trop épaisses.

FIGURE 27



On peut fabriquer un outil pratique pour mesurer le catalyseur en attachant un fil d'acier à un bouchon de bouteille. Le contenu exact du bouchon pourra être mesuré avec une seringue.

Un bouchon de bouteille de soda contient normalement 5 ml de durcisseur. Pour respecter la proportion de 1% de catalyseur, il suffit d'ajouter un bouchon plein dans 500 ml (1/2 litre) de polyester.

3. Suivez les étapes initiales décrites dans la section Description et manutention des matériaux et assurez-vous que vous utilisez la quantité voulue de catalyseur pour une bonne polymérisation.

On doit toujours appliquer une couche de résine de polyester avant de poser le tissu mat. Le rouleau ébulleur sert à chasser les éventuelles bulles d'air et compacter ensemble les couches de résine et de fibre de verre.

Si pour doser la résine de polyester, on choisit comme unité de mesure le litre plutôt que le kilogramme, l'écart entre le volume et le poids est pratiquement nul si bien que l'on peut considérer qu'un kilogramme est égal à un litre. Avec l'une ou l'autre de ces mesures, il n'y aura pas de perte de qualité significative quand on travaille avec ces matériaux sur une structure aussi robuste que le MDV-1.

4. La première couche, ou «la couche d'isolation», est constituée de résine et d'un mat de 300g. On s'assurera que le gelcoat polymérisé est exempt de bosses ou de contamination avant de commencer la stratification. Il est essentiel d'éliminer avec soin toutes les bulles d'air et de laisser la première couche se polymériser pendant 4 à 6 heures, voire toute une nuit, avant de poser la couche suivante. Il est particulièrement important que le mat de fibre de verre de la couche d'isolation soit déchiré (voir figure 28) plutôt que coupé. Pour cette première couche, les bandes de mat seront posées bord à bord sans se chevaucher. Cette technique ne laisse aucune aspérité entre la couche d'isolation et les couches successives et permet de ne pas altérer la structure du bateau. Comme la couche d'isolation n'est pas une couche structurelle, ce mode d'assemblage n'enlève rien à la solidité globale du produit fini.

FIGURE 28



Sur la figure ci-contre, on voit comment est appliquée la première couche de fibre de verre (couche d'isolation).

Le gelcoat est complètement recouvert d'une généreuse couche de polyester pour s'assurer qu'il ne reste pas d'air.

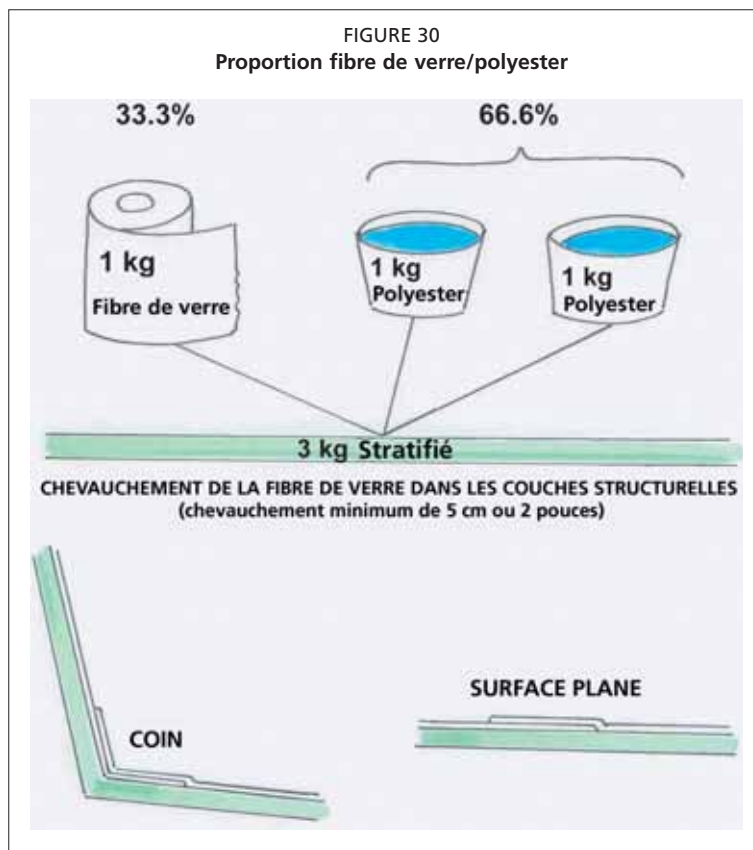
Le mat de fibre de verre à bords déchirés est ensuite appliqué avec soin par-dessus la couche de polyester et bien ébullé au rouleau.

FIGURE 29



Il est très important d'utiliser comme il convient les rouleaux ébulleurs. Ces outils servent à imprégner le tissu mat avec la sous-couche de polyester et à chasser tout l'air emprisonné entre les deux couches. L'ébullage doit être achevé avant que le polyester commence à prendre et à polymériser.

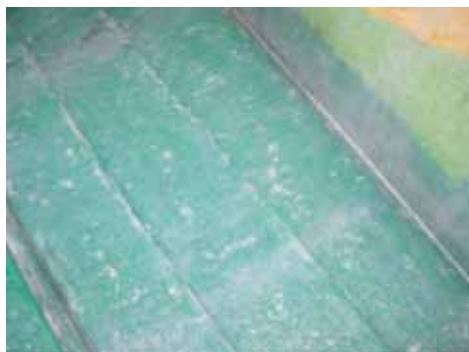
Ce constructeur de bateaux se sert d'un petit rouleau ébulleur pour pousser la fibre de verre dans une rainure étroite et chasser les éventuelles bulles d'air.



La Figure 30 indique les proportions de fibre de verre (tissu mat) et de polyester à respecter dans un stratifié et montre comment les bandes de mat doivent être disposées ou se chevaucher dans une couche structurelle.

5. Le contrôle de la qualité repose sur une inspection visuelle continue. Une surveillance étroite doit être maintenue pour déceler une éventuelle contamination de la surface ou la présence de bulles d'air. Si la fibre de verre est trop humide, le stratifié devient blanc. Si la réaction exothermique est trop rapide, le stratifié change de couleur et prend un aspect de mousse. Si la proportion de polyester est trop élevée, des amas de résine apparaissent. Le constructeur est habituellement le seul à pouvoir détecter et corriger ces défauts, et une fois que la couche suivante de stratifié est posée, les défauts ne se voient plus. Or, s'ils ne sont pas corrigés immédiatement, le nouveau bateau aura dès le départ des faiblesses mineures ou majeures.
6. Pour la construction du bateau de pêche MDV-1 de 4,5 m, on n'utilise pas de roving tissé mais uniquement du tissu mat, pour faciliter le travail. Lorsque l'on stratifie, il est important de laisser passer l'intervalle de temps voulu entre l'assemblage de chaque couche. Il faut laisser le stratifié refroidir après la polymérisation (réaction exothermique) avant de commencer à étaler les deux couches suivantes, mais le travail doit être achevé dans les 24 heures. Les liaisons primaires et secondaires et la préparation de la surface à stratifier sont examinées plus en détail dans la partie III, dans la section «Réparation des dommages structurels».

FIGURE 31



La figure ci-contre montre les conséquences d'un contrôle de la qualité insuffisant.

De grosses poches d'air ont été laissées dans la première couche de mat posée sur le gel coat.

SANTÉ ET SÉCURITÉ

Sécurité des personnes et de l'environnement lorsque l'on manipule le stratifié de verre

Sécurité personnelle

1. Protection des yeux

Dans tous les environnements industriels, une protection est nécessaire pour éviter que des objets ou des substances chimiques rentrent dans les yeux des travailleurs. Lorsque l'on travaille le stratifié de verre, on s'expose à des dangers d'origine chimique, par des substances irritantes ou gravement corrosives pour les yeux, et physique (irritations par des particules en suspension dans l'air).

Par exemple, le catalyseur (peroxyde d'éthylméthylcétone) est un liquide hautement corrosif. Les meuleuses produisent de nombreuses particules dangereuses qui restent en suspension dans l'air. Dans les deux cas, on doit se protéger les yeux, principalement avec des lunettes étanches lorsque l'on manipule des matériaux entrant dans la fabrication du stratifié de verre.

FIGURE 32



Ci-contre à gauche, exemples de lunettes étanches pour une bonne protection des yeux, de casque anti-bruit pour préserver l'audition et de masque anti-poussière pour protéger les poumons durant les opérations de meulage.

2. Protection des voies respiratoires

Sur un chantier naval, il est évident que les premiers organes à protéger sont les poumons. La plupart des ateliers de construction sont dotés d'un système de ventilation mécanique pour maintenir les niveaux de particules volatiles, de fumées dangereuses et de poussière à un niveau acceptable. Même si des ventilateurs/

extracteur d'air sont en fonction, on doit porter un appareil respiratoire approprié lorsque l'on est directement exposé à des dangers tels que les vapeurs de styrène et la poussière de fibre de verre. Même si l'exposition à ces dangers ne semble pas avoir d'effets immédiats, peu à peu la poussière de fibre de verre s'accumule dans les poumons et à long terme elle va provoquer des troubles respiratoires pouvant aboutir à un collapsus pulmonaire. Les vapeurs de styrène émanant du polyester peuvent provoquer des troubles nerveux et d'éventuels dommages cérébraux, alors que les isocyanures qui se dégagent lors de la polymérisation du polyuréthane sont toxiques et que les amines libérées durant la polymérisation de l'époxy auraient une action cancérigène.

FIGURE 33



Ci-contre, l'appareil respiratoire le plus répandu pour se protéger des fumées. Le filtre sur le devant est jetable et doit être remplacé régulièrement.

Il existe différents types de filtres conçus pour des fumées spécifiques, et pour la poussière.

Le filtre doit être propre et du type approprié.

FIGURE 34



Ci-contre, un masque facial alimenté par des batteries. Le bloc-batterie se porte à la ceinture. L'air est propulsé à travers les filtres et poussé à l'intérieur du masque qui protège à la fois les yeux et les poumons.

Cet appareil, commode à porter, facilite la communication car il ne couvre que les yeux et le nez.

Lorsque l'on travaille avec des fumées volatiles dans un espace fermé peu ou mal ventilé, par exemple à l'intérieur d'un bateau, on doit se protéger avec des appareils respiratoires raccordés à une source externe d'air frais. À défaut, on s'exposerait à une pneumonite (inflammation du poumon causée par l'exposition à un produit chimique).

3. Protection de l'audition

L'exposition au bruit, continue ou même périodique, peut conduire à une perte d'audition permanente. On devrait toujours se protéger les oreilles quand un outil électrique, tel qu'une meuleuse ou un autre appareil bruyant, est en fonction. Par mesure de sécurité, soyez particulièrement attentif aux communications et à l'endroit où se trouvent vos collègues lorsque vous portez un casque anti-bruit, sous peine de ne pas entendre quand quelqu'un s'adresse à vous.

4. Sécurité lorsque vous marchez ou grimpez

La fibre de verre et la résine non polymérisées sont très glissantes. Les liquides renversés sur le sol, les escabeaux et les échafaudages sur lesquels vous grimpez peuvent provoquer des chutes et d'autres accidents graves.

En particulier quand on travaille sur des bateaux de grande taille, il est important de pouvoir accéder facilement au stratifié frais sans faire de dégâts. Des précautions doivent être prises pendant la construction et lorsque l'on utilise des escabeaux et des échelles. Vous pouvez aussi trébucher sur des câbles électriques.

FIGURE 35

Attention où vous mettez les pieds!!



Soyez très prudents lorsque vous marchez sur des planches étroites ou sur de la fibre de verre fraîche et glissante.

5. Protection des mains et des doigts

Pour construire des bateaux en fibre de verre, il faut avoir des mains et des doigts en parfait état. Des carrières peuvent être brisées quand on s'est abîmé ou coupé les mains ou les doigts.

Les meuleuses à disque et les scies électriques devraient toujours être munies d'un dispositif de sécurité approprié. Bien que le port de gants soit fondamental pour se protéger contre les produits chimiques et l'abrasion, ils tendent à restreindre la dextérité manuelle ce qui peut être dangereux lorsque l'on utilise des outils électriques. Il est indispensable d'organiser les travaux de façon à garantir une protection maximale contre les dangers liés aux produits chimiques et à l'utilisation d'outils électriques.

FIGURE 36



Sur cette photo, des travailleurs portent des gants à manches longues pour appliquer la résine.

Ils portent aussi des demi-masques respiratoires pour se protéger contre des fumées volatiles comme le styrène.

Les constructeurs de bateaux devraient toujours être bien approvisionnés en gants industriels résistants aux solvants.

6. Protection de la peau

Les menaces invisibles peuvent être aussi dangereuses que celles qui sont visibles.

Il faut éviter le contact direct avec des solvants comme le styrène et l'acétone car ils peuvent être absorbés à travers la peau et pénétrer dans la circulation sanguine. Cette absorption se produit quand on touche les liquides ou quand l'air est très pollué par des solvants durant la pulvérisation. Les effets du contact direct et répété avec des solvants se cumulent et se manifestent à long terme.

7. Protection contre les incendies

Il devrait être interdit de fumer et de faire des feux dans un chantier naval ou un atelier de construction de bateaux.

La plupart des matériaux utilisés pour la mise en œuvre du stratifié de verre sont très volatiles et hautement inflammables. Toute personne présente sur les lieux de travail doit avoir à cœur d'éliminer les risques d'incendie. Chez les fumeurs, les risques pour la santé sont considérablement aggravés car les effets nocifs du tabagisme et de l'inhalation de fumées volatiles se combinent.

Les appareils et les outils électriques doivent être utilisés avec précaution. Les câbles électriques présentent un risque majeur, notamment les fils en mauvais état qui peuvent entraîner des courts-circuits et provoquer des explosions ou des incendies. Les outils à air comprimé sont plus sûrs.

Toute fuite ou déversement accidentel d'un catalyseur peut comporter un risque d'incendie important, que la stratification se fasse par pulvérisation ou à la main.

Si l'on utilise trop de catalyseur, ou si l'on consacre trop de temps à des points de détails de la stratification, la résine peut commencer à se solidifier dans le seau.

Dans ce cas, la réaction exothermique peut se produire rapidement et déclencher un incendie, à moins d'enlever le seau pour le mettre en lieu sûr et de verser de l'eau sur la résine. Une réaction exothermique anormale peut aussi se produire lorsque de la fibre de verre fraîchement imprégnée est jetée dans un bac à déchets.

On se gardera de jeter des chiffons imprégnés de solvant dans le même bac.

Le mélange d'un accélérateur et d'un catalyseur (promoteur et initiateur) provoque des explosions.

Sécurité de l'atelier

1. Contrôle des poussières et des fumées

Quand on ponce, le mieux est de limiter la poussière à la source. Pour cela il faut un extracteur ou un capteur de poussière avec un tuyau de gros diamètre, ou un aspirateur-filtreur (de préférence de type "HEPA VAC") directement connecté par un tuyau à la meuleuse.

FIGURE 37



L'homme de gauche pulvérise du gelcoat et porte un respirateur raccordé à une source d'alimentation en air externe. C'est une bonne pratique. L'homme de droite prépare le tissu mat sans respirateur alors que l'atmosphère est lourdement chargée en styrène. C'est une mauvaise pratique.

En outre, les deux zones d'activité sont trop proches, de sorte que les éclaboussures produites à la pulvérisation du gelcoat vont contaminer la fibre de verre sur la planche de coupe. La qualité et la solidité du stratifié pourraient en pâtir.

Comme il est très difficile d'éliminer toute la poussière à la source, il peut être utile de combiner plusieurs méthodes pour maintenir un environnement de travail sain dans un atelier où plusieurs opérations sont effectuées simultanément.

Dans un chantier de construction navale, la méthode la plus efficace consiste à effectuer tout le travail possible de ponçage et de meulage dans un local séparé.

Pour contrôler les fumées, il devrait toujours y avoir un appareil quelconque d'aspiration d'air ou de ventilation dans la zone où se font les travaux de peinture, de gelcoatage et de stratification. On aura ainsi besoin de moins de respirateurs.

2. Limitation des risques d'incendie

FIGURE 38



Un exemple de conditions très dangereuses dans un atelier.

La meuleuse électrique est posée sur un baril de polyester plein, hautement inflammable !

Il appartient au chef d'atelier de maintenir un environnement de travail sûr et de réduire les risques d'incendie!

3. Réduction des déchets et évacuation des matériaux

Des plans et de bonnes routines pour l'évacuation des déchets sont nécessaires pour minimiser les risques d'incendie et la pollution. Des règlements concernant la gestion des déchets dangereux sont établis par les autorités locales. La séparation des déchets dangereux et non dangereux permet généralement de réaliser des économies.

Une gestion attentive des matières premières pour éviter le gaspillage permet aussi de réduire les dépenses!

4. Entreposage des matières premières

Théoriquement, toutes les matières premières devraient être entreposées dans des locaux séparés à la fois pour conserver leur qualité jusqu'à leur utilisation et pour des raisons de sécurité. Il est indispensable en particulier que le catalyseur ne soit pas stocké dans la même pièce que le polyester et le gelcoat, pour réduire les risques d'incendie.

5. Documentation

Toutes les fiches d'information technique obtenues du fournisseur pour chaque matériau acheté devraient contenir tous les renseignements nécessaires pour manipuler le produit sans danger. Il est recommandé de rassembler toutes les fiches techniques dans un classeur que l'on rangera dans un lieu sûr et accessible à tout le personnel susceptible d'être exposé à ces produits chimiques.

PARTIE II – Construction du MDV-1

Le MDV-1 est un bateau simple, facile à manœuvrer, sûr et conçu pour être propulsé à la rame et au moteur. Sa conception générale en fait un bateau adapté aux eaux côtières du monde entier.

S'agissant d'un bateau de taille modérée et léger, il peut être facilement remonté sur la plage. Un ou deux pêcheurs peuvent le manœuvrer facilement et, dans des conditions normales, un moteur de 5 cv est suffisamment puissant. Dans les eaux où il y a plus de courant, un moteur de 10 cv peut être nécessaire. Toutefois, comme le bateau n'est pas fait pour aller vite, il n'y a guère d'intérêt à utiliser un moteur plus gros.

Pour construire le MDV-1, il faut un moule. S'il n'en existe pas déjà un pour ce bateau, il faut le fabriquer. On construit un moule au moyen d'une pièce mère qui a exactement le même aspect extérieur que le bateau fini. Étant donné que la pièce mère sert seulement de base pour la stratification du moule, elle n'a pas besoin d'être aussi rigide qu'un bateau.

Le jeu de pièces mères est constitué de la pièce mère principale ou pièce mère de coque, de mères pour les bancs de nage central et arrière, et d'une pièce mère de pont.

FABRICATION DE LA PIÈCE MÈRE

Une pièce mère est constituée de plusieurs parties distinctes qui peuvent être en bois, en gypse, en métal ou en tout autre matériau résistant au styrène monomère.

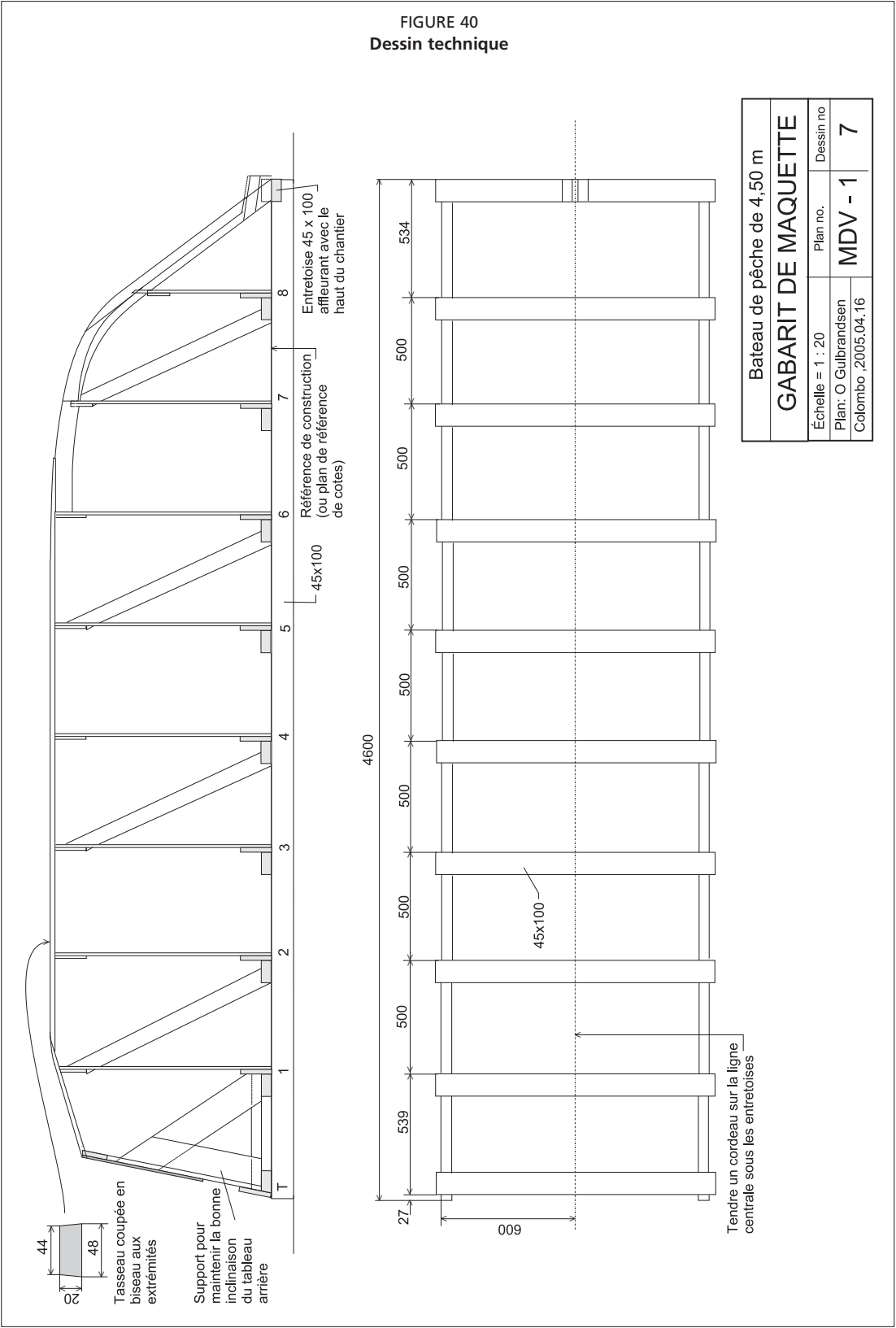
Il faut être bien conscient du fait que la surface du moule (et du bateau) sera la réplique exacte de la surface de la pièce mère. Plus la pièce mère est lisse, plus le bateau fini sera beau et sans défauts. Pour obtenir un fini satisfaisant, il faut éliminer toute imperfection en appliquant du mastic puis en ponçant et en polissant la surface ainsi obtenue. Lorsque l'on utilise un matériau poreux comme le bois ou le gypse, il est important de finir la pièce mère avec une bonne peinture bi composants résistante au styrène monomère.

Un vieux bateau en bois peut aussi servir de pièce mère pour construire un bateau en fibre de verre. On trouvera à l'Annexe 1 des informations sur cette méthode.

Les membrures et les sections du MDV-1 de 4,5 m sont présentées dans le «PLAN DE FORMES» de la Figure 39. Les dessins originaux sont à l'échelle 1:20. On peut aussi se référer au tableau de cotes de l'Annexe 4.

Les principes du travail du bois et du montage des membrures sont énoncés dans *FAO Document technique sur les pêches. No.134, Rév.2: Plans de bateaux de pêche: 2 Construction en planches et en contreplaqué de bateaux à fond en V.*

On peut réaliser facilement une structure stable en construisant les membrures décrites dans le dessin technique du «GABARIT DE PIÈCE MÈRE (OU MAQUETTE)» (Figure 40), en contreplaqué ou en panneaux de fibres. Voir aussi la figure suivante (Figure 41).



On peut avoir des préférences différentes quant au type et aux dimensions des tasseaux de bois que l'on fixe horizontalement tout autour de la surface de la maquette. Dans cet exemple, on a utilisé des tasseaux de bois de 12 mm d'épaisseur sur 45 mm de large sur les surfaces relativement plates des bordés, et de 12 mm de large sur 30 mm de haut sur les surfaces plus courbes où les côtés rejoignent la carène. Les tasseaux sont fixés horizontalement avec des petits clous, à intervalles de 5 à 10 cm, sur la longueur du bateau, aux endroits exacts où les blocs de bois ont été ajoutés sur les couples.

L'écart de hauteur entre les lattes de 45 mm et de 30 mm doit être grossièrement aplani avant de commencer à poser le contreplaqué.

Des bandes de contreplaqué de 3 mm (FancyPly, par exemple) doivent être fixées en diagonale sur les tasseaux (voir Figure 45) de manière à renforcer la stabilité de la surface et à ce qu'elles se courbent plus facilement sur le bouchain.

En plus des petits clous, il est préférable d'utiliser un peu de colle pour fixer les bandes.

FIGURE 41



L'image ci-contre montre le gabarit de la maquette monté et prêt à recevoir les bandes de bois horizontales ou «tasseaux».

De petits blocs de bois sont fixés sur le pourtour de chaque membrure pour que les clous qui maintiennent les tasseaux en place tiennent mieux.

Dans cet atelier de construction, le chantier a été chevillé au sol par des boulons pour améliorer sa stabilité tridimensionnelle et faciliter la tâche des travailleurs lorsqu'ils appuient durant l'application de mastic et le ponçage.

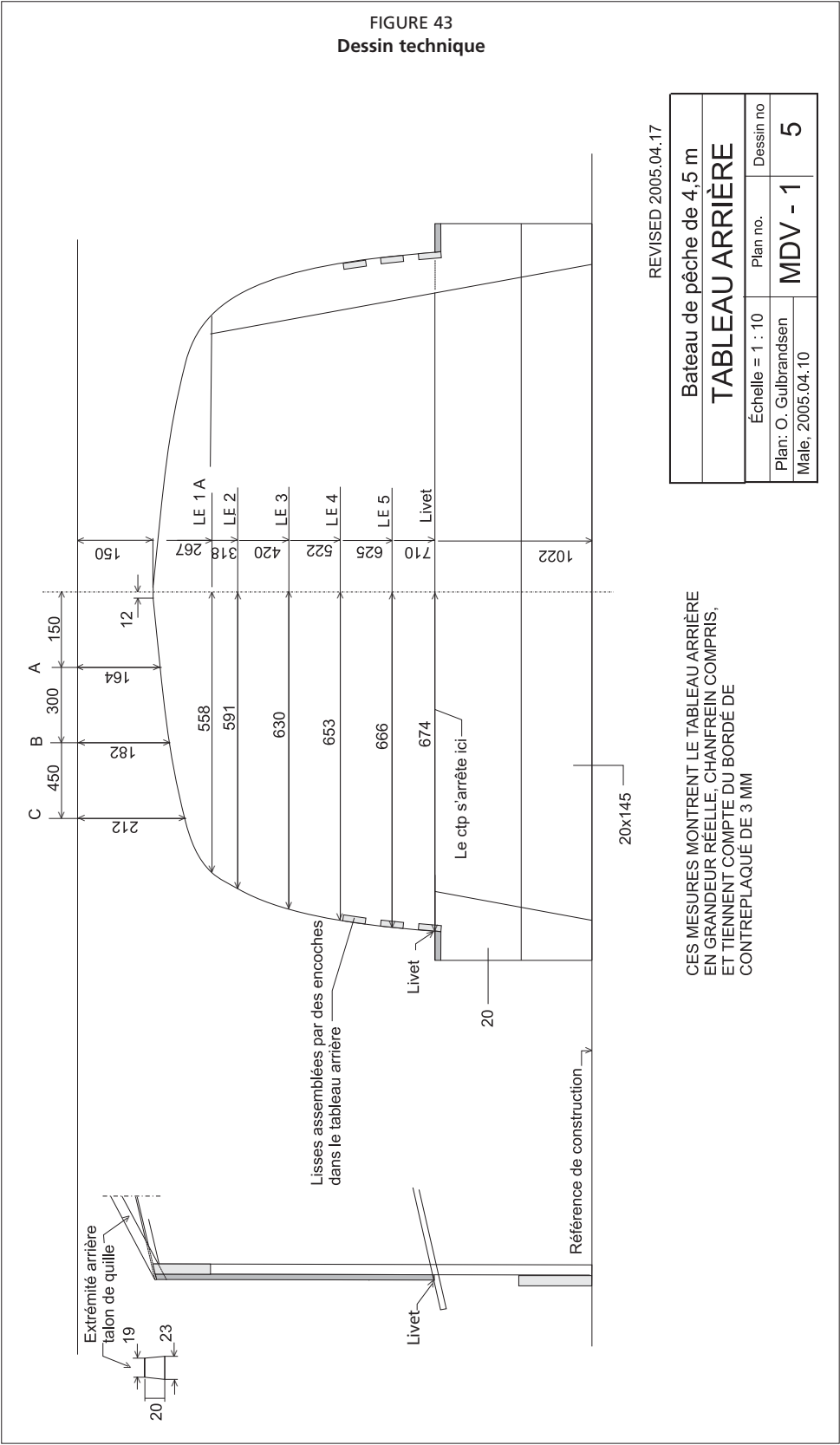
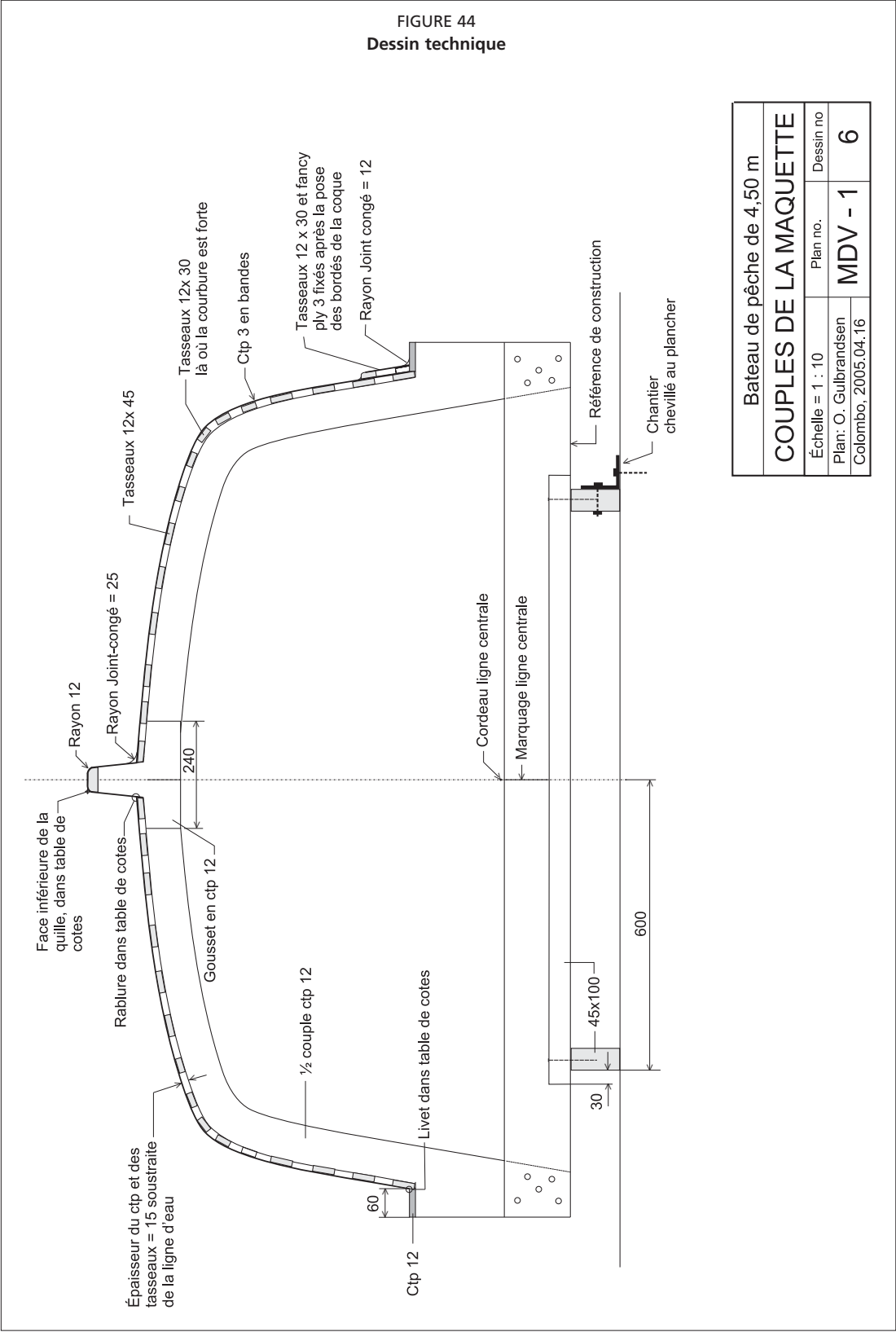


FIGURE 44
Dessin technique



Bateau de pêche de 4,50 m		
COUPLES DE LA MAQUETTE		
Échelle = 1 : 10	Plan no.	Dessin no
Plan: O. Gulbrandsen Colombo, 2005,04,16	MDV - 1	6

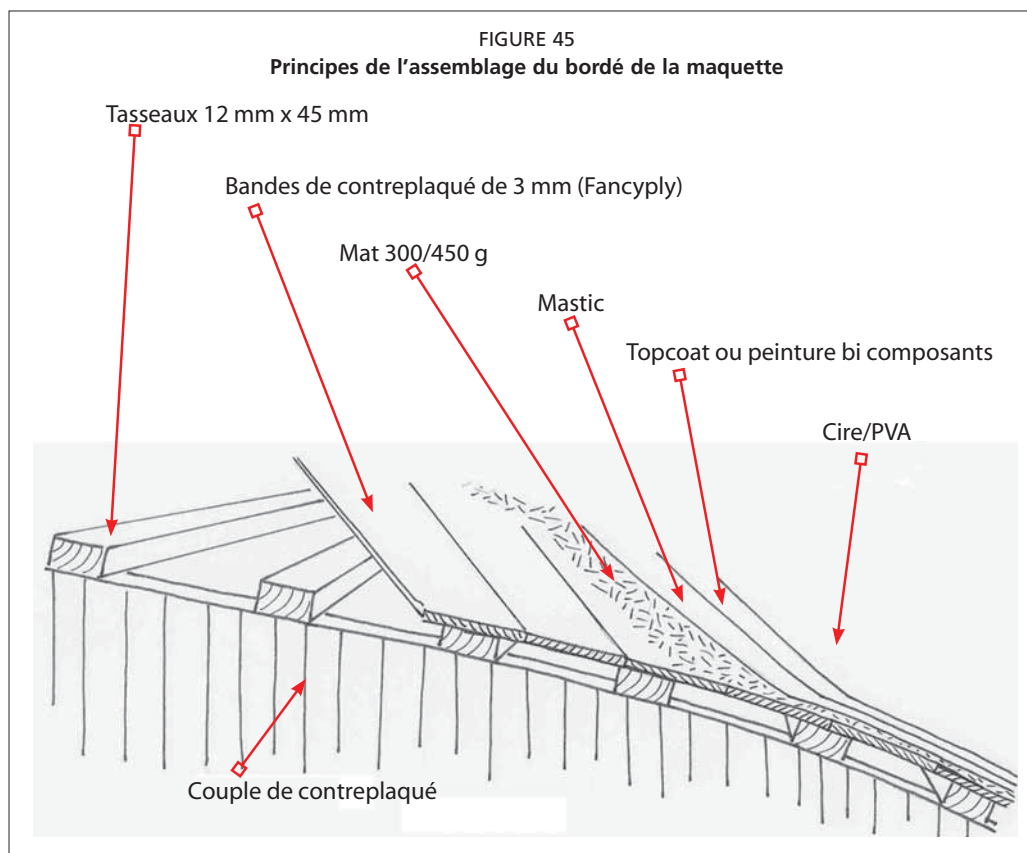


FIGURE 46
Photo montrant quelques détails de l'étrave



On note quelques écarts de mesure entre le dessin de l'«ÉTRAVE» (Dessin technique 42) et le dessin du «PLAN DE FORMES» (Dessin technique 39).

FIGURE 47



Vue des couples avec tous les tasseaux en place.

L'étape suivante consiste à fixer les bords de contreplaqué (bandes) en diagonale sur les lisses.

FIGURE 48



Parfois, les tasseaux (lattes de bois) sont plus espacés et recouverts d'une «peau» de contreplaqué plus épaisse.

Si l'on utilise une peau de contreplaqué plus épaisse, il faut ôter des couples la valeur de la surépaisseur en compensation.

Une fois que le contreplaqué est bien en place, la surface est égalisée et arasée avec du papier abrasif.

FIGURE 49



Une fois le ponçage achevé, la surface de bois est rendue étanche/recouverte d'un enduit et préparée pour la couche de stratifié.

Si on ne compte fabriquer qu'un seul moule à partir de cette maquette et/ ou si la mère doit être enduite d'une peinture bi composants, la couche de stratifié de verre est inutile.

FIGURE 50



Une couche de mat 300 ou 450 g est stratifiée sur la maquette pour en garantir la solidité et la stabilité.

La surface de la pièce mère est ensuite recouverte de plusieurs couches de mastic puis poncée pour aplanir les éventuelles imperfections des lignes.

FIGURE 51



Ici, la pièce mère est pratiquement prête pour le gelcoatage. Seules les quilles latérales doivent être montées et incorporées à la pièce mère. On utilise différentes couleurs de mastic pour localiser plus facilement les imperfections.

Pour égaliser au mieux la surface à ce stade de la finition, il est préférable de poncer à la main avec de longues planches plutôt qu'avec des outils électriques.

FIGURE 52



Pour obtenir un fini de la brillance souhaitée, on applique un topcoat ou une peinture bi composants par dessus le mastic.

Si on opte pour un topcoat, il doit être poncé à l'eau, en commençant avec un papier abrasif de grain pas plus gros que 240, et en finissant avec des grains de 1 000 à 1 200, voire jusqu'à 2 000.

Pour finir, on lustre la pièce mère à la peau de mouton puis à la cire.

NB! Pour assembler la coque au pont, on fait une bavette sur la pièce mère de coque (voir le Dessin technique 44).

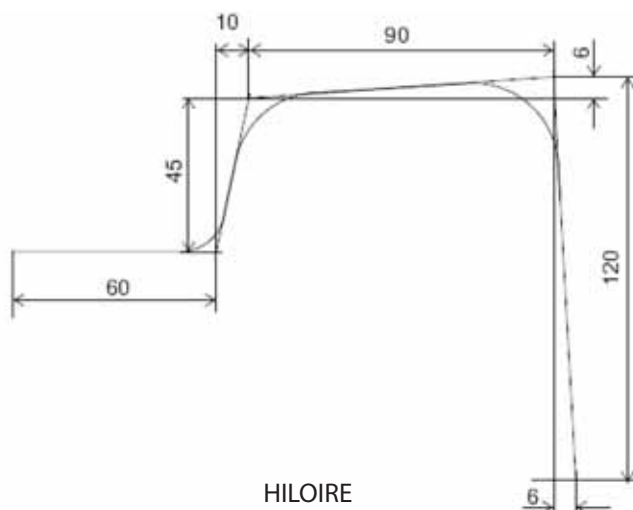
FIGURE 53
Dessin technique

FIGURE 54



Avant de construire la maquette du pont, on doit avoir fini la pièce mère de coque et le moule et stratifié une coque (qui sera utilisée pour fabriquer la maquette du pont).

Ensuite, des entretoises en rond d'acier sont laminées dans la coque pour maintenir les côtés en position.

Les mesures de l'hiloire sont indiquées sur la figure Figure 53.

Des motifs anti dérapant en vinyl sont aussi collés en place de manière à obtenir une impression en «négatif» parfaite dans le moule.

FIGURE 55



Toutes les parties de la maquette sont façonnées et fixées avec soin de façon à ce que toutes les parties stratifiées du bateau s'assemblent bien.

Sur cette photo, le banc de nage arrière, qui contient un caisson, est mis en place.

La première couche noire de gelcoat dur («Gel coat de moule») est aussi appliquée sur la pièce mère du pont, en préparation de la construction du moule de pont.

FIGURE 56



Il faut aussi construire des pièces mères séparées pour les bancs de nage avant de commencer à fabriquer le moule. Ci-contre à gauche, la pièce mère du banc de nage central.

Il faut contrôler si les différentes pièces mères s'insèrent bien dans la coque avant de se lancer dans la construction des moules.

FABRICATION DU MOULE

Les moules les plus utilisés sont des «moules femelles» qui garantissent que la surface externe du futur bateau sera parfaitement lisse quand le produit polymérisé sera sorti du moule.

Pour obtenir un tel fini, il faut travailler la pièce mère jusqu'à obtention d'une surface lisse et d'un brillant parfait avant de se lancer dans la construction du moule. Étant donné que le moule est la réplique exacte de la pièce mère, le moindre défaut lui est transféré et se voit sur le produit final.

La durée de vie d'un moule et sa valeur sont largement déterminées par la qualité de la surface de la pièce mère. Si l'on doit faire des améliorations ou des réparations à la surface du moule une fois qu'il a été détaché de la pièce mère, on perd un temps précieux. Tant que la surface du moule n'est pas cassée, il suffit de la polir avec un peau de mouton ou de la cire entre deux utilisations et l'on pourra démouler un plus grand nombre de produits, en moins de temps.

Préparer la surface de la pièce mère en l'enduisant de 5 à 10 couches de cire pour obtenir un fini parfait. Si la qualité du fini laisse à désirer où si le gelcoat appliqué sur la pièce mère n'a pas été laissé suffisamment longtemps pour bien pré-polymériser (2 à 3 semaines), on applique à la surface de la pièce mère un agent anti-démoulant.

FIGURE 57



Il faut utiliser du véritable «Gelcoat de moule» sur la pièce mère, et non pas simplement du gelcoat ordinaire de couleur noire. Le gelcoat de moule est généralement plus dur que le gelcoat ordinaire, il a une excellente capacité de brillance et il se rétrécit moins.

On doit obtenir une couche suffisamment épaisse en appliquant au moins 3 couches de gelcoat de moule. Le temps de polymérisation entre chaque couche est de 3 à 6 h.

Quand toutes les couches ont été appliquées, on laisse polymériser le gelcoat pendant 3 à 6 heures, puis on applique une couche de surface.

FIGURE 58



La fine première couche de tissu mat/voile de surface doit être posée avec soin. Il faut éliminer toutes les bulles d'air et la laisser polymériser séparément. À défaut d'un voile, on peut employer un mat 300 g.

Il est important d'appliquer une bonne couche de résine à la surface du moule avant d'ajouter le mat de surface, pour être sûr que le mat est imprégné à partir du fond, «et chasse l'air».

Il est préférable d'avoir des bords déchirés joints bout à bout plutôt que des bords coupés qui se chevauchent (voir exemple ci-contre).

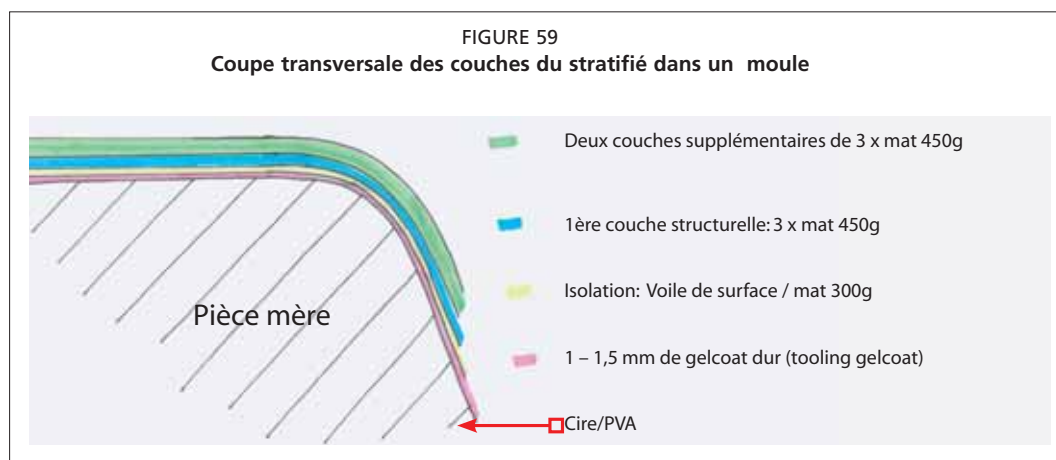
Après avoir laissé sécher la dernière couche de cire au moins 12 heures, on applique une couche de cire à moule que l'on laisse sécher pendant au moins 4 heures. Ensuite, on applique la pellicule de PVA destinée à faciliter le démoulage, avec une peau de chamois, un chiffon éponge wettex ou un tissu similaire. La peau de chamois ou le chiffon doit être saturé avec une solution de PVA, bien essoré et appliqué sans appuyer de façon à étendre une pellicule fine et égale.

NB! Si la surface de la pièce mère a été enduite d'une peinture bi composants bien polymérisée et si le cirage a été effectué avec soin, la pellicule destinée à faciliter le démoulage est inutile.

La procédure de stratification est à peu de chose près la même, qu'il s'agisse de construire un moule ou un bateau (cf. Éléments de base de la stratification). Il est **essentiel** de veiller à ce qu'il ne reste pas d'air emprisonné dans la couche d'isolation.

Il existe aussi des résines spéciales («résines de moules») qui résistent mieux aux dégagements de chaleur répétés dus à la réaction exothermique durant la polymérisation de couches successives de stratifié ainsi qu'aux efforts du démoulage.

Si l'on utilise de la résine polyester orthophtalique à usage général, on ne stratifiera pas plus de trois couches par jour pour permettre au styrène de s'évaporer et éviter l'accumulation de chaleur et un retrait excessif. Pour un bateau de cette taille, une épaisseur de stratifié de 10 mm devrait suffire pour le moule.



Des raidisseurs en stratifié de verre, contreplaqué ou acier doivent être stratifiés dans le moule pour que ce dernier conserve la forme souhaitée une fois qu'il aura été dégagé de la pièce mère. On laisse polymériser les couches de surface du moule pendant au moins deux semaines avant de fixer les raidisseurs et les membrures pour éviter qu'ils s'impriment.

FIGURE 60

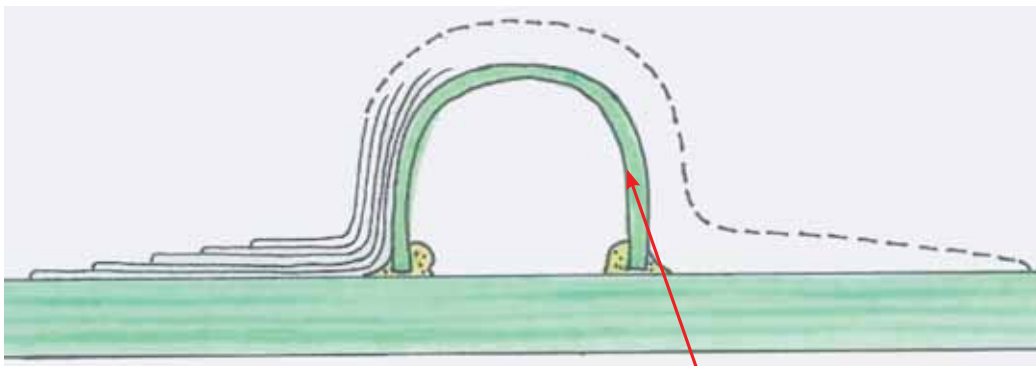


FIGURE 61



Ces deux figures montrent comment des raidisseurs fabriqués avec des tubes de stratifié de verre préformés sont mis en place et fixés avec du mastic, puis stratifiés avec au moins 5 couches de mat 450 g.

L'adjonction de ces raidisseurs améliore grandement la rigidité du moule sans ajouter beaucoup de poids.

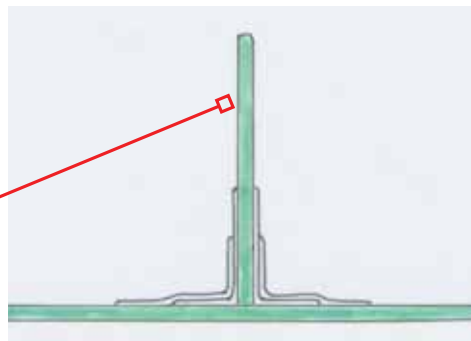
FIGURE 62



Ici, on voit le moule fini avec les raidisseurs fixés et le «berceau» qui le soutient.

Le berceau est fait de supports en contreplaqué, stratifiés une fois en place de la même manière que les tubes de stratifié de verre ont été fixés au moule (voir Figure 63).

FIGURE 63



Une couche de gelcoat et de fibre de verre a déjà été appliquée à l'intérieur du moule - points de départ du premier bateau qui sera construit.

FIGURE 64



Moule de pont prêt à l'emploi.

FIGURE 65



Moule fini du banc de nage central. Chaque partie (parties structurelles et autres éléments) du bateau doit avoir son propre moule.

Théoriquement, un nouveau moule devrait être laissé dans une tente, chauffée à une température d'environ 40 °C, pour se polymériser pendant environ deux jours. Dans les régions tropicales, il ne devrait pas être difficile de maintenir une température élevée. La pré-polymérisation devrait chasser la plus grande partie du styrène actif de la surface et contribuer à éviter que le moule frais colle au gelcoat du premier bateau qui sera construit. Une fois le premier bateau achevé et sorti du moule, préparez la surface du moule avec la cire, comme indiqué plus haut dans ce chapitre, avant de vous attaquer au deuxième bateau.

Pour «rôder» le moule, on peut construire deux produits «perdus» avec un reste de durcisseur pour créer un gelcoat «chaud» et deux couches de stratifié. Ce procédé peu dispendieux permet d'éviter que le premier «vrai» bateau reste collé au moule.

L'utilisation de PVA pour faciliter le démoulage est une mesure de précaution facile, mais donne un fini de surface qui laisse à désirer. On doit donc frotter et polir davantage pour obtenir un fini satisfaisant.

Attention! Comme le gelcoat de «moule» n'est pas stabilisé aux UV, le moule doit être entreposé à l'abri du soleil direct.

CONSTRUCTION DU BATEAU

Préparer le moule comme indiqué dans la section précédente «Fabrication du moule». La première étape de la construction du bateau réel consiste à appliquer l'épaisseur voulue de gelcoat sur le moule préparé. Deux couches appliquées au pinceau suffisent (pour obtenir une épaisseur de 0,4 à 0,8 mm).

On applique ensuite la couche d'isolation et les couches principales (structurelles) de stratifié. Pour ces opérations, on peut suivre les indications données dans la section intitulée «Éléments de base de la stratification» et le modèle de stratification de la Figure 59. On peut aussi se référer à l'Annexe 3.

FIGURE 66



Préparation du moule
avec de la cire.

Application de deux
couches de gelcoat.

Isolation.

Les couches principales
(structurelles) du
stratifié sont faites.

FIGURE 67



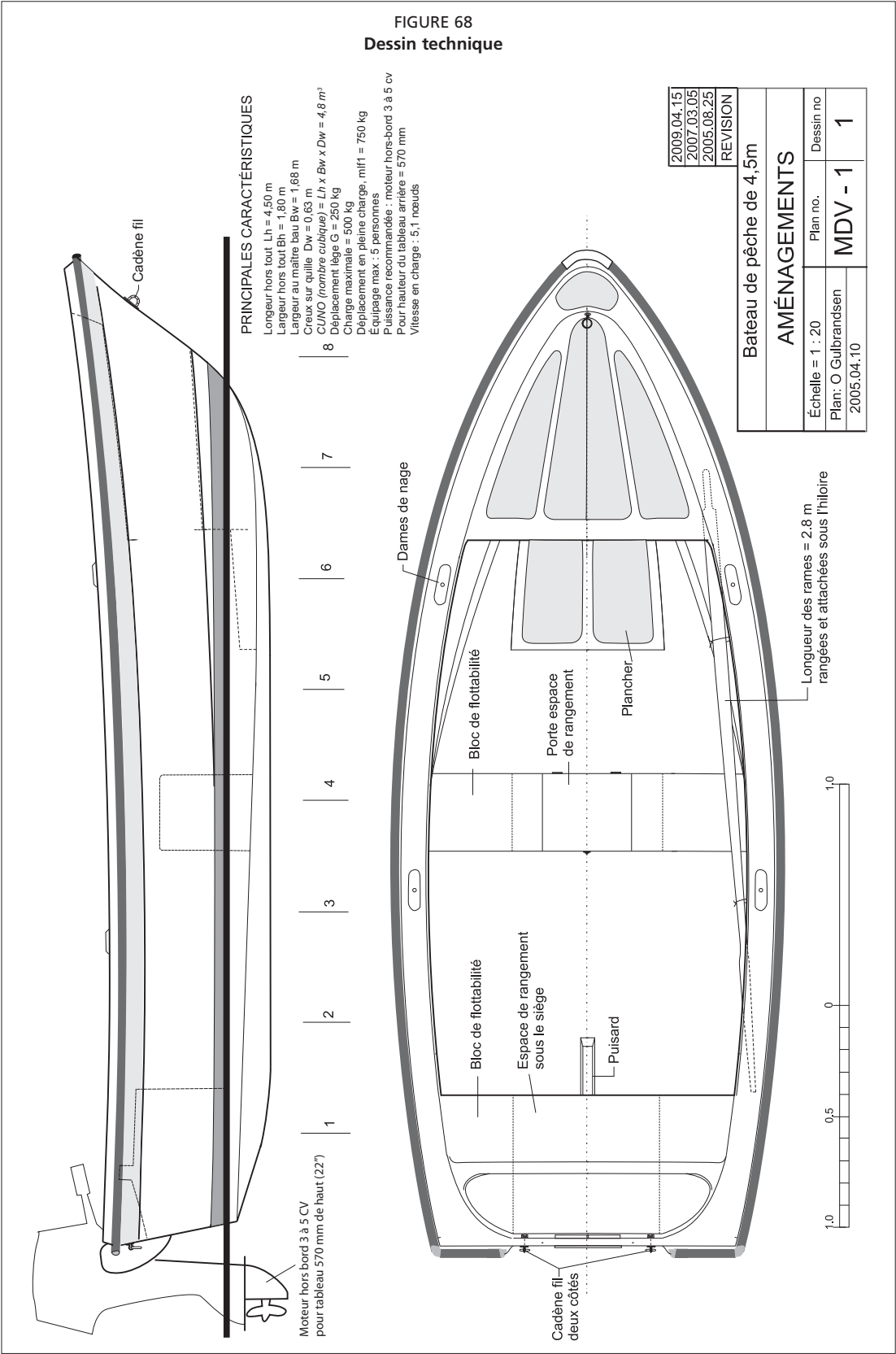
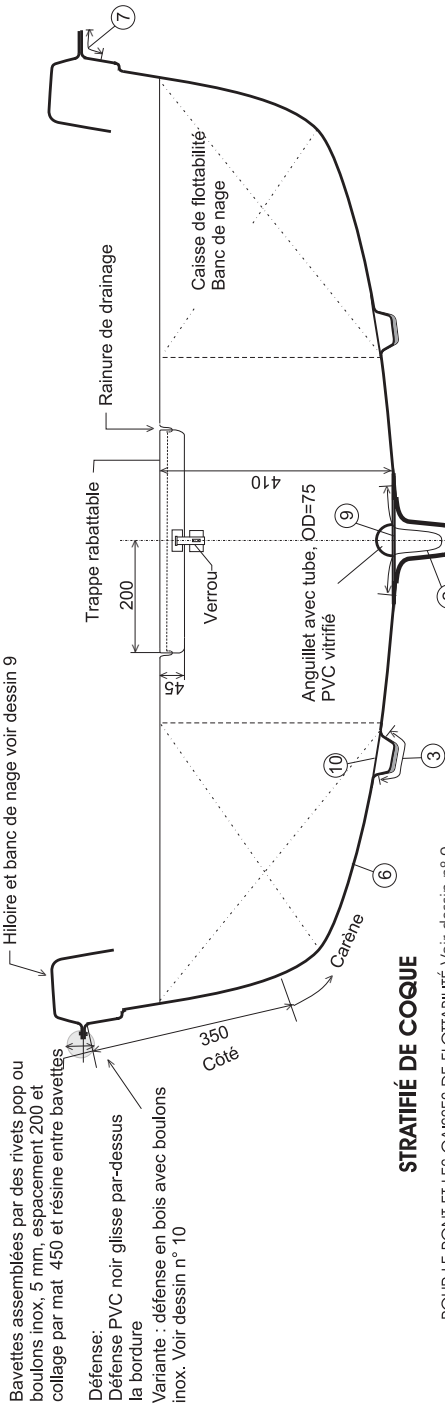


FIGURE 69
Dessin technique



STRATIFIÉ DE COQUE

POUR LE PONT ET LES CAISSES DE FLOTTABILITÉ Voir dessin n° 9

NO	ZONE	LARGEUR DE BANDE mm	ECHANTILLONNAGE g/m ²	TOTAL AREA g/m ²	TOTAL CSM m ²	TOTAL kg
1	Ensemble de la surface	1x300	300	12.3	3.7	
2	Renfort de quille	300 2x450	900	1.0	0.9	
3	Quilles latérales	100 1x450	450	0.6	0.3	
4	Coin tableau arrière	100 2x450	900	0.3	0.3	
5	Etrave	150 2x450	900	0.2	0.2	
6	Renfort du carène	1x450	450	5.7	2.6	
7	Renfort livet	100 1x450	450	1.0	0.5	
8	Ensemble de la surface	3x450+1x300	1650	12.3	20.3	
9	Bande sur quille	150 3x450	1350	0.5	0.7	
10	Bande sur gouvernail	150 3x450	1350	0.6	0.8	
				Total Mat	30.3 kg	
				Additional 10%	3.0 kg	
				Total Mat	33 kg	

Résine polyester avec teneur en verre =27% = 2.7 x 33 kg = 89 kg
Poids total stratifié dans la coque = 122 kg

Hiloire, pont, caisses de flottabilité =76 kg Dessin n°9

Poids total stratifié dans le bateau = 198 kg

Poids du sable = 10 kg

Poids total du bateau à vide = 210 kg + tolérance 20% = 250 kg

TOTAL ÉCHANTILLONNAGE

Carène, 2x300 + 4x450 = 2400 g/m², e = 5.6 mm
Bordés, 2x300 + 3x450 = 1950 g/m², e = 4.6 mm
Quille, 2x300 + 6x450 = 3300 g/m², e = 7.7 mm
Quilles latérales, 2x300 + 5x450 = 2850 g/m², e = 6.7 mm
Livet, 2x300 + 4x450 = 2400 g/m², e = 5.6 mm
Etrave, 2x300 + 6x450 = 3300 g/m², e = 7.7 mm

Sable et résine appliqués après première couche Mat 300 Épaisseur = 15 couches restantes par-dessus

2009.04.15
2007.03.12
2007.03.05
2005.08.25
REVISIONS

Bateau de pêche de 4,5 m			
COUPE AU MAÎTRE BAU			
Échelle = 1 : 10	Plan no.	Dessin no	
April, 2005	MDV - 1		8

FIGURE 70



On renforce le tableau arrière en ajoutant deux couches de contreplaqué de 18 mm collées l'une sur l'autre, soit au total une épaisseur de 36 mm.

Les côtés doivent être coupés en biseau (angle d'au moins 45°) avant d'être stratifiés avec 3 couches de mat 450 g.

Tous les orifices de drainage du puits moteur doivent être bien rendus étanches pour éviter que l'eau entre en contact avec le contreplaqué.

FIGURE 71



On renforce le pont en stratifiant des raidisseurs dans le pont, comme indiqué ci-contre à gauche.

Ici, les raidisseurs sont en bois sec. Assurez-vous que les extrémités des raidisseurs en bois sont coupées et bien collées au stratifié.

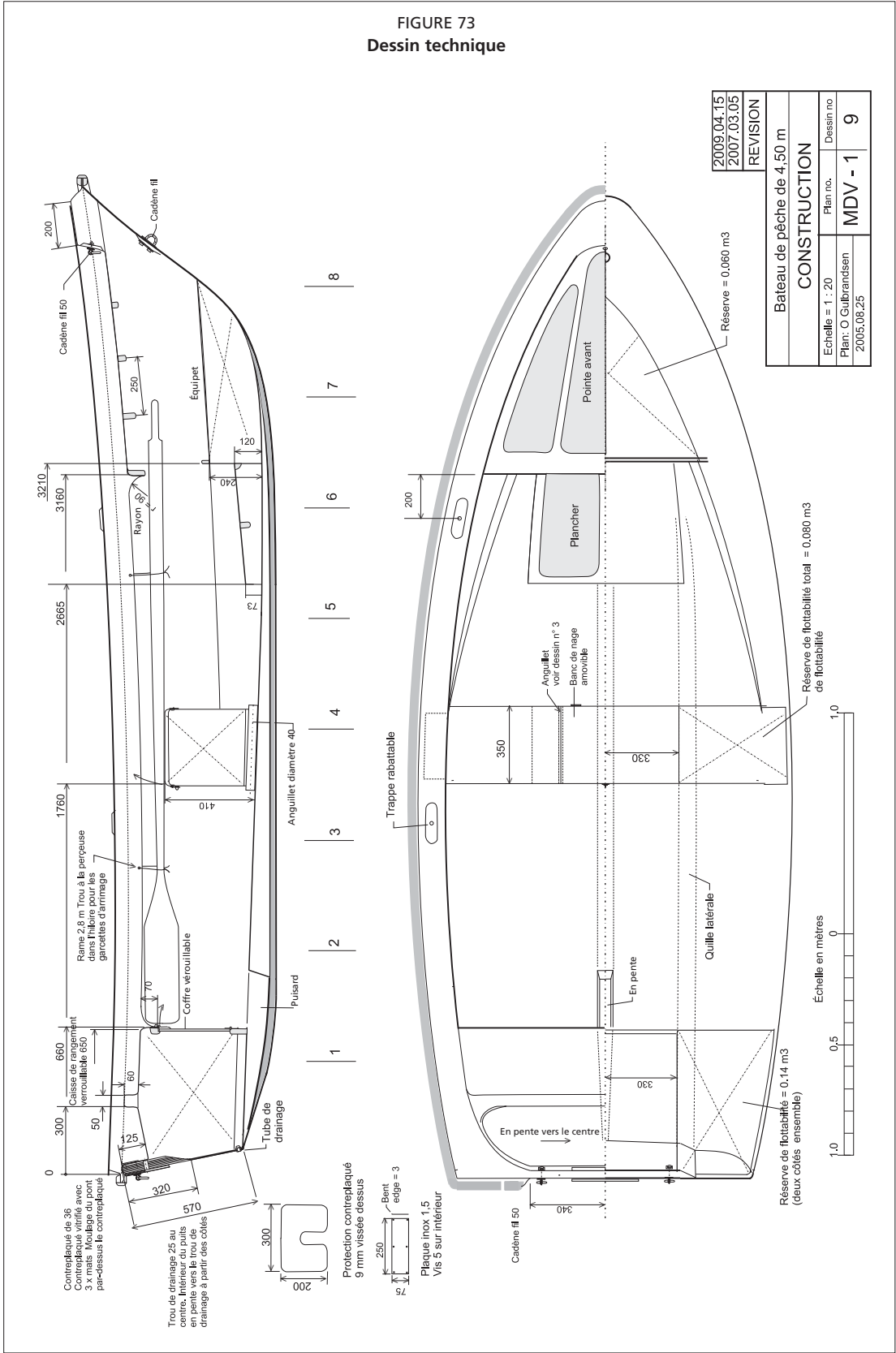
Les moules des raidisseurs en stratifié peuvent aussi être faits avec du contreplaqué, de la mousse de polyuréthane et des tuyaux préformés en stratifié. Autre variante: faire un «sandwich» avec de la mousse structurelle.

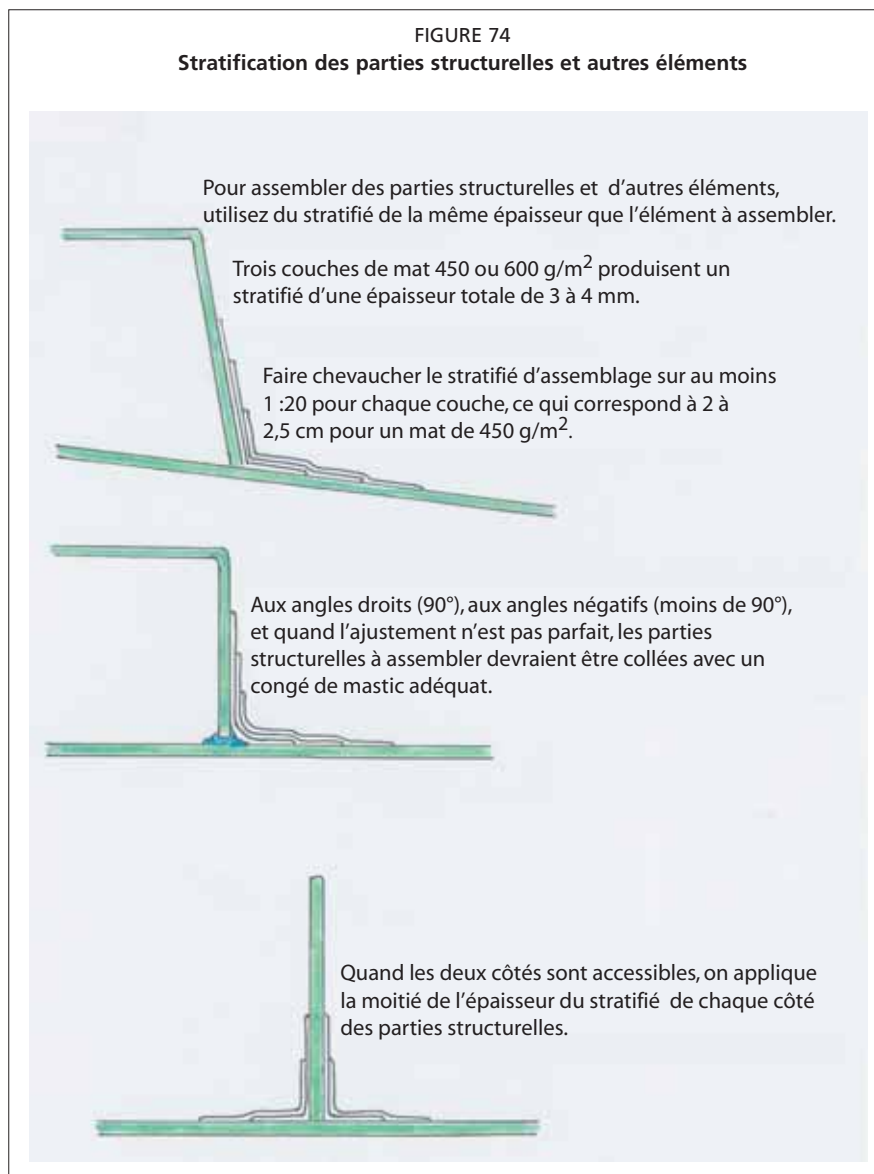
FIGURE 72



Sur ces deux images, on distingue les inserts de contreplaqué stratifiés dans le pont.

Ces inserts serviront de support pour visser les accessoires de pont nécessaires et ils renforceront la rigidité de la structure.

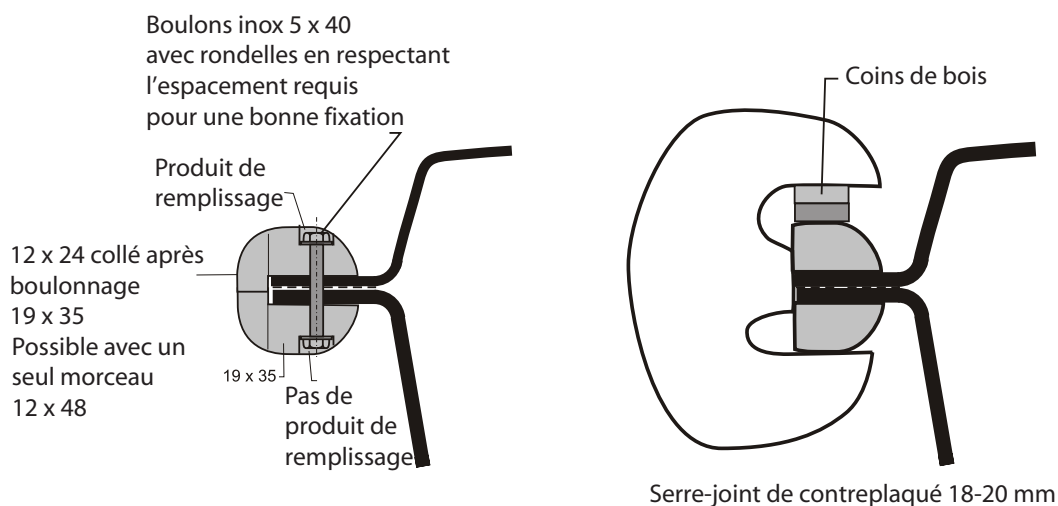
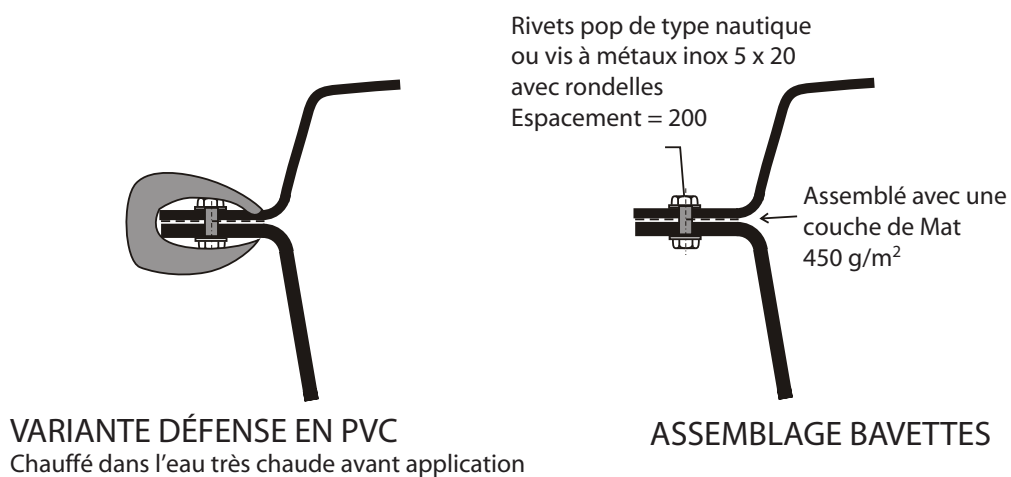




Avant d'assembler le pont à la coque, on meule très à plat avec un disque abrasif les deux bavettes pour obtenir un fini brut. On applique deux couches de stratifié fait avec du Mat 450g sur la bavette et on assemble les deux parties avec une bride de serrage pour qu'elles polymérisent.

Il est encore plus efficace, mais peut-être un peu plus coûteux d'assembler les deux moitiés, en utilisant comme joint d'assemblage du mastic-colle ou de la colle-polyuréthane de construction. Cette colle pourrait aussi être utilisée pour monter étanches les accessoires, les boulons et les vis au moment où on les monte. Si l'on n'utilise pas de fixations mécaniques, on peut fabriquer une simple bride de serrage pour maintenir les deux moitiés ensemble pendant que le stratifié ou joint d'assemblage durcit.

FIGURE 75
Dessin technique



**Utiliser du bois dur ayant une haute
résistance au pourrissement**

Bateau de pêche de 4,5 m		
LIAISON COQUE PONT		
Échelle= 2 : 1	Plan n.º	Dessin n.º
Plan : O Gulbrandsen	MDV - 1	11
Date : 2005.08.25		

FIGURE 76



Cette image montre les détails de la zone de rangement dans la partie avant du bateau.

On peut verser de la mousse de polyuréthane dans l'espace de flottaison sous la zone de rangement.

Les bords ont été meulés en vue de la stratification.

FIGURE 77



Ci-contre, le PU est versé dans l'espace de flottaison. Le volume de mousse exact nécessaire pour remplir l'espace doit être calculé avec soin. Les instructions du fabricant concernant la température, les proportions du mélange, et le taux d'expansion de la mousse doivent être comprises et suivies à la lettre.

1,6 kg de PU liquide donne environ 0,028 m³ (1 pied³) de mousse.

FIGURE 78



Banc de nage fixé et mis en place avec les avirons rangés sur le côté.

FIGURE 79



On peut peser le bateau pour calculer les quantités de polyester et de fibre de verre qui ont été utilisées pour le construire.

Sur l'image, on voit les espaces de flottaison et la zone de rangement à l'arrière du bateau.

FIGURE 80



Le bateau fini a une zone de rangement arrière fermée par une trappe étanche.

FIGURE 81



Une plaque d'acier ou d'aluminium sert de renfort supplémentaire pour le montage du moteur.

Emplacement prévu pour les chaînes fil que l'on voit à la figure 82.

FIGURE 82



Organneau (cadène fil) en inox de 8 mm à monter à l'avant et à l'arrière du bateau, comme indiqué sur le dessin technique 73.

FIGURE 83



Il existe plusieurs types de dames de nage.

En voici une de fabrication locale, aux Maldives.

FIGURE 84



Le noble de vidange est monté dans le tableau arrière avec deux vis à têtes fraisées numéro 8 de ½ pouce.

Le bouchon de vidange doit être rendu étanche avec du joint au moment du montage.

FIGURE 85



Un moteur hors-bord de 5 cv est suffisant pour naviguer en eaux calmes. Dans les zones où les courants sont plus forts, un moteur de 10 cv serait plus approprié.

La plaque anti-cavitation doit être alignée sur le fond du tableau arrière (voir ci-contre à gauche).

FIGURE 86



Ci-contre, au premier plan, un bateau terminé sans défense.

PARTIE III – Entretien et réparation

ENTRETIEN

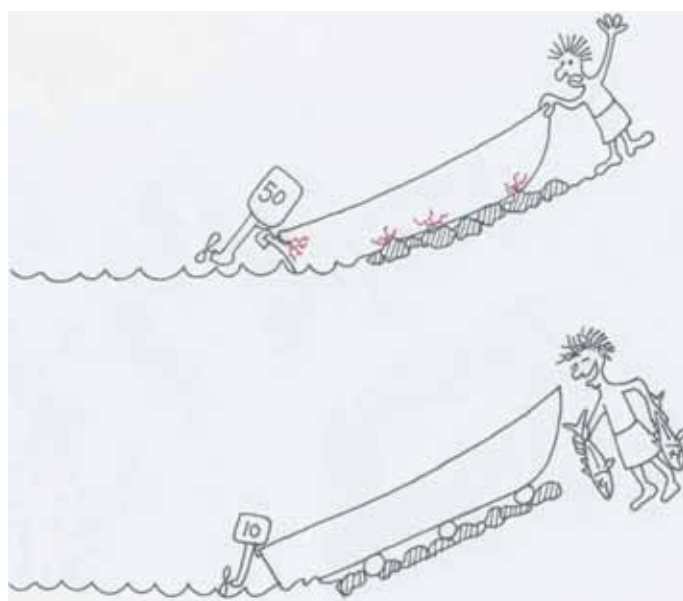
Comment entretenir votre bateau en stratifié de verre

Pour une utilisation quotidienne, le stratifié de verre n'a pas besoin de beaucoup d'entretien, mais le bateau n'est pas pour autant éternel. L'usure normale et l'absorption d'eau limitent la durée de vie d'un bateau en stratifié. La difficulté est de déterminer si ce que l'on voit à la surface n'est qu'un défaut esthétique ou est un dommage structurel plus sérieux.

Si on ne s'en sert pas pendant longtemps, un bateau en stratifié de bonne qualité demande moins d'entretien qu'un bateau en bois.

Les surfaces brillantes et lisses d'un bateau peuvent être protégées par un bon polissage à la cire, qui empêche l'eau de pénétrer et contribue à maintenir la surface propre. Cette option n'est cependant pas réaliste pour les surfaces brutes comme la partie interne d'un bateau. L'usure est souvent plus prononcée dans ces zones qui ne sont protégées que par une couche de finition (top coat).

FIGURE 87



Le stratifié de verre est plus cassant que le bois et il s'abîme assez facilement quand on le tire ou quand il heurte des rochers.

Vérifiez si le bateau n'a pas de fissures après avoir heurté des objets durs et réparez-les dès que possible !

N'utilisez pas un moteur plus gros que celui pour lequel le bateau est conçu !

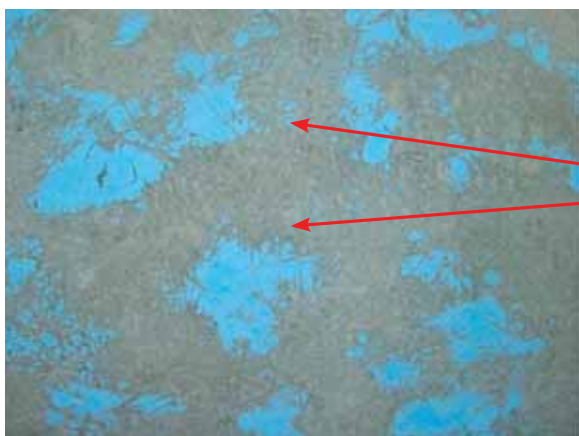
Il est important de contrôler si la surface ne présente pas de fissures récentes ou de parties enfoncées. Si c'est le cas, il convient de colmater provisoirement les zones abîmées, surtout si les fissures sont profondes. Dès que possible, la partie endommagée doit être correctement réparée pour éviter que le dégât s'aggrave et touche la structure du matériau, sous l'effet de la fatigue, en utilisation continue.

Quand la surface devient trop usée, elle doit être dégraissée, nettoyée et poncée comme il faut pour qu'une couche de top coat ou de peinture fraîche accroche. Au dessus de la ligne de flottaison, il est souvent préférable et plus rapide dans l'immédiat

d'appliquer une peinture marine de bonne qualité plutôt qu'une nouvelle couche de topcoat. La peinture donne une surface plus brillante et absorbe moins l'eau, mais le gelcoat forme une couche plus épaisse et résiste généralement mieux à l'usure mécanique.

Quand un bateau reste constamment en mer, le stratifié de polyester absorbe l'eau, et ce malgré la présence de gelcoat ou de topcoat. Bien que cela ne se voie pas, le stratifié peut absorber entre 1,5 et 2 pour cent d'eau et perdre de sa rigidité. Au bout de quelques années (5 à 15 ans), il peut aussi réagir chimiquement avec l'eau, par hydrolyse, une réaction comparable à la rouille sur l'acier. La rapidité et l'étendue de l'hydrolyse dépendent de la combinaison de plusieurs facteurs, tels que les caractéristiques de l'eau, la température, l'utilisation du bateau et le soin apporté au contrôle de la qualité lors de la construction du bateau.

FIGURE 88



Ci-contre, stratifié utilisé sur lequel on observe les effets typiques de l'hydrolyse. Le polyester se dépolymérise et se dilue.

Les résultats sont visibles sous forme de tâches sombres à la surface et de poches blanches dans les couches plus profondes du stratifié.

Si le gelcoat est intact, des cloques d'osmose peuvent apparaître.

En vieillissant, le stratifié devient moins résistant et moins raide, même si cela ne se voit pas.

L'absorption d'eau peut être ralentie et la durée d'utilisation du bateau prolongée si le stratifié de la coque en dessous de la ligne de flottaison est enduit de plusieurs couches isolantes d'époxy quand le bateau est neuf. L'application d'anti-fouling sur la coque pour empêcher qu'elle soit salie par des organismes marins, permet d'économiser le carburant mais n'a pas d'effet sur l'absorption d'eau.

FIGURE 89



Ci-contre, l'aspect typique de l'intérieur d'un bateau de pêche usagé. Le top coat a disparu et même le stratifié qui recouvrait les raidisseurs longitudinaux est parti.

Le stratifié endommagé aurait déjà dû être réparé pour retrouver sa solidité initiale et la surface aurait dû être recouverte d'une nouvelle couche de top coat ou de peinture.

FIGURE 90



Cette photo montre ce qui se produit quand le stratifié n'a pas été entretenu ou réparé depuis trop longtemps.

Le stratifié a perdu sa solidité et sa rigidité et la membrure s'est cassée sous l'effet de la fatigue du matériau.

À cet endroit, le raidisseur longitudinal n'est plus soutenu par le stratifié, de sorte que la carène est devenue flexible.

Avec les bateaux de pêche et les chaloupes, il n'est pas toujours possible d'obtenir et de garder un fini de surface brillant, bien que ces surfaces absorbent moins l'eau et se dégradent moins vite.

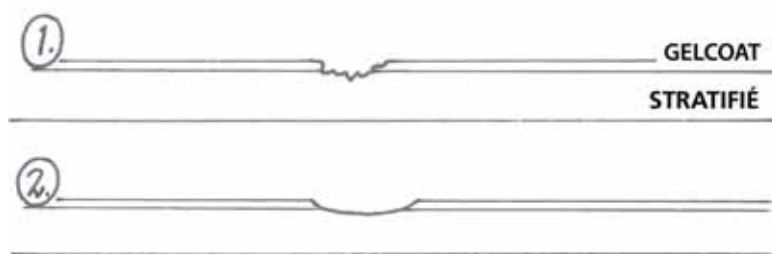
Un entretien régulier vise à garder le bateau en bon état et à maximiser sa durée de vie. Dans les deux sections suivantes, nous allons voir comment réparer un bateau endommagé pour qu'il redevienne pratiquement aussi solide et aussi rigide qu'à l'origine. Le cas échéant, des suggestions sont aussi données pour perfectionner le bateau, par rapport au modèle original.

RÉPARATION DES PETITS DÉFAUTS

Les notes suivantes concernent la réparation de dommages mineurs sur des bateaux en stratifié de verre, dont le gelcoat a disparu, est ébréché ou fissuré, sans que le stratifié soit gravement détérioré. Les Figures 91 à 93 montrent un exemple de dommage superficiel et les mesures qui doivent être prises pour préparer la zone à réparer.

Le topcoat se prépare en mélangeant les composants suivants dans les proportions indiquées (un demi litre de gelcoat, 20 ml de cire et 10 ml de peroxyde d'éthylméthylcétone).

FIGURE 91



Avant tout, assurez-vous qu'il s'agit seulement d'un défaut mineur.

Si le stratifié est atteint, une réparation structurelle est nécessaire (en suivant les instructions de la section «Réparation des dommages structurels»).

FIGURE 92



Nettoyez la saleté, l'huile de moteur, la graisse et le sang de poisson avant de commencer à poncer !

Lavez d'abord à l'eau et au savon puis avec un détergent puissant.

FIGURE 93



Toute la partie abîmée du gelcoat doit être éliminée en ponçant et les éventuels angles ébréchés doivent être arrondis (voir illustration figure 91).

On utilise un petit morceau de papier de verre (grain 60 à 100) et la taille de la zone à réparer doit être réduite au minimum.

Une fois poncée, la zone endommagée ne doit plus être lavée ni dégraissée avant d'appliquer le top coat !

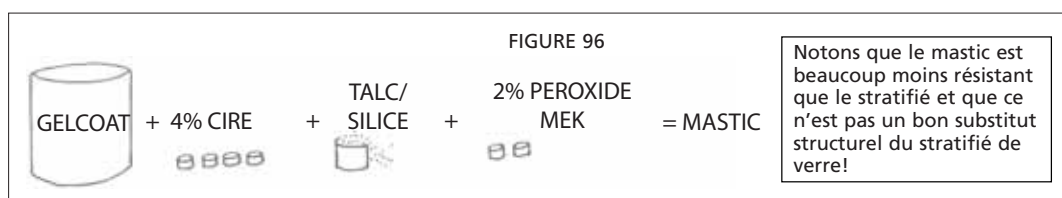
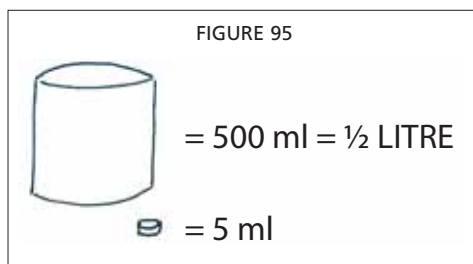
Les figures 94 à 96 sont extraites d'une brochure sur les réparations. La figure 94 illustre la formule de fabrication du top coat, alors que la figure 95 montre les deux instruments de mesure utilisés dans la formule qui précède: une bouteille plastique coupée, contenant un demi-litre (500 ml) et un bouchon de bouteille contenant 5 ml (voir Figure 95). Ces instruments de mesure sont facilement disponibles et permettent d'obtenir aisément les proportions requises de chaque ingrédient pour une bonne polymérisation.

Le top coat se prépare en mélangeant les ingrédients ci-dessous dans les mêmes proportions (1/2 litre de gel coat, 20 ml de cire, 10 ml de peroxyde MEK)

FIGURE 94



S'il y a une couche de gelcoat très épaisse et/ ou si le dommage mord légèrement sur le stratifié sans descendre assez profond pour attaquer la structure, la zone abîmée peut être réparée plus vite avec du mastic. Pour fabriquer le mastic, mélanger les composants de la figure 94 avec de la silice colloïdale (option préférée) ou, à défaut, du talc, suivant les proportions indiquées à la Figure 96. La quantité de talc ou de silice requise dépend du degré de viscosité souhaité pour réparer la zone endommagée.

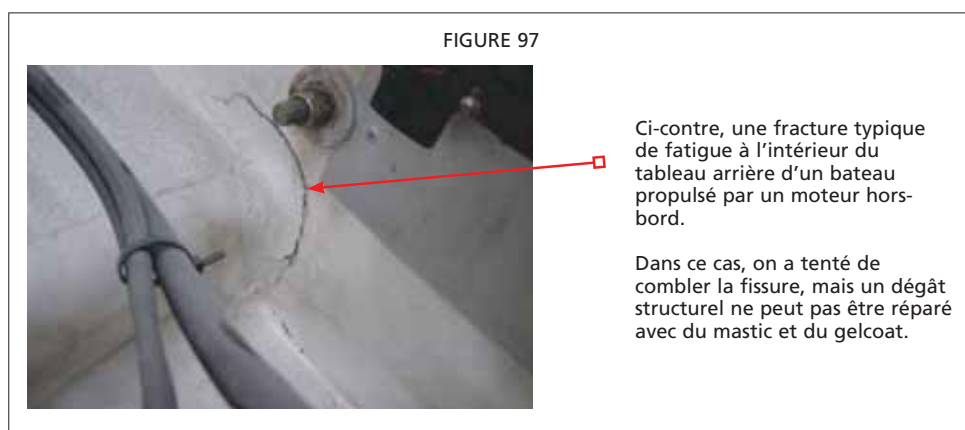


Pour obtenir un fini durable à la surface, poncer le mastic et ajouter une couche de topcoat. À ce stade, le topcoat polymérisé a un aspect légèrement rugueux et mat. Pour obtenir un fini lisse et brillant, poncer le top coat avec un papier de verre à l'eau de grain 800 (ou plus fin). Ensuite, polir à la peau de mouton puis à la cire en suivant les instructions données pour la construction des pièces mères ou la réparation des moules.

RÉPARATION DES DOMMAGES STRUCTURELS

Directives pratiques pour les réparations structurelles du stratifié de verre

En général, les bateaux en stratifié sont plus faciles à réparer que les autres. Toutefois, il est indispensable de bien préparer la zone à réparer, d'avoir un environnement de travail sec et une température de l'air appropriée.



Le mieux est de réparer le bateau à l'intérieur, pour qu'il soit à l'abri de la pluie et du soleil et à une température stable. Si ce n'est pas possible, on installera une tente au-dessus du bateau. Tous les accessoires et équipements qui barrent l'accès à la zone endommagée doivent être retirés. On aura soin de mettre un masque anti-poussière, des lunettes et un protège-oreilles avant de commencer les opérations de meulage. La poussière de meulage doit être extraite à la source. Un capteur de poussière ou un aspirateur directement connecté à la meuleuse, vendu dans le commerce, fera l'affaire.

FIGURE 98

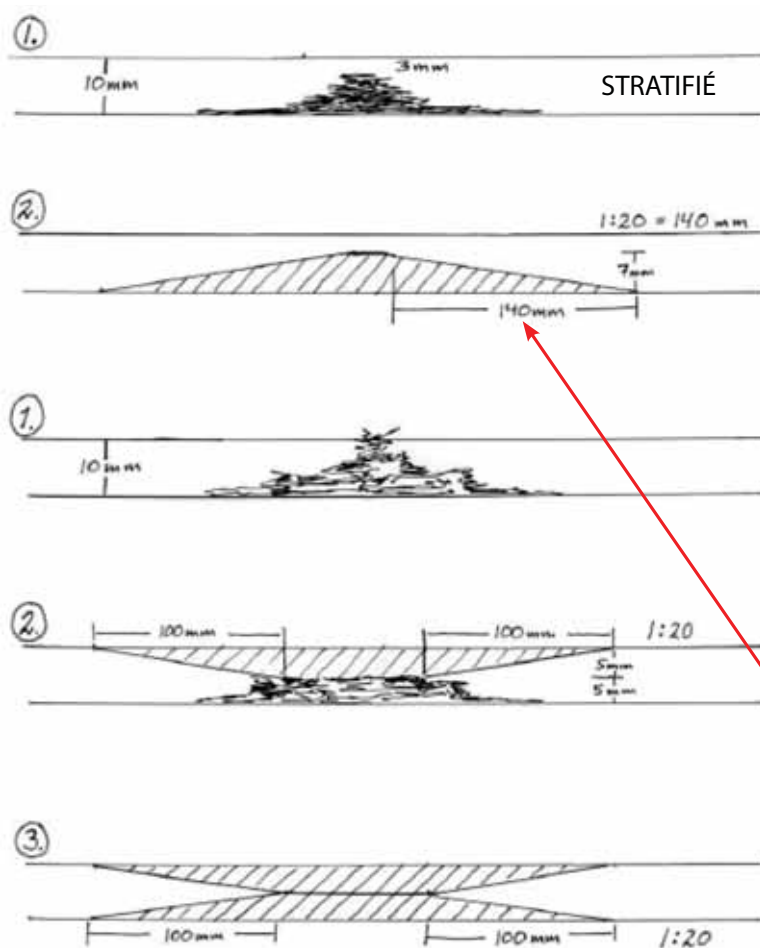


Avant de passer la meuleuse, tous les éléments qui contaminent la surface, comme l'huile et le silicone, doivent être lessivés et éliminés avec un solvant adapté. Pour le meulage, on choisira de préférence un papier abrasif de grain 40.

□ Dans l'exemple ci-contre, le meulage a mis à jour des délaminages profonds. Pour garantir une réparation durable, on commencera par retirer toute la fibre de verre délaminée, quelle que soit son étendue ou sa profondeur.

Une fois que l'on a identifié et préparé l'endroit à réparer, on doit décider du type de matériau que l'on utilisera pour la stratification. Le texte ci-après peut servir de guide pour faire ce choix.

FIGURE 99



STRATIFIÉ

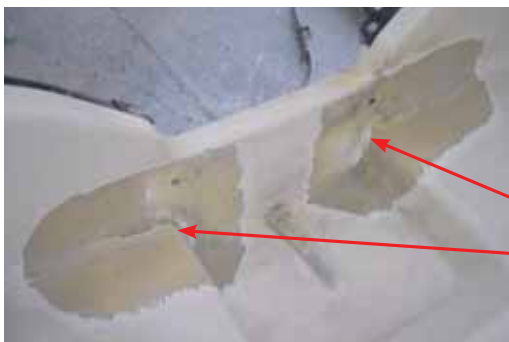
Ces schémas illustrent le principe de la réparation d'un stratifié.

Les deux premières images montrent un dommage qui n'a pas pénétré tout le stratifié. Les trois suivantes montrent une réparation par les deux côtés.

D'après de nombreux ouvrages, un biseau de 1:12 suffit pour les réparations de fibre de verre. C'est sans doute vrai pour les zones qui ne supportent pas d'effort, et ont des stratifiés épais, mais pour les zones supportant des efforts, dont les stratifiés sont plus fins, il faut un biseau d'au moins 1:20.

□ En général, il faut un biseau d'au moins 1:40 pour garantir une bonne adhésion et l'absorption des efforts dans les zones mises en tension.

FIGURE 100



Une fois le meulage terminé, la surface à stratifier est généralement beaucoup plus étendue qu'on ne le pensait à première vue.

Par exemple, dans ce bateau, de minuscules fissures du gelcoat n'étaient visibles que sur un côté du puits de moteur, mais le meulage a révélé que le délaminage était aussi profond des deux côtés.

Liaison primaire

Il y a liaison primaire lorsque deux surfaces sont directement assemblées l'une à l'autre et forment un stratifié chimiquement homogène sans ligne de collage fragile.

Un stratifié de polyester frais ou «vert» a des molécules actives à la surface qui vont se lier chimiquement à un nouveau stratifié. Quand on pose du stratifié sur du stratifié vert, on obtient une liaison primaire.

Un stratifié de polyester frais (vert) n'a besoin d'aucune préparation avant la pose de la couche suivante, si ce n'est d'un ponçage pour éliminer les bosses et les fibres qui pourraient causer des défauts et faire des bulles d'air dans le stratifié.

Le temps durant lequel la surface du stratifié reste active dépend à la fois des propriétés techniques de la résine et de la température durant la polymérisation. En général, pour la résine de polyester, le temps de vie en pot (temps d'exposition à l'air avant emploi) est de 24 à 48 heures.

Si le bateau que l'on construit est de taille modérée, il est généralement possible d'obtenir une liaison primaire. En revanche, avec les gros bateaux en stratifié de verre, la pose d'une couche de tissu prend plus de temps, de sorte qu'il est plus difficile d'opérer durant les intervalles de temps de vie en pot. Pourtant, même dans ce cas, il est indispensable que les tissus soient soudés par une liaison primaire dans la coque principale. Le plus souvent, on n'obtient que des liaisons secondaires lorsque l'on stratifie les membrures, les ceintures et les cloisons dans des gros bateaux.

Il est rare qu'un vieux stratifié de polyester soit complètement polymérisé. Il lui reste généralement quelques molécules réactives qui, bien poncées au préalable, peuvent se lier avec le stratifié réparé. Passer un chiffon légèrement imprégné de styrène sur le stratifié poncé, juste avant d'appliquer un stratifié de polyester frais, peut aussi renforcer l'adhésion.

Liaison secondaire

Tout le travail de réparation repose sur des liaisons secondaires. Il faut donc un matériau de substitution plus résistant ou additionnel pour que la zone endommagée retrouve sa solidité initiale.

Lorsque l'on stratifie par dessus un stratifié polymérisé, la liaison transversale est minime au-delà de la ligne de collage. Comme les réticulats polymériques sont discontinus, la liaison repose principalement sur les propriétés adhésives de la résine.

Choix d'une résine pour une réparation structurelle

D'une manière générale, les résines polyester isophthaliques, vinylester ou époxy sont préférables aux résines polyester pour les réparations ou les altérations du stratifié. Compte tenu de la résistance, du coût et de la facilité d'application de chacune de ces

résines, on recommande habituellement des résines polyester isophthaliques et vinylester pour la plupart des travaux de réparation.

Pour des réparations structurelles plus critiques, les stratifiés en résine époxy sont généralement plus résistants (mais pas plus rigides !). Les résines époxy sont très adhésives et se conservent plus longtemps que les résines polyester et vinylester. Ces caractéristiques font de l'époxy le matériau idéal pour les réparations d'urgence. Comme elle n'a pas besoin de solvant, la résine époxy ne contamine pas la surface du stratifié originel et ne se rétracte pas durant la polymérisation (tension moindre).

Les résines époxy n'hydrolysent pas; en outre, comme elles ont une bonne adhésion, un faible retrait et un ratio d'allongement avant rupture élevé, ces résines sont plus fiables pour obtenir un stratifié de liaison primaire. Toutefois, les proportions du mélange doivent absolument être respectées et le temps de prise ne peut ni être raccourci ni être prolongé en modifiant la quantité de durcisseur. En outre, comme une surface d'époxy ne peut pas être activée avec du styrène, tout nouveau travail effectué sur un bateau d'époxy ou sur une réparation d'époxy doit être fait avec de l'époxy.

Il est essentiel de nettoyer à fond et de bien préparer la surface de contact pour assurer une bonne adhésion de l'époxy.

Dans le cadre du processus de réparation, les liaisons secondaires peuvent être testées comme indiqué dans l'encart ci-après.

ENCART 2

TEST DE LIAISON SECONDAIRE DES RÉSINES

1. Préparer un petit morceau du stratifié à réparer.
2. Appliquer trois couches de renfort et de résine.
3. Laisser polymériser un jour.
4. Séparer les nouveaux stratifiés, éventuellement au ciseau.
5. Si le nouveau stratifié arrache les fibres de l'ancien stratifié, la liaison est bonne !
6. Le test peut aussi être effectué au moyen d'une autre méthode simple reposant sur l'utilisation de petits blocs de bois sec (voir Figure 101).

FIGURE 101



Choix d'un renfort pour une réparation structurelle

Dans la mesure du possible, on utilisera pour la réparation le même renfort que celui qui a été employé pour construire le bateau originel, surtout si la partie que l'on répare supporte des efforts importants et est utilisée dans des conditions proches des limites pour lesquelles elle a été conçue. L'adoption d'un renfort moins lourd permettrait une

meilleure adhésion avec la surface, mais il est encore plus important d'employer le renfort originel pour obtenir une solidité maximale.

Quoi qu'il en soit, il faut savoir que l'ancien et le vieux stratifié ne seront pas liés par des fibres continues et que la solidité de la jointure dépendra uniquement de l'adhésion du nouveau stratifié sur l'ancien. Le stratifié peut retrouver pratiquement 100 pour cent de sa rigidité s'il est reconstitué jusqu'à son épaisseur originelle; toutefois un stratifié réparé n'a pas les propriétés de résistance à la fatigue de l'original. La dimension des fibres est critique pour la qualité de la réparation, dans la mesure où les grosses fibres et les mats/tissus lourds masquent les bulles d'air et les grumeaux de résine qui se forment facilement à la jonction entre l'ancien et le nouveau stratifié.

Tous ces aspects doivent être pris en considération lorsque l'on se prépare à réparer un stratifié (voir Figure 102). Si un renfort supplémentaire est nécessaire pour qu'un bateau conserve sa solidité, évitez d'appliquer trop de couches de stratifié, sous peine de créer des zones soumises à un stress excessif.

FIGURE 102



Dans cet exemple, on a opté pour la résine époxy, mais la résine vinylester aurait aussi fait l'affaire. Rappelons qu'il s'agissait d'une réparation par un seul côté et que le stratifié de polyester originel montrait déjà une moindre résistance à la fatigue.

Le renfort était constitué d'un mélange de sergé tissé de grammage 250 et de fibre de verre bi-biais de grammage 450, choisi en raison de sa facilité de pose et de ses bonnes performances avec l'époxy.

Préparation de la surface

Il est important de ne pas nettoyer avec de l'acétone ou un solvant un stratifié de fibres poreux qui vient d'être poncé, avant de procéder à la stratification, sauf s'il a été contaminé par de l'huile ou de la graisse. Si un nettoyage s'avère nécessaire, on frottera légèrement avec un papier abrasif propre après le lavage puis on laissera reposer le temps qu'il faut pour que le solvant s'évapore. Lorsque le solvant est absorbé par la surface poreuse, il «contamine» le stratifié superficiel et peut diluer la nouvelle résine, empêchant une adhésion optimale.

Si l'on utilise du polyester, la seule solution possible est de passer un chiffon légèrement imprégné de styrène avant de procéder à la stratification. Une petite quantité de styrène activera un peu la surface et renforcera l'adhésion, alors qu'une quantité excessive affaiblirait la surface de collage.

Pour les réparations de parties situées en dessous de la ligne de flottaison, l'application de styrène frais dans le nouveau stratifié de verre risquerait de déclencher une réaction d'hydrolyse (absorption d'eau) plus tôt que dans le stratifié originel, si bien que la jonction entre l'ancien et le nouveau stratifié pourrait se décoller prématurément.

Lorsque l'on effectue des réparations, il est important de vérifier la teneur en eau du stratifié avec un humidimètre. S'il contient trop d'eau, la liaison lâchera prématurément et le nouveau stratifié se détachera rapidement de l'ancien.

Pour le processus de stratification proprement dit, on suivra les mêmes procédures que pour la construction d'un nouveau bateau, y compris pour le maintien d'un niveau de contrôle de qualité élevé.

FIGURE 103



À ce stade, la stratification est terminée et la surface a été meulée et aplanie pour lui donner un beau fini. L'utilisation de mastic, sous une forme quelconque, est à proscrire pour toute réparation structurelle.

Le mastic a un faible ratio d'allongement à la rupture et il se casse et se fissure beaucoup plus vite qu'un stratifié.

FIGURE 104

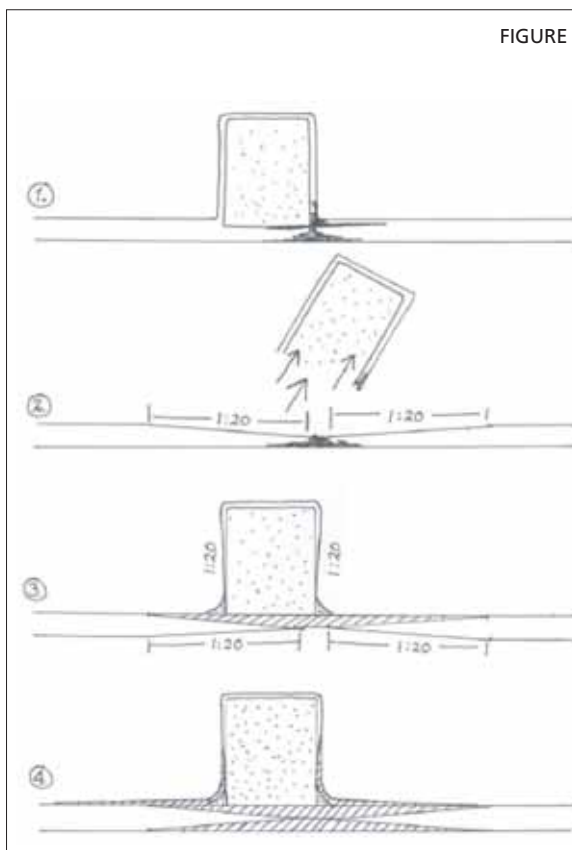


Ci-contre, le produit fini. Un top coat a été appliqué, poncé à l'eau, frotté et poli pour lui donner un lustré acceptable.

Un top coat polyester peut être appliqué par-dessus l'époxy à condition que ce dernier ait bien polymérisé au préalable.

Ici, une plaque d'aluminium de 5 mm a aussi été fixée pour répartir la pression des boulons sur une zone plus étendue.

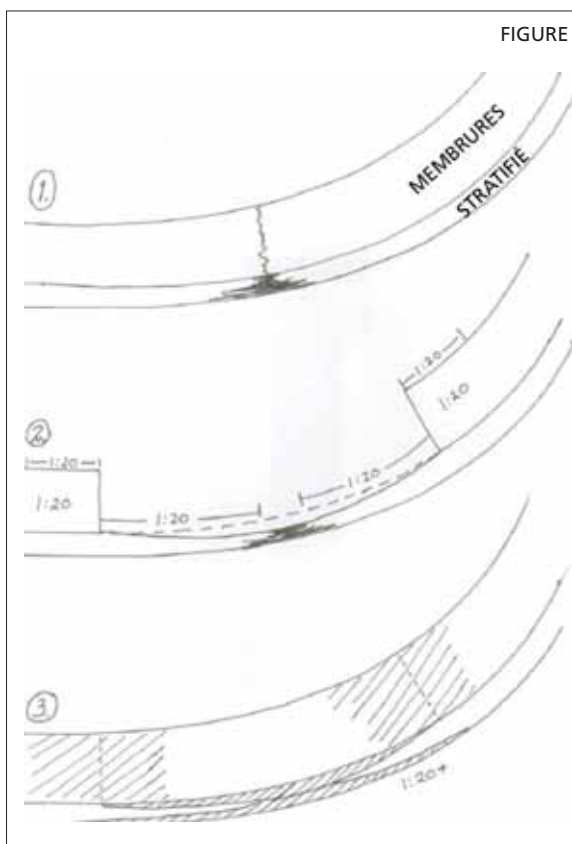
FIGURE 105



Section transversale montrant un dommage structurel sur la membrure d'un bateau en stratifié de verre et la méthode de réparation appropriée:

1. Une fracture dans la peau extérieure s'est étendue à tout le stratifié, entraînant le délaminage du cadre.
2. Pour que la réparation soit efficace, la membrure de bois doit être coupée et enlevée. Ensuite, le stratifié de coque doit être réparé en suivant les instructions indiquées plus haut.
3. La membrure doit être meulée en biseau dans toutes les parties où elle sera assemblée à un autre stratifié, puis collée avec du mastic ou de la colle et finie avec un joint-congé.
4. Tout le travail de stratification effectué sur la membrure sera de préférence fait avec des tissus ayant une bonne facilité de pose, ou avec du mat à fils coupés de grammage 450 et plus léger.

FIGURE 106



Vue latérale

1. Cette image représente à peu près le même dommage structurel que celui de la Figure 105, mais vu de côté.
2. Ici, la membrure a été coupée et enlevée pour que l'on puisse accéder au stratifié endommagé. Dans ce cas, il est inutile de biseauter la membrure comme on le ferait sur un bateau en bois, car la membrure est remplie avec de la mousse ou de l'air, qui ne fait pas partie de la structure.
3. L'endroit de la membrure à couper et la manière de le faire varient suivant le dommage et doivent être étudiés avec attention au cas par cas. Parfois, lorsque l'on travaille sur de la mousse structurale, on fait une coupe en biseau comme si la membrure était en bois. Dans certains cas, on peut utiliser une variante et faire un scarf en palier. On doit aussi envisager d'employer un renfort supplémentaire extra long, tel que des fibres unidirectionnelles le long du haut de la membrure afin que la réparation soit plus solide.

Références

- American Boat and Yacht Council and Structural Composites, Inc.** No date. *The Composite Boat Builder Certification (CBBC) compendium*. (Site Internet: www.abycinc.org/).
- American Composites Manufacturers Association (ACMA).** 1995. *Fundamentals of Polymer Resins for Composites Manufacturing*. (Site Internet: www.acmastore.org/merchant.mvc?Screen=PROD&Product_Code=11-001-0&Category_Code=CB).
- American Composites Manufacturers Association (ACMA).** 2008a. *CCT (Certified Composites Technician) Compendium*. (Site Internet: www.acmanet.org).
- American Composites Manufacturers Association (ACMA).** 2008b. *CM (Composites Manufacturing) Magazine*. (Site Internet: www.acmanet.org/CM/index.cfm).
- Anmarkrud, T.** 2004. *Composites repair compendium*. NORBOAT/OS Boat.
- Coackley, N.** *Construction d'un bateau de pêche: 2. Construire un bateau de pêche en fibre de verre*. FAO Document technique sur les pêches No.321. Rome. FAO. 1991. 84p. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/t0530f/t0530f00.pdf>).
- Composites Technology Magazine.** 2008. (Site Internet: www.compositesworld.com).
- Eric Green Associates.** 1999. *Marine composites*. Second edition. Maryland, United States of America. ISBN 0-9673692-0-7 (Site Internet : www.marinecomposites.com - portions of this book can be down-loaded from this site).
- FAO/OIT/OMI.** 2005. *Directives facultatives pour la conception, la construction et l'équipement des navires de pêche de faibles dimensions*.
- Gerr, D.** 1999. *The elements of boat strength: for builders, designers and owners*. McGraw-Hill.
- Gulbrandsen, O.** *Plans de bateaux de pêche: 2. Construction en planches et en contreplaqué de bateaux à fond en V*. FAO Document technique sur les pêches, No. 134, Rev. 2. Rome, FAO. 2004. 64p. ((<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5649e/y5649e00.pdf> (anglais); <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5649f/y5649f00.pdf> (français); <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/y5649p/> (Portugais); et <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5649s/y5649s00.pdf> (espagnol))
- Gulbrandsen, O. and Pajot, G.** 1993. *Safety guide for small offshore fishing boats*. BOBP/MAG/16. Madras. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/field/006/ad533e/ad533e00.pdf>).
- OMI.** 2007. IMO document SLF 51/5: *Safety of Small Fishing Vessels – Consolidated text of the draft Safety recommendations for decked fishing vessels less than 12 metres in length and undecked fishing vessels*.
- Lacovara, R.R.** 2001. American Composites Manufacturers Association. *Certified composites technician compendium*.
- Neste Chemicals.** 1992. *Guide for mould construction*.
- Nicholson, I.** 1985. *Boat data book*. Sheridan House, Inc. New York. ISBN 0-85177-345-1.
- Nicholson, I.** 1994. *Surveying small craft*. ISBN 0-924486-58-9.
- Nordic Work Group.** 1984. *Nordic Boat Standards*. Det Norske Veritas. Oslo. (Internet: www.sigling.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=2469 et www.sigling.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=2468).
- Professional BoatBuilder Magazine.** (Site Internet: www.proboat.com).
- Reichhold/Norpol.** Sans date. *The little working guide*.
- Reinforced Plastics Magazine.** Sans date. (Site Internet: www.reinforcedplastics.com).
- Scott, R.J.** 1996. *Fibreglass boat design and construction*. Second edition. The Society of Naval Architects and Marine Engineers. New Jersey, United States. 96-16973 CIP.

- Strong, A.B.** 1996. *Fundamentals of polymer resins for composites manufacturing*. American Composites Fabricators Association.
- Structural Composites/Eric Green Associates.** 2003. American Boat and Yacht Council, *Composite boat builder certification compendium*.
- Valley C.** Sans date. *The Cook Book*.

Annexe 1

Construire des bateaux en stratifié de verre à partir de bateaux anciens

On peut utiliser un ancien bateau en bois comme pièce mère en faisant sécher le bois et en le recouvrant de stratifié de verre. Pour le reste, le processus de construction de la surface est le même que celui décrit à la section Fabrication du moule.

Notons que tous les vieux bateaux ou canoës ne peuvent pas être copiés directement en fibre de verre car ils ne sont pas conçus pour ce matériau. Le bois et le stratifié n'ont pas les mêmes propriétés mécaniques. Il serait dangereux de croire qu'à partir du moment où le stratifié est plus robuste, on peut facilement l'utiliser pour rendre la coque de n'importe quel bateau plus fine et plus légère.

Si la conception ne tient pas compte des propriétés du stratifié, le bateau copié peut perdre sa rigidité rapidement et être plus sensible à la fatigue.

La combinaison de la forme d'un bateau conçu pour être en bois avec le poids plus léger du stratifié de verre, peut donner un bateau instable et peu sûr en mer.

Ce type de gros canoë traditionnel en bois a fait la preuve de sa navigabilité et de sa durabilité depuis des générations, en partant en mer à partir du rivage, en fendant les vagues, lourdement chargé de filets.

FIGURE 107



FIGURE 108



Ce bateau en stratifié de verre est une copie d'un canoë en bois. Il n'est pas vieux, mais a déjà des membrures brisées et des fissures de fatigue dans le stratifié du fond.

La forme, la taille et l'utilisation de ces bateaux de bois font qu'ils ne peuvent pas être copiés à l'identique en stratifié de verre. Le stratifié de verre est trop cassant pour supporter une courbure aussi régulière et les bordés plus fins rendent la structure sensible à la fatigue.

Le modèle construit en stratifié de verre devrait être beaucoup plus massif que cette copie et avoir des raidisseurs mieux conçus et plus résistants pour supporter les contraintes que doivent pouvoir supporter ces bateaux qui sortent par forte houle, avec à leur bord leurs engins de pêche et leurs équipages.

Annexe 2

Doubler des bateaux anciens avec du stratifié de verre

Il est extrêmement risqué de doubler un vieux bateau de bois usagé avec du stratifié de verre pour continuer à l'utiliser en mer. Même si l'on parvient à sécher complètement le vieux bois, il est très peu probable que l'on réussisse à le préserver de la pourriture pendant suffisamment longtemps pour que cela vaille la peine.

Il y a de grandes chances pour qu'en l'espace de quelques années, la pourriture ronge le bateau de l'intérieur!

Si l'on ajoute deux ou trois couches de stratifié sur le bois, on aura l'impression d'avoir créé un bateau rigide et sec, mais au bout de quelques années, les problèmes commenceront. Si l'on veut pouvoir prendre la mer sans risque pendant plus longtemps, il faut construire un bateau neuf.

FIGURE 109
Voici un exemple de mauvais bateau!



Bateau de bois recouvert de stratifié de verre.

1. Le stratifié de verre est abîmé/ hydrolysé par l'eau.
2. Il y a un espace vide entre la fibre de verre et le bois, et les couches sont disjointes.
3. Le bois est pourri.

Annexe 3

Liste des matériaux et stratification de la coque du MDV-1

TABLEAU 1

STRATIFICATION DE LA COQUE POUR LE PONT ET LES CAISSES DE FLOTTABILITÉ, voir aussi FIGURE 73

N°	ZONE	LARGEUR BANDE mm	TISSU MAT g/m ²	TOTAL g/m ²	SURFACE m ²	TOTAL Mat kg
1	Ensemble de la surface		1 x 300	300	12,3	3,7
2	Renfort de quille	300	2 x 450	900	1,0	0,9
3	Quilles latérales	100	1 x 450	450	0,6	0,3
4	Bord du tableau arrière	100	2 x 450	900	0,3	0,3
5	Étrave	150	2 x 450	900	0,2	0,2
6	Renfort de fond		1 x 450	450	5,7	2,6
7	Renfort livet	100	1 x 450	450	1,0	0,5
8	Ensemble de la surface		3 x 450 + 1 x 300	1650	12,3	20,3
9	Bande sur quille	150	3 x 450	1350	0,5	0,7
10	Bande de frottement sur quille	150	3 x 450	1350	0,6	0,8
Total CSM						30,3 kg
Supplément 10%						3,0 kg
Total CSM						33 kg

TABLEAU 2

HILOIRE, PONT ET CAISSES DE FLOTTABILITÉ

	ZONE	TISSU MAT	g/m ²	SURFACE m ²	POIDS kg
1	Hiloire	300 + 3 x 450	1650	3,07	5,06
2	Arrière pont, puits moteur	"	"	1,09	1,80
3	Pointe avant	"	"	0,95	1,57
4	Caisses de flottabilité arrière	"	"	1,00	1,65
5	Caisses banc de nage	"	"	1,20	1,98
6	Flottabilité avant	"	"	0,74	1,22
7	Plancher avant	"	"	0,46	0,76
8	Assemblage bavette	450	450	0,40	0,18
MAT					14,22 kg
Déchet 10%					1,42
Poids total du mat					15,6 kg
Polyester, teneur en verre 30%: 2,40 x 15,6					37,4 kg
Total pont et flottaison: matériaux stratifié					53 kg
Défense en bois et banc de nage					14
TOTAL					67 kg
Résine polyester avec teneur en verre = 30% = 2,4 x 33 kg = 79 kg					
Poids total de stratifié dans la coque = 112 kg					
Hiloire, pont, caisses de flottabilité = 67 kg					
Poids total du bateau = 179 kg					

Nombre total de couches et épaisseurs:

Fond	$2 \times 300 + 4 \times 450 = 2\,400 \text{ g/m}^2$	$t = 5,6 \text{ mm}$
Bordés	$2 \times 300 + 3 \times 450 = 1\,950 \text{ g/m}^2$	$t = 4,6 \text{ mm}$
Quille	$2 \times 300 + 6 \times 450 = 3\,300 \text{ g/m}^2$	$t = 7,7 \text{ mm}$
Quilles latérales	$2 \times 300 + 5 \times 450 = 2\,850 \text{ g/m}^2$	$t = 6,7 \text{ mm}$
Livet	$2 \times 300 + 4 \times 450 = 2\,400 \text{ g/m}^2$	$t = 5,6 \text{ mm}$
Étrave	$2 \times 300 + 6 \times 450 = 3\,300 \text{ g/m}^2$	$t = 7,7 \text{ mm}$

Quantité totale de matériaux requise (chiffres indicatifs):

Gelcoat:	20 kg
Polyester:	150 kg
Péroxyde MEK:	4 kg
Mat 300 g/m ² :	14 kg
Mat 450 g/m ² :	50 kg
Acétone:	10 kg
Cire de démoulage:	0,3 kg
Agent anti-adhérent PVA :	0,2 kg
Pâte à polir:	0,2 kg
Mousse PU:	à volonté
Mousse de polystyrène:	à volonté

Accessoires:

Dames de nage
 Rames
 Défense en bois ou PVC
 Plaque de renfort en acier ou aluminium
 Deux à quatre cadènes fil en inox
 Nable de vidange
 Boulons et écrous de fixation

Annexe 4

Table de cotes MDV-1

TABLEAU 3

TABLE DE TRAÇAGE POUR MDV-1 DE 4,5 M

En mm jusqu'au bordé extérieur

mi- largeur à partir de la ligne axiale	Face inférieure de quille	12	12	25	25	25	25	25	19	12
	Râblure	12	23	35	35	33	32	31	25	12
	Bouchain, interne						618	466	275	31
	Bouchain, externe						640	506	314	35
	Livet	669	762	817	843	838	801	722	587	367
	LF 1	450	549	641	675	643	536	379	183	
	LF 1 A	553	640	710	746	718	611	438	228	
	LF 2	586	676	741	773	754	667	519	274	12
	LF 3	625	718	777	802	790	717	576	360	64
	LF 4	648	738	796	821	810	755	629	420	121
	LF 5	661	754	811	836	826	782	677	486	188
	LF 6							719	553	271
Hauteur à partir de la ligne de base	Face inférieure de quille	151	35	0	0	0	0	5	47	307
	Râblure	151	137	120	102	85	67	63	78	307
	Liston renvoi d'eau					251	267	290	316	353
	Tonture	694	680	668	669	679	697	724	762	815
	Longitudinale A	164	146	127	110	101	91	100	176	
	Longitudinale B	183	162	142	126	126	126	157		
	Longitudinale C	211	188	165	147	155	173	272		

Annexe 5

Fiche technique sur le polyester à usage général

EXEMPLE DE FICHE TECHNIQUE POUR LA RÉSINE ORTHOPHTALIQUE À USAGE GÉNÉRAL

REICHOLD

[BULLETIN PRODUITS]

POLYLITE® 440-M850

Résine de polyester orthophtalique standard

DESCRIPTION

POLYLITE 440-M850 est une résine de polyester orthophtalique moyennement réactive.

POLYLITE 440-M850 est une résine thixotrope qui, grâce à son accélérateur incorporé, a un temps de gel moyen, une polymérisation rapide combinée à une température exothermique relativement basse et à un temps de démoulage rapide.

POLYLITE 440-M850 contient des additifs spéciaux qui améliorent l'environnement de travail pendant et après l'application en réduisant de façon substantielle l'évaporation du styrène. La résine contient de la cire qui donne au stratifié polymérisé une surface non poisseuse.

APPLICATION

- POLYLITE® 440-M850 est une résine à appliquer au pinceau ou à pulvériser.
- POLYLITE® 440-M850 est conçue pour des applications marines, industrielles et dans le sous-secteur des transports.

Épaisseur recommandée du stratifié appliqué mouillé sur mouillé: 2-8 mm.

CARACTÉRISTIQUES	AVANTAGES
<ul style="list-style-type: none"> • Excellentes propriétés d'application 	<ul style="list-style-type: none"> • Application rapide • Bon mouillage des fibres • Teneur en fibres plus élevée
<ul style="list-style-type: none"> • Réactivité moyennne 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne polymérisation • Temps de démoulage réduit
<ul style="list-style-type: none"> • Approbations 	<ul style="list-style-type: none"> • Det norske Veritas, DNV, grade 2 • Lloyd's Register of Shipping • Bureau Veritas • Germanischer Lloyd • Russian Maritime Register

REICHOLD**[BULLETIN PRODUITS]****PROPRIÉTÉS TYPIQUES****DONNÉES PHYSIQUES À L'ÉTAT LIQUIDE À 23°C**

Propriétés	Unité	Valeur	Méthode de test
Viscosité			
- Modèle Brookfield LVF, Mobile 2 à 12 tr/min	mPa.s (cP)	1100-1300	ASTM D 2196-86
- Viscosimètre cône plaque	mPa.s (cP)	170-200	ISO 2884-1999
Gravité/densité spécifique	g/cm ³	1, 10	ISO 2811-2001
Valeur acide (max.)	mg KOH/g	24	ISO 2114-1996
Teneur en styrène	% poids	44 ± 2	B070
Teneur en styrène	°C	32	ASTM D 3278-95
Temps de gel 1% NORPOL PEROXYDE 1 (MEKP)	minutes	35-45	G020
Durée de conservation à partir de la date de fabrication	mois	6	G180

PROPRIÉTÉS TYPIQUES DE COULÉE NON RENFORCÉE**Pleinement post-polymérisé**

Propriétés	Unité	Valeur	Méthode de test
Résistance à la traction	MPa	50	ISO 527-1993
Module d'élasticité en traction	MPa	4600	ISO 527-1993
Allongement en traction	%	1,6	ISO 527-1993
Résistance à la flexion	MPa	90	ISO 178-2001
Module d'élasticité en flexion	MPa	4000	ISO 178-2001
Résistance au choc P4J	mJ/mm ²	5,0-6,0	ISO 179-2001
Retrait en volume	%	5,5-6,5	ISO 3521-1976
Température de déflexion	°C	62	ISO 75-1993

STOCKAGE

Pour maximiser la durée de conservation et conserver leurs propriétés optimales, les résines devraient être entreposées dans des bidons fermés à des températures inférieures à 24°C/75°F, loin de sources inflammables et à l'abri du soleil. La résine doit être réchauffée à une température d'au moins 18°C/65°F avant l'usage afin de garantir une polymérisation et une manutention adéquates. Tous les locaux et conteneurs de stockage devraient être conformes aux codes locaux concernant les incendies et les bâtiments. Les bidons en cuivre ou en alliages contenant du cuivre sont à proscrire. Ne pas stocker avec des matières comburantes, des peroxydes, et des sels métalliques. Gardez les bidons fermés quand ils ne sont pas utilisés. Les stocks en réserve devraient être maintenus à un niveau minimum raisonnable, et les bidons utilisés dans l'ordre de leur arrivée (premier entré/premier sorti).

On trouvera des informations complémentaires sur la manutention et l'entreposage des polyesters insaturés dans le Bulletin de Reichhold «Bulk Storage and Handling of Unsaturated Polyester Resins.» Pour avoir des renseignements sur d'autres résines ou initiateurs Reichhold, veuillez contacter votre agent commercial ou votre distributeur Reichhold agréé.

SÉCURITÉ**LIRE ATTENTIVEMENT LES FICHES D'INFORMATION SUR LA SÉCURITÉ DES MATÉRIAUX AVANT DE TRAVAILLER AVEC CE PRODUIT**

Adressez-vous à votre agent commercial Reichhold pour avoir une copie de la fiche d'information sur la sécurité de ce produit avant de l'utiliser. Ces informations doivent être demandées aux fournisseurs de tous les produits et bien comprises avant de manipuler ces matériaux.

LE MÉLANGE DIRECT D'UN PEROXYDE ORGANIQUE AVEC UN SAVON MÉTALLIQUE, UNE AMINE OU TOUT AUTRE ACCÉLÉRATEUR OU PROMOTEUR DE POLYMERISATION PROVOQUE DES EXPLOSIONS.

POLYLITE®440-M850

Dans de nombreuses régions du monde, il devient difficile de trouver le type de bois nécessaire pour construire un bateau de bonne qualité. C'est pourquoi de nombreux constructeurs commencent à se tourner vers le stratifié de verre (FRP). Les informations fournies dans ce manuel concernent spécifiquement la construction d'un bateau ouvert de 4,5 m appelé le MDV-1. Il s'agit d'une embarcation simple, facile à manœuvrer et sûre, conçue pour être propulsée à la rame et à moteur. Sa conception générale en fait un bateau adapté aux eaux côtières du monde entier. Les principes généraux de base de l'utilisation du FRP, comme matériau de construction de bateaux sont présentés et la construction, étape par étape d'un bateau de pêche ouvert de 4,5 m en FRP est décrite en détail. En outre, la brochure explique comment entretenir un bateau en FRP et reconnaître les problèmes de fatigue. Elle contient aussi quelques instructions simples pour la réparation des dégâts mineurs. On est parti du principe que les personnes qui projettent de construire un bateau possèdent déjà une bonne compréhension générale de l'utilisation des outils à main essentiels. Ce manuel devrait permettre aux constructeurs de bateaux et aux pêcheurs de mieux comprendre comment agit le FRP, comment reconnaître les problèmes de fatigue et les dégâts plus sérieux et comment effectuer les travaux d'entretien et les réparations nécessaires.

