

# BOUVIET

Le magazine des amoureux du bois

Constructions traditionnelles et modernes

## Bateaux

Des techniques à découvrir



**Numéro SPÉCIAL 100 PAGES**

**FABRIQUEZ VOTRE BATEAU PAS À PAS !**  
Un modèle complet pensé pour vous

 martin média

L 17659 - 15 H - F: 9,90 € - RD



# A l'Abordage

LA ROCHELLE

SHIPCHANDLER DE TRADITION



Plus de 2000 références pour restaurer et embellir les bateaux de tradition

 [www.alabordage.fr](http://www.alabordage.fr)

**VENTE PAR CORRESPONDANCE**

Livraison partout en France en 24-48h

A l'Abordage - Esprit Yachting SARL - Rue Fernand Hervé - Plateau nautique  
BP 33042 - 17031 La Rochelle - Tél. 05 46 52 04 25 - [contact@alabordage.fr](mailto:contact@alabordage.fr)



## Tous les bateaux du catalogue de l'architecte naval François Vivier, en kit ou barre en main



**20 ans d'expérience  
et de partenariat avec  
François Vivier, à votre service**

GRAND LARGUE - ZA La Ville au Coq 35800 SAINT BRIAC SUR MER  
Tel : 02 99 88 91 93 - [www.grand-largue.fr](http://www.grand-largue.fr)

## FRCPM BRETAGNE-LES ATELIERS DE L'ENFER

### Centre de formations professionnelles

**Charpentiers de Marine**



**Voiliers**



**Selliers**



**Portes ouvertes**

**16-17 novembre 2018  
19-20 avril 2019**



**LES ATELIERS DE L'ENFER**

25 Bld du Général de Gaulle-BP 234  
29172 Douarnenez cedex

Tel: 02 98 92 14 20

Mail: [frcmateliers-enfer@wanadoo.fr](mailto:frcmateliers-enfer@wanadoo.fr)

Site: [www.lesateliersdelenfer.fr](http://www.lesateliersdelenfer.fr)

# le BOUVET

Le magazine des amoureux du bois

## Bienvenue à bord !

Le Bouvet ne vous a jamais mené en bateau... mais ça, c'était avant ! Bienvenue dans les pages d'un hors-série inédit sur la construction de bateaux en bois. Le seul ouvrage en français qui va vous permettre de découvrir les techniques de construction de la charpente navale. Pour le réaliser, nous avons fait appel à un maître du domaine : l'architecte naval François Vivier. Avec lui, nous avons défini un ensemble global et cohérent, qui a pour ambition de faire découvrir à tous les boiseux les fondamentaux de la construction navale. Car quand on est passionné par le travail du bois, on ne peut qu'être emballé en découvrant les outils et matériaux spécifiques (le « bois tord » !) et les techniques d'assemblages bien particulières requises par la fabrication. D'autant que si ce hors-série détaille les méthodes traditionnelles, témoins d'un art ancestral du travail du bois, il aborde aussi la construction « moderne », plus accessible, à base de contreplaqué et d'époxy.

Pour mener à bien cette découverte du vaste monde de la construction navale, nous avons choisi de vous proposer une réalisation complète, de A à Z : celle d'un petit bateau polyvalent, utilisable tant à la voile qu'aux avirons ou avec un moteur hors-bord. Une embarcation dessinée tout exprès par François Vivier, et fabriquée par l'école Skol ar Mor, qui nous a beaucoup accompagnés sur ce projet (beaucoup des très belles photos de ce hors-série y ont été prises).

Ce voyage en bateau, technique et plein de copeaux à faire, est certainement nouveau pour la plupart d'entre nous, plus habitués à fabriquer des meubles ou des pièces de menuiserie. Nous l'avons donc complété avec un « Carnet d'adresses » assez fourni, où vous trouverez non seulement des fournisseurs de matériel, mais aussi des sites Internet de discussion et d'échange ainsi que des lieux de formation. Nous avons également mis en lumière le vocabulaire technique, nombreux, pour vous permettre de trouver facilement sa signification (un index permet de retrouver les informations techniques de tous les mots surlignés). Et pour que ce tour d'horizon soit complet, nous vous donnons aussi quelques indications quant aux règles de navigation : immatriculation, test de chavirage, port de gilets de sauvetage... Vous avez toutes les clés en main pour embarquer.

Hugues Hovasse  
Rédacteur en chef

### BONUS EN LIGNE



Retrouvez des éléments complémentaires à ce hors-série sur notre site :  
[www.blb-bois.com/les-revues/bonus](http://www.blb-bois.com/les-revues/bonus)

Les photos de l'ouvrage sont tirées de la collection de l'auteur, ainsi que des photos prises par les élèves de Skol ar Mor dans le cadre de leur formation.

**Vocabulaire technique, termes complexes :** tous les mots surlignés dans les articles de ce hors-série sont répertoriés dans un index, en fin d'ouvrage, qui vous permet de trouver rapidement les pages où ces mots sont cités avec les explications permettant de comprendre de quoi il s'agit.

## CONTACTS

### le BOUVET

10 avenue Victor-Hugo  
CS 60051

55800 Revigny

Tél. : 03.29.70.56.33

Fax : 03.29.70.57.44

E-mail : [lebouvet@martinmedia.fr](mailto:lebouvet@martinmedia.fr)

Internet : [www.blb-bois.com](http://www.blb-bois.com)

Retrouvez tous les services  
du Bouvet sur :

[www.blb-bois.com](http://www.blb-bois.com)



## Sommaire

du hors-série n° 15

Les auteurs ..... p. 4

Le bateau bois ..... p. 5

Les fondamentaux  
de la construction

traditionnelle ..... p. 13

Les techniques modernes

de construction ..... p. 44

Construire Mesker ..... p. 60

• Le test de redressement ..... p. 88

• Mesker... sous voile ! ..... p. 90

En images... ..... p. 92

Introduction

au canot moteur ..... p. 94

Carnet d'adresses ..... p. 96

Index ..... p. 98

## le BOUVET

10 avenue Victor-Hugo – CS 6001 – 55800 Revigny

Tél. : 03 29 70 56 33 ; Fax : 03 29 70 57 44

E-mail : [lebouvet@martinmedia.fr](mailto:lebouvet@martinmedia.fr)

Bimestriel paraissant aux mois 01/03/05/07/09/11

**Directeur de la publication :** Arnaud Habrant

**Fondateur :** Didier Ternon

**Rédacteur en chef :** Hugues Hovasse

**Secrétaire de rédaction technique :** Luc Tridon

**Maquette PAO :** Hélène Mangel.

**Correctrice :** Emmanuelle Dechargé

**Publicité :** ANAT Régie : tél. 01.43.12.38.13

E-mail : [m.ughetto@anatrejie.fr](mailto:m.ughetto@anatrejie.fr)

**Diffusion :** MLP

**Directeur Marketing – Partenariat :**

Stéphane Sorin, [marketing@martinmedia.fr](mailto:marketing@martinmedia.fr)

**Vente au numéro et réassort :**

Mylène Muller. Tél. 03.29.70.56.33.

Édité par Martin Media,

S.A.S. au capital de 150 000 €

10 avenue Victor-Hugo – CS 60051 – 55800 Revigny

Imprimé en France par Corlet Roto, 53300 Ambrières-les-Vallées.

Origine du papier : Le Lardin-Saint-Lazare (France). Taux de fibres

recyclées : 0,28 %. Papier issu de forêts gérées durablement,

certifié 100 % PEFC. Eutrophisation : 20 g / T.

Imprimé par un imprimeur

ISSN : 2610-7732

ISBN : 978-2-35058-277-1

Commission paritaire n° 0419K81071

Dépôt légal : novembre 2018 – © 11-2018



# Les auteurs

## FRANÇOIS VIVIER ([www.vivierboats.com](http://www.vivierboats.com))

C'est au tout début des années soixante que j'ai été initié à la voile, alors que les bateaux étaient encore majoritairement en bois, fruits de la création partagée d'un architecte et d'un chantier artisanal.

Ingénieur et architecte naval de formation, co-fondateur du *Chasse-Marée*, revue qui fait revivre notre patrimoine maritime, ayant exercé des responsabilités dans la « grande » construction navale et le transport maritime, j'ai eu à connaître toutes sortes de bateaux, de plaisance, de pêche, marchands ou militaires.

Mais surtout, depuis plus de 40 ans j'ai, comme architecte naval, apporté ma contribution au renouveau de la plaisance traditionnelle, de la construction de bateaux du patrimoine au développement des voile-avirons et de la construction individuelle. Ayant construit moi-même plusieurs petits bateaux et navigué sur de nombreux voiliers traditionnels ou classiques, j'ai toujours eu à cœur de dessiner des bateaux marins, dans tous les sens du terme, et faciles à construire par des amateurs.

En 2003, je me suis installé à mon compte et à temps plein comme architecte naval. J'ai deux activités principales. D'abord des projets de restauration ou de construction de répliques de bateaux. Il y a une dizaine d'année, j'ai rencontré Mike Newmeyer qui avait le projet d'une école de charpente navale traditionnelle (devenue Skol ar Mor), association dont je suis le président et qui est associée à la réalisation de ce hors-série. Former des charpentiers de navire est en effet une nécessité tant pour restaurer les bateaux existants que pour en construire d'autres. Mon autre activité est de proposer des plans de petits bateaux d'inspiration traditionnelle, mais en construction moderne bois-époxy, destinés tant à la construction amateur que professionnelle artisanale. J'ai un catalogue de plus de 50 plans que je ne cesse d'enrichir et ces bateaux sont construits dans le monde entier.

Quand Hugues Hovasse, du *Bouvet*, m'a contacté, j'y ai vu l'occasion de fusionner ces deux passions, celle du patrimoine maritime vivant et celle des petits bateaux en construction amateur. Car je propose ici, pour la première fois, la construction individuelle de bateaux en construction traditionnelle avec un manuel suffisamment complet pour vous permettre de vous lancer dans la construction de bateaux en utilisant les techniques ancestrales du charpentier de navire.

## SKOL AR MOR ([www.skolarmor.fr](http://www.skolarmor.fr))

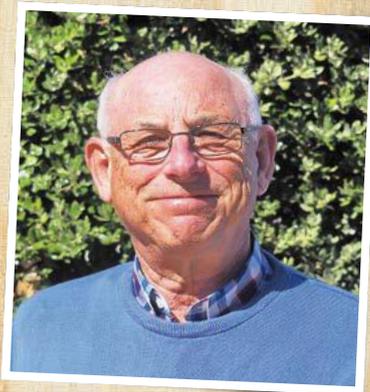
Il y a à peine plus d'un demi-siècle, le bois était le seul matériau pour la construction des petits bateaux. Il y avait de nombreux charpentiers de marine, formés sur le tas. Au fur et à mesure de l'industrialisation de la plaisance comme de la réduction des flottes de pêche, ils sont partis à la retraite sans être remplacés. Pourtant le bateau bois a un avenir comme en témoigne le succès populaire des grands rassemblements de bateaux traditionnels. D'objet, le bateau bois devient œuvre d'art et accède ainsi à l'immortalité. Le beau métier de charpentier de marine devient lui-même une part du patrimoine de l'humanité. Conserver ces savoir-faire est une nécessité, un devoir même. Il faut faire de la construction bois un art vivant et durable et redonner le goût des bateaux qui ont une âme.

À cette fin, une formation de qualité à ce métier est nécessaire, pour donner naissance à une nouvelle génération de charpentiers de haut niveau de compétence. C'est le projet de Skol ar Mor qui, depuis la rentrée de septembre 2011 accueille des élèves pour deux années de formation à l'issue de laquelle ils obtiennent un diplôme professionnel (niveau IV) de Charpentier de Marine. Les promotions sont de six élèves, des stages en entreprise étant aussi réalisés. D'autres parcours de formation sont aussi possibles, en particulier dans le cadre de congés individuels de formation.

L'équipe de Skol ar Mor s'est créée autour de Mike Newmeyer, qui a été directeur de l'Apprenticeshop (États-Unis), référence incontestée pour la formation de charpentier de marine. Il apporte l'exceptionnelle expérience de cette école fondée par Lance Lee, à l'origine du formidable renouveau de la construction bois en Amérique. Jacques Audoin, meilleur ouvrier de France en charpente navale, fait équipe avec Mike comme formateur. Il a rejoint Skol ar Mor avec la volonté de transmettre ses savoir-faire et sa passion pour un travail d'excellence. Plusieurs chantiers navals bois sont membres du conseil d'administration de Skol ar Mor qui se doit avant tout d'être au service de la profession.

Le choix pédagogique de Skol ar Mor est celui de la formation par la pratique au travers d'un « chantier-école ». Les constructeurs de bateaux bois existants n'ayant plus la capacité suffisante pour former des apprentis, l'école se doit d'être aussi un chantier naval. Les élèves se forment par la pratique à toutes les étapes de la construction de bateaux les plus divers. Il n'y a pas de salle de classe à Skol ar Mor. Tout se passe dans l'atelier. Le vendredi après-midi, chaque élève présente aux autres ce qu'il a fait dans la semaine. Les difficultés rencontrées, les réussites aussi, sont l'occasion d'une mise en commun pour que tous y gagnent en expérience.

Les bateaux sont proposés à la vente et, sous réserve de ne pas donner lieu à une concurrence déloyale vis à vis des chantiers professionnels, peuvent être fabriqués sur commande. L'école vise aussi à devenir un « centre maritime international de transmission des savoir-faire traditionnels » et de nombreux contacts avec des organismes étrangers sont déjà en place.



François Vivier

Mike Newmeyer



Jacques Audoin



# Le bateau bois

Découvrons ensemble les principes de base de construction d'un bateau en bois. C'est aussi l'occasion de découvrir le vocabulaire spécifique à la construction navale. Comme dans tout métier, un vocabulaire précis est nécessaire pour bien se comprendre.

## INTRODUCTION AU BATEAU BOIS

L'existence des bateaux remonte à la plus haute Antiquité et le matériau le plus utilisé a été le bois. Une façon primitive de faire un bateau, encore utilisée de nos jours, consiste à couper et creuser un tronc d'arbre. C'est ce qu'on appelle une pirogue « monoxyle » (constituée d'un seul morceau de bois). On peut utiliser le feu et l'eau pour déformer une telle coque et l'élargir au-delà du diamètre du tronc de départ. On peut aussi y ajouter d'autres pièces de bois pour rehausser la coque. C'est alors un premier pas vers le bateau constitué d'un assemblage de pièces de bois.



Pirogue monoxyle malgache

Évoquons d'autres moyens historiques de construction d'un bateau : peau de cuir sur une armature de bois (les currachs irlandais par exemple), écorce (canoë des Amérindiens), peau et os de phoque (kayak inuit), papyrus, toile goudronnée sur armature... et j'en oublie sûrement !



Tankwa du lac Tana, Éthiopie, réalisée en papyrus

Au fil du temps, de nombreuses techniques d'assemblage de la charpente du bateau en bois et de son bordé (sa peau extérieure qui lui donne son étanchéité) ont été développées et se sont perfectionnées au fil des ans. La charpente est constituée en général d'une structure axiale, la colonne vertébrale du bateau, avec de l'avant à l'arrière l'étrave, la quille et l'étambot. Il y a aussi une structure transversale, les côtes, que l'on appelle membrures pour la coque, barrots pour le pont. À cela viennent s'ajouter d'autres éléments dont l'objet est de rigidifier l'ensemble obtenu.



Enez-Koalen, réplique d'un cotre homardier de Bretagne nord



Toulinguet, yacht de plaisance classique en bois

# Le bateau bois

Pour un grand bateau, la structure se complexifie beaucoup, mais limitons-nous ici au cas de petits bateaux et même de bateaux « ouverts », dits aussi « creux », c'est-à-dire sans pont.



Bateau creux, c'est-à-dire ouvert de type voile-aviron (*Ilur*)

## Un bordé...

En laissant de côté des techniques très anciennes faisant appel à des ligatures ou des tenons et mortaises, il y a deux façons principales de réaliser le bordé d'un bateau : à franc-bord ou à clin.

• **Le bordé à franc-bord** consiste simplement à juxtaposer les planches constituant le bordé. L'étanchéité est obtenue par un calfatage, c'est-à-dire l'insertion d'une fibre de chanvre ou de coton dans les joints, qui sont légèrement ouverts en V. Le calfatage est tout un art en soi. Autrefois, il était réalisé par des ouvriers spécialisés dans cette opération, les calfats. Lorsque l'humidité du bois s'accroît, les membrures ou les barrots doivent résister à un effort de compression très élevé. Il est donc nécessaire d'avoir une structure très robuste et donc lourde. On peut comparer cela à un tonneau où les cercles en fer ont cette fonction de résister aux efforts de compression et ainsi d'assurer l'étanchéité.



Bordé à franc-bord, montrant les mèches de coton à calfater

Les bordés sont traditionnellement fixés aux membrures par des clous de forme plate, les **carvelles**. On parle d'ailleurs en archéologie de « bateau carvelle » pour désigner ce mode de construction, le plus courant en construction traditionnelle.

Une caractéristique du bordé à franc-bord, mais plus généralement de la construction traditionnelle, c'est qu'il est assez facile de démonter (on dit « délivrer ») un élément défectueux pour le remplacer, y compris pendant le temps d'une seule marée basse pour ne pas avoir à manutentionner le bateau.



*Jeanne-J*, réplique d'une chaloupe de Noirmoutier bordée à franc-bord sur une charpente en chêne.

• **Le bordé à clin** consiste à ce que chaque planche constituant le bordé vienne recouvrir la précédente. La liaison se fait au moyen de rivets en cuivre ou, autrefois, en fer. Chaque planche de bordé doit être soigneusement chanfreinée pour obtenir un joint parfait et donc étanche. Des fibres et résines naturelles étaient insérées autrefois pour parfaire l'étanchéité. Aujourd'hui, il existe des produits modernes qui permettent d'obtenir plus facilement le même résultat.



Bordé à clin. Notez qu'à l'aboutissement sur l'étrave (à l'avant), on fait mourir le recouvrement.

La construction à clin permet de réaliser des coques plus légères. Le bordé est lui-même moins épais et les membrures peuvent être moins nombreuses et moins résistantes. La construction à clin doit beaucoup aux peuples du Nord (Viking) qui l'ont utilisée systématiquement pour leurs bateaux. Ceux-ci avaient la réputation d'être assez flexibles, tout en conservant leur intégrité. La construction à clin requiert des planches de bordé de très belle qualité pour ne pas casser, en particulier

le long de la ligne de rivets. Elle n'est pas adaptée aux grands navires. Son domaine d'application est surtout les embarcations ouvertes.



Faering, petit bateau traditionnel norvégien construit à clin

## ... et des membrures

Venons-en maintenant aux membrures. Là aussi, il y a deux techniques principales : les membrures découpées et les membrures ployées.

- **Les membrures découpées**, dites aussi sciées, chantournées ou franches, sont réalisées au moyen de pièces de bois courbes découpées, en respectant autant que possible le fil du bois. En pratique, il faut plusieurs éléments en deux épaisseurs décroisées (c'est pour cela que l'on utilise le mot « couple » comme synonyme de membrure). Les deux épaisseurs sont liées entre elles par des « chevilles », terme qui en construction navale désigne des pièces en métal (les chevilles en bois étant appelées gournables). Ces chevilles peuvent être des boulons. Autrefois on utilisait couramment des chevilles « à bout perdu », c'est-à-dire des très gros clous enfoncés à la masse, en particulier entre membrures et quille. Les membrures sont généralement renforcées à l'axe du bateau, à la liaison avec la quille : cette partie renforcée s'appelle une **varangue**. L'espacement des membrures découpées est toujours de l'ordre de 30 cm, soit un pied avec les mesures anciennes.

Membrures découpées, réalisées en plusieurs éléments chevillés entre eux.



- **Les membrures ployées** sont réalisées à partir d'un bois bien droit de fil que l'on laisse un moment dans une étuve saturée de vapeur d'eau. Le bois ainsi ramolli est alors rapidement

placé dans le bateau et immobilisé avec des serre-joints et des premières chevilles. L'échantillonnage de ces membrures est bien plus faible que pour des membrures découpées, condition pour pouvoir les ployer. Pour compenser, leur espacement est plus faible (entre 10 et 20 cm). On utilise les membrures ployées pour des bateaux de petite taille.



Membrures ployées à la vapeur, plus légères mais plus rapprochées, et même très serrées sur ce bateau

Ce hors-série ayant pour objet principal la construction d'un petit bateau en construction traditionnelle, nous allons revenir bien plus en détail sur tout cela dans les prochains chapitres.

**Remarque :** on dit aussi bien construction « traditionnelle » que construction « classique », mais le premier terme est plutôt employé pour les bateaux de travail alors que le mot « classique » s'adresse plutôt à la plaisance. Il n'y a pas de différence de fond, mais les bateaux de plaisance attachent plus d'importance à la légèreté et à l'esthétique, avec une moindre préoccupation économique, donc avec des essences de bois plus nobles, se prêtant aux finitions vernies, et des assemblages plus sophistiqués.

## LES BOIS UTILISÉS EN CONSTRUCTION NAVALE

Les bois utilisés en construction navale répondent aux besoins spécifiques suivants :

- **Être soumis en permanence à un milieu humide**, et salé pour un bateau de mer. Donc avoir une grande durabilité, dont les critères ne sont pas ceux d'une utilisation terrestre. Notez que l'eau douce qui stagne dans les recoins d'un pont est plus nocive que l'eau de mer : le sel est un conservateur et un pont de bateau en bois doit se laver à l'eau de mer. Il faut aussi éviter les défauts du bois, qui constituent des endroits privilégiés pour développer du pourrissement.

- **Résister aux mouvements et aux chocs dus aux vagues**, ce qui impose soit une structure robuste et peu déformable, soit une structure élastique mais qui ne se rompe pas. Cette résistance mécanique est primordiale sur les grands navires en bois, qui sont nécessairement constitués d'un très grand nombre de pièces assemblées.

- **Assurer l'étanchéité de la coque**, du pont s'il existe, et des superstructures éventuelles. Cela conduit à privilégier des bois ayant un faible coefficient de retrait en fonction du degré d'humidité (sinon le bois laisserait passer l'eau quand il est sec). De ce point de vue, le développement du commerce maritime au XIX<sup>e</sup> siècle a permis l'importation de bois exotiques dont le coefficient de retrait est bien meilleur que celui des bois de nos pays tempérés. Le développement du yachting doit beaucoup à ces bois que l'on dit tropicaux. Autre exigence de l'étanchéité : l'absence de défauts, fentes ou nœuds.

Tout bateau doit pouvoir résister à des chocs violents, tout en restant sec à l'intérieur.  
*Periwinkle*, construit par Skol ar Mor



• **Réaliser des pièces courbes**, en particulier les membrures qui doivent être solides, donc sans couper le fil du bois. Concrètement, cela veut dire utiliser soit des courbes naturelles (naissance de branches ou de racines) qu'on appelle « bois tord », soit par courbure forcée au feu et à la vapeur. De nos jours, les bois courbes ne sont pratiquement pas utilisés comme bois d'œuvre ou de menuiserie : les charpentiers de marine ont besoin de ce qui bien souvent part comme bois de chauffage, mais bien sûr avec d'autres exigences de qualité !

• **Réaliser des pièces bien droites et de grande longueur** : quilles, bordages, mâts. Là aussi, les bois de grande longueur et de qualité supérieure sont aujourd'hui les oubliés des circuits de négoce.

Chaque région du monde a ses bois appropriés à la construction navale. Et en outre le même bois peut avoir des dénominations commerciales différentes selon les pays. Listons donc simplement les principaux bois de marine utilisés en France, qui diffèrent peu de ce que l'on trouve dans nos pays voisins :

• Le **chêne** est le matériau par excellence en construction navale traditionnelle, surtout pour la charpente axiale, les membrures, et autres éléments de liaison. Le bordé est souvent en chêne également, sauf si on veut faire un bateau léger. Pour les membrures et courbes en général, on préfère les arbres isolés ou en forêt peu dense. Le chêne de futaie, moins résistant mais plus droit, convient à l'inverse pour les bordés et autres pièces longues. Le chêne se collant mal, il trouve peu sa place en construction moderne collée.

• L'**orme**, malheureusement peu courant car victime de maladies, est excellent pour la structure sous la flottaison et les quilles en particulier. Très lié, il était utilisé en Normandie pour les bordés à clin.

• L'**acacia** est aussi un bois résistant et durable. Il est le bois préféré pour les membrures ployées, de préférence pas trop sec (environ 20% de taux d'humidité), ce qui facilite un réchauffement à cœur lors de l'étuvage.

• Les résineux provenant des pays du Nord ou des montagnes, qui ont poussé lentement, tels que **épicéa**, **pin sylvestre**, **mélèze**, **pitchpin** conviennent bien pour les ponts, les bordés des embarcations légères, et bien sûr les mâts et espars. Il est important de choisir du bois avec le moins de nœuds possible, ce qui n'est pas toujours facile.

• Le **cèdre**, très durable, est excellent pour les bordés.

• Le **pin d'Oregon** est très utilisé de nos jours, en particulier sur les petits bateaux et pour les mâts et espars (bien qu'il soit un peu lourd pour cela). Il s'agit d'un bois importé d'Amérique du Nord et, de ce fait, seuls des bois de qualité justifient de

Chêne, grand pourvoyeur de bois tord



Pin d'Oregon



traverser l'Atlantique. Le douglas, appellation utilisée pour les arbres coupés en France, est de qualité inégale mais convient tout à fait s'il est bien choisi.

- L'**épinette de Sitka**, importé d'Amérique du Nord, a été longtemps le bois d'excellence pour les mâts et espars, en raison d'excellentes qualités mécaniques associées à une faible densité. Il est hélas quasi introuvable aujourd'hui.

- Le **red cedar**, lui aussi importé d'Amérique du Nord, est intéressant pour son extrême légèreté, ce qui en fait surtout un bois utilisé pour les âmes de coques en « strip-planking » (construction moderne à base d'une âme en lattes de bois).

- Les bois rouges africains (**acajou, sapelli, sipo, makoré, niangon...**) sont très utilisés de nos jours, mais il est difficile de savoir s'ils proviennent de forêts exploitées de façon durable. Il y a de nombreuses essences et si vous souhaitez connaître les caractéristiques détaillées de l'une d'entre elles, je vous invite à consulter le site Internet du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) : <http://tropix.cirad.fr/>

- Le **teck** a longtemps été le bois d'excellence pour les yachts. Très durable, ayant un faible taux de retrait, il est parfait pour les ponts et éléments de superstructure. Aujourd'hui, on ne trouve guère que du bois de plantation, moins durable et néanmoins cher. Son application actuelle majeure est sur les ponts... de bateaux en plastique, ainsi que les mains courantes et autres « finitions bois » ne nécessitant qu'un entretien minimal.

- L'**iroko** est un bois africain durable et assez dur qui en fait un substitut du chêne, voire du teck. Il se colle mieux que le chêne.

## TECHNIQUES TRADITIONNELLES ET TECHNIQUES MODERNES

Nous ne parlons ici que de technique de construction en bois. Il est toutefois utile de rappeler qu'aujourd'hui la plupart des bateaux sont construits en d'autres matériaux. L'**acier** pour les navires de commerce, de guerre et les bateaux de pêche et de servitude au-dessus de 10 à 15 mètres. Le **polyester**, qui domine la construction de bateaux en grande série pour la plaisance et les petits bateaux de travail. L'**aluminium** et les **composites** pour les bateaux ayant des exigences fortes de performance et de légèreté.

La construction bois traditionnelle consiste à mettre en œuvre un matériau brut, le bois, pour en faire un bateau. Le seul apport de relative modernité est l'utilisation du métal (fer, acier, cuivre ou bronze) comme moyen de liaison. Mais au cours du XX<sup>e</sup> siècle, des techniques nouvelles ont apporté, par étapes successives, de toutes autres possibilités. Découvrons-les par ordre chronologique d'apparition.

### Le contreplaqué

Connu depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, le contreplaqué est très utilisé en construction navale à l'issue de la Deuxième Guerre mondiale. Constitué de plis croisés de 1 à 2 mm, obtenus en général en déroulant des billes de bois, il est utilisé à la fois pour les cloisons internes, les ponts et le bordé. Pour ce dernier, il impose une construction « à bouchain vif » (coque à formes anguleuses), introduisant une esthétique très déconcertante à ses débuts. Mais les architectes ont vite appris à dessiner des bateaux agréables à l'œil et très performants en raison du gain de poids considérable que le contreplaqué permet par rapport à une construction traditionnelle.



Le Mousquetaire club, dessiné par Jean-Jacques Herbulot en 1972, a une coque en contreplaqué à simple bouchain

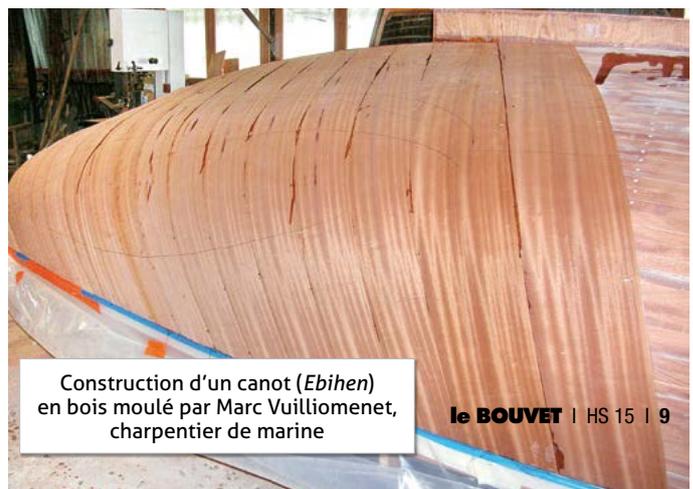
Le contreplaqué est le matériau qui a permis l'essor et la popularisation de la plaisance dans les années 1950 et 1960. Le succès du contreplaqué dépasse d'ailleurs largement la seule construction bois car il est toujours un élément essentiel pour le cloisonnement et les aménagements sur les coques en polyester de grande série.



Structure d'un voilier en contreplaqué (Pen-Hir, plan Vivier)

### Le bois moulé

La technique du bois moulé est aussi issue des progrès techniques réalisés au cours de la guerre, en particulier dans le domaine aéronautique. C'est la formulation de colles résistant à l'humidité qui en a permis le développement. Le bois moulé n'est autre que la réalisation in-situ d'un contreplaqué à la forme de la coque. On pose plusieurs plis successifs de feuilles de bois tranché (2 à 4 mm en général) ajustées et collées. Des agrafes provisoires sont utilisées pour fixer les plis pendant la prise de la colle. Il est alors possible de réaliser des coques très résistantes et rigides, ne nécessitant qu'un raidissage intérieur minimal. Le bois moulé a été pendant longtemps la technique la plus adaptée aux bateaux de compétition.



Construction d'un canot (Ebihen) en bois moulé par Marc Vuillienmet, charpentier de marine



Construction d'un yacht classique avec des membrures lamellées-collées

## Le lamellé-collé

Le lamellé-collé consiste à réaliser des pièces de structure (quille, étrave, membrures, courbes) à partir de lames de bois débitées en plis de faible épaisseur. C'est un progrès énorme par rapport à la construction traditionnelle qui imposait des pièces massives courbes. Comme les pièces en lamellé-collé sont obtenues à partir de lames fines, les contraintes internes au bois sont considérablement affaiblies. Une courbe lamellée ne risque pas de fendre comme pourrait le faire une courbe en chêne massif.

**Remarque :** bois moulé et lamellé-collé ont tous deux un inconvénient commun. Ils exigent une main d'œuvre importante, ce qui freine leur utilisation.

## Les résines époxy

La construction navale en bois moderne prend naissance dans les années 1980, avec la généralisation des résines époxy, c'est pourquoi on la désigne souvent sous le nom de construction « bois-époxy ». L'époxy est une résine de synthèse qui s'associe parfaitement avec le bois (contrairement au polyester qui adhère mal au bois, et qui est soumis à des phénomènes de vieillissement appelé *osmose*, que l'époxy ne connaît pas). Suivant sa formulation et les additifs employés, la résine époxy constitue un « système » aux applications multiples :

- Collage structurel des éléments de bois, ne nécessitant ni un serrage élevé, ni un ajustage parfait.
- Réalisation de « joints-congés » qui assurent la même fonction que le soudage entre pièces métalliques. Les joints-congés sont parfaits pour lier une cloison au bordé.
- Imprégnation avec une résine fluide, constituant une barrière isolante qui réduit les variations de taux d'humidité du matériau. Ainsi les pièces de bois « travaillent » moins.
- Stratification des coques, ponts, voire des cloisons, ayant pour effet de raidir ces éléments (surtout si on stratifie des

deux côtés) ou plus simplement de protéger coque et pont par une couche dure, résistante et parfaitement étanche.

**La possibilité d'associer bois et époxy a permis le développement de techniques nouvelles :**

- Le strip-planking, sandwich constitué d'une âme en lattes de bois et de peaux en tissus de verre stratifié époxy.



Construction d'un petit voile-aviron (Morbic 11) en strip-planking

- Le contreplaqué cousu-stratifié consistant à assembler les virures de bordé par des ligatures et ensuite à stratifier les joints en éliminant les serres (pièces de liaison en bois massif, qu'il fallait employer autrefois).

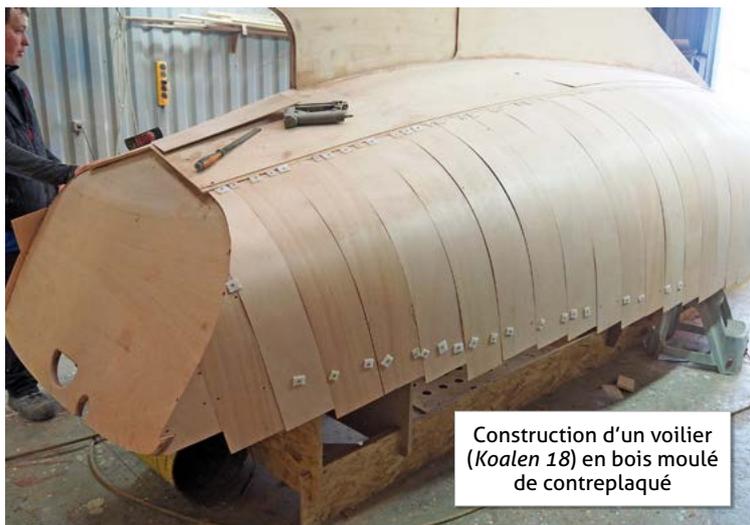


Construction d'un voile-aviron (Creizic) en contreplaqué cousu-stratifié



Ce sont les frères Gougeon aux USA qui ont lancé les systèmes époxy avec le West System. En France, les marques les plus connues sont Sicomin et Résoltech

- Le bois moulé de contreplaqué.



Construction d'un voilier (Koalen 18) en bois moulé de contreplaqué

Ajoutons que des techniques de collage et stratification sous vide sont de plus en plus utilisées par les professionnels. Elles permettent une meilleure qualité (pression uniformément répartie et suppression des bulles d'air) et réduisent le temps de main d'œuvre. Cela donne par exemple une nouvelle jeunesse aux techniques du bois moulé.

**Remarque :** les résines époxy ont bien des avantages, mais il faut quand même accepter de travailler des produits non dépourvus de toxicité !

Le chapitre 3 de ce hors-série décrira la mise en œuvre des systèmes époxy et plus généralement les techniques modernes de construction que cela permet.

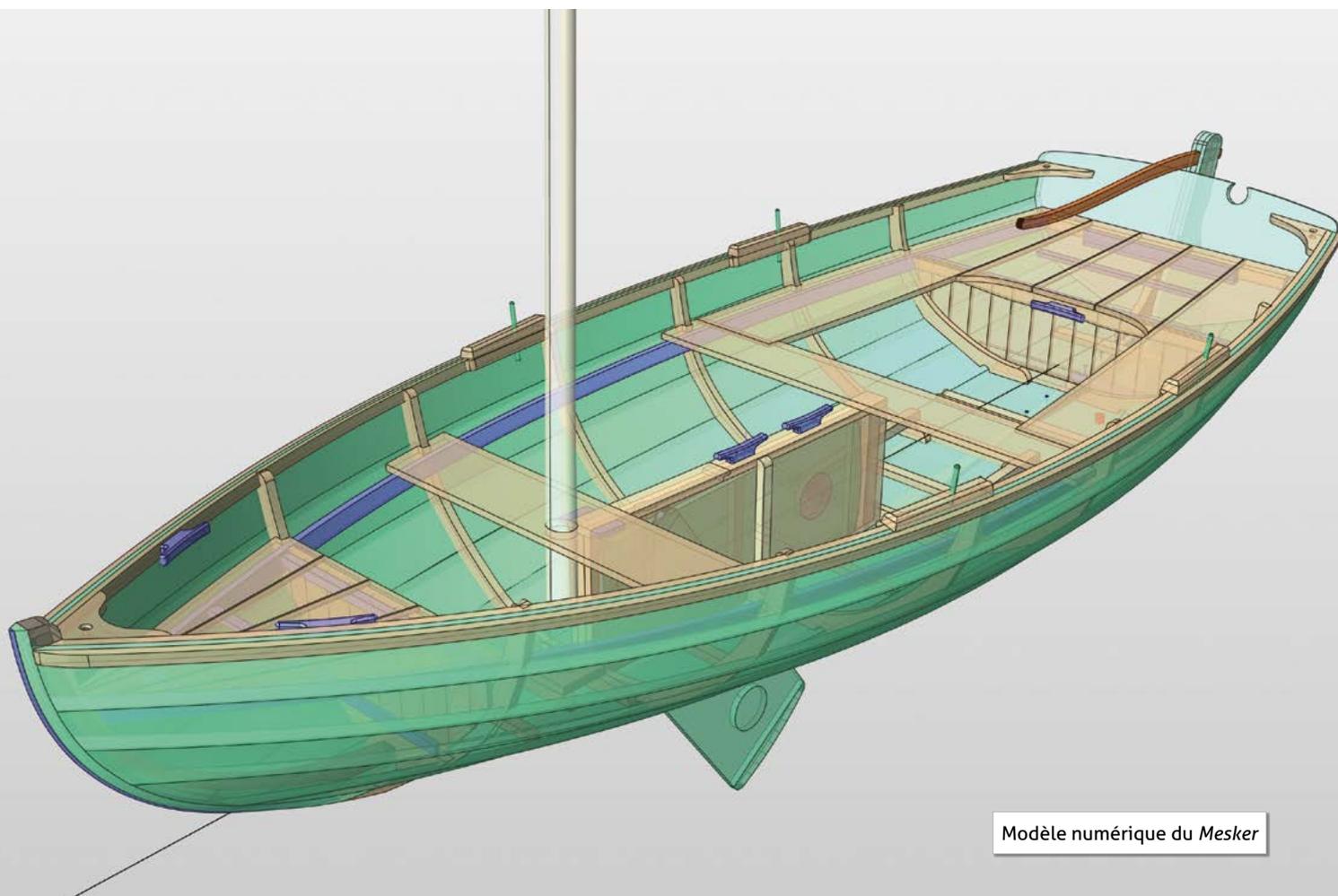
## Finition et restauration

Le bois, tout comme les stratifications époxy, nécessite une protection par peinture ou vernis. Dès lors que le bois est mis en œuvre de façon moderne, il constitue un ensemble bien homogène travaillant peu. On peut alors y appliquer des peintures et vernis modernes, en particulier les polyuréthanes bi-composants, qui assurent une protection très durable. Par ailleurs, un bateau bois moderne se prête très facilement à une remise à neuf quasi parfaite. Le bois est le matériau le plus facile à réparer. ■

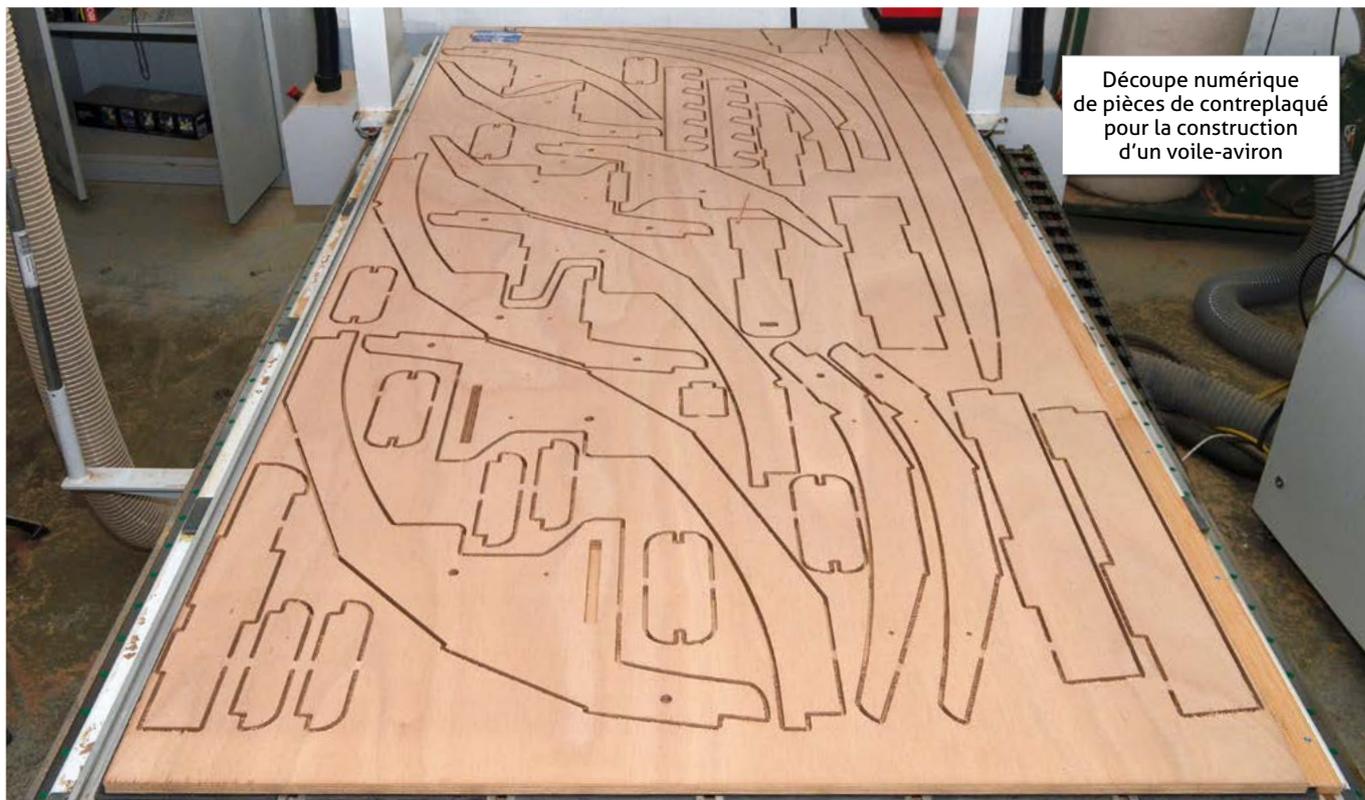
## La conception numérique

La construction navale en bois tire un grand profit des technologies numériques. Les plans de l'architecte peuvent être utilisés pour découper des panneaux de contreplaqué sur des machines à commande numérique. On arrive ainsi à réaliser des coques avec une grande précision, un haut niveau de qualité et un gain de main-d'œuvre substantiel.

En construction traditionnelle, on peut remplacer le tracé en salle par des gabarits de contreplaqué léger, découpés sur machine, ou des tracés en vraie grandeur imprimés sur du calque polyester.



Modèle numérique du Mesker



Découpe numérique de pièces de contreplaqué pour la construction d'un voile-aviron

## Techniques traditionnelles et modernes : quelle différence ?

Construction traditionnelle ou moderne : ces deux techniques sont peu miscibles entre elles :

- La construction moderne, elle, se fait en grande partie à partir de matériaux semi-ouvrés comme du contreplaqué ou du bois débité en petites sections, voire tranché. Le bateau construit est une structure à caractère monolithique. On n'enlève pas facilement une pièce. Les réparations se font en découpant les zones abîmées et en remplaçant la matière par collage d'éléments de faible section pour retrouver la cohérence d'ensemble. **Les techniques modernes sont particulièrement adaptées à la construction amateur et de bateaux à l'unité. Elles requièrent moins d'expertise et pas, ou peu, de machines à bois.**

- La construction traditionnelle a l'arbre comme point de départ et le bateau comme point d'arrivée. Elle est un assemblage de pièces de bois, où il est possible de remplacer

une pièce par une autre. Mais contrairement à la méthode moderne, on ne peut pas envisager une réparation par collage des pièces massives, car les déformations du matériau feraient casser les joints de collage. Il est tout de même possible de moderniser une construction traditionnelle sans en changer les principes de base. Le meilleur exemple est le remplacement de membrures franches ou ployées par des membrures lamellées-collées, techniquement meilleures. C'est une option utile car on trouve difficilement du bois tord de qualité de nos jours et c'est souvent par les membrures qu'une construction traditionnelle vieillit en premier (ne serait-ce que par pourriture dans des zones mal ventilées). Et puis une membrure, même lamellée, reste un élément qui sera assemblé, et non collé, au reste de la structure. Il faut ainsi reconnaître que **la construction traditionnelle d'aujourd'hui n'est plus celle d'hier, ne serait-ce que par l'utilisation de machines à bois, d'outillage électrique portatifs et de divers matériaux moderne ! ■**

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Découvrons à présent les phases et techniques principales de la construction traditionnelle ou classique. Nous allons détailler surtout les plus courantes et celles qui seront mises en œuvre par la suite, lors de la construction complète pas à pas d'une embarcation pour la voile, l'aviron ou le moteur, que nous avons appelée *Mesker*. Au-delà des méthodes générales, il existe de nombreuses façons de faire face à toutes les configurations possibles, pour chaque bateau particulier. C'est du reste la richesse de la construction bois que de pouvoir s'appliquer aux situations les plus variées !

## LES ÉTAPES DE LA CONSTRUCTION

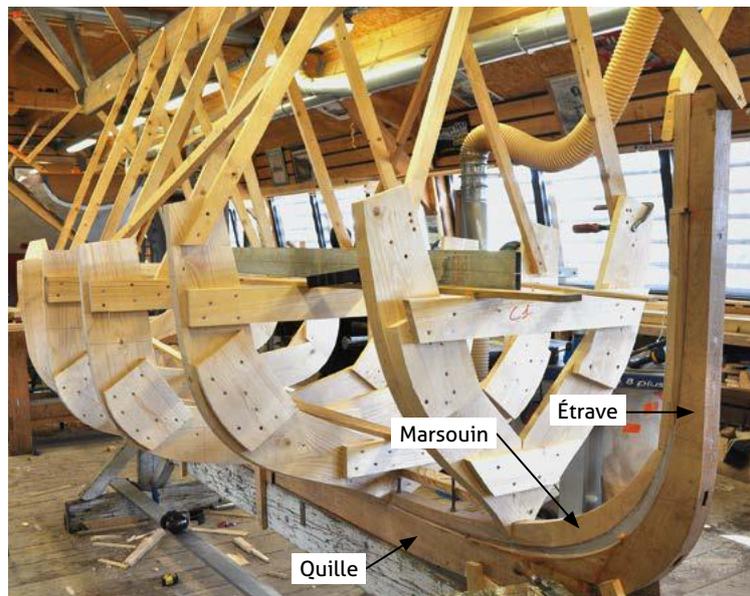
De nombreuses possibilités s'offrent à qui veut construire un bateau.

La plus courante est de construire à l'endroit : c'est de cette façon que sont construits les grands bateaux. On assemble la charpente axiale (étrave, quille, étambot, tableau) et l'ensemble est dressé. On ajoute alors les membrures en veillant à leur parfaite verticalité et alignement. On ajoute autant d'éléments que nécessaire pour assurer la tenue et la rigidité de l'ensemble. La coque est alors bordée, pontée, aménagée... Suivant l'emplacement du chantier, la quille est posée à l'horizontale ou sur une cale inclinée. Les membrures sont perpendiculaires à la quille ou perpendiculaires à la flottaison.



Cette coque de belle dimension est construite à l'endroit sur des membrures découpées dites franches. Il s'agit de la reconstruction du *Martroger*, ancien baliseur de Noirmoutier

**Note :** au lieu des membrures, on peut ne poser que des gabarits de couples, sorte de membrures provisoires. Ce sera le cas si les membrures sont ployées sur une coque déjà bordée, en totalité ou en partie.



Ce petit bateau creux (non ponté) est construit à l'endroit sur des gabarits de couples. Il est surélevé pour permettre la pose du bordé. Une poutre au plafond permet d'y clouer les « accores » qui immobilisent les gabarits

Les petits bateaux sont souvent construits à l'envers. On est plus confortable pour la pose du bordé, mais il faut avoir la possibilité de retourner le bateau pour le terminer. Notez que lorsque le bateau est construit sans plan, à la seule expérience et à l'œil du charpentier, on construit généralement à l'endroit.

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle



Ce *Morbic 12* est construit à l'envers. Un mannequin réutilisable muni de lisses a permis de poser les membrures ployées avant le bordé



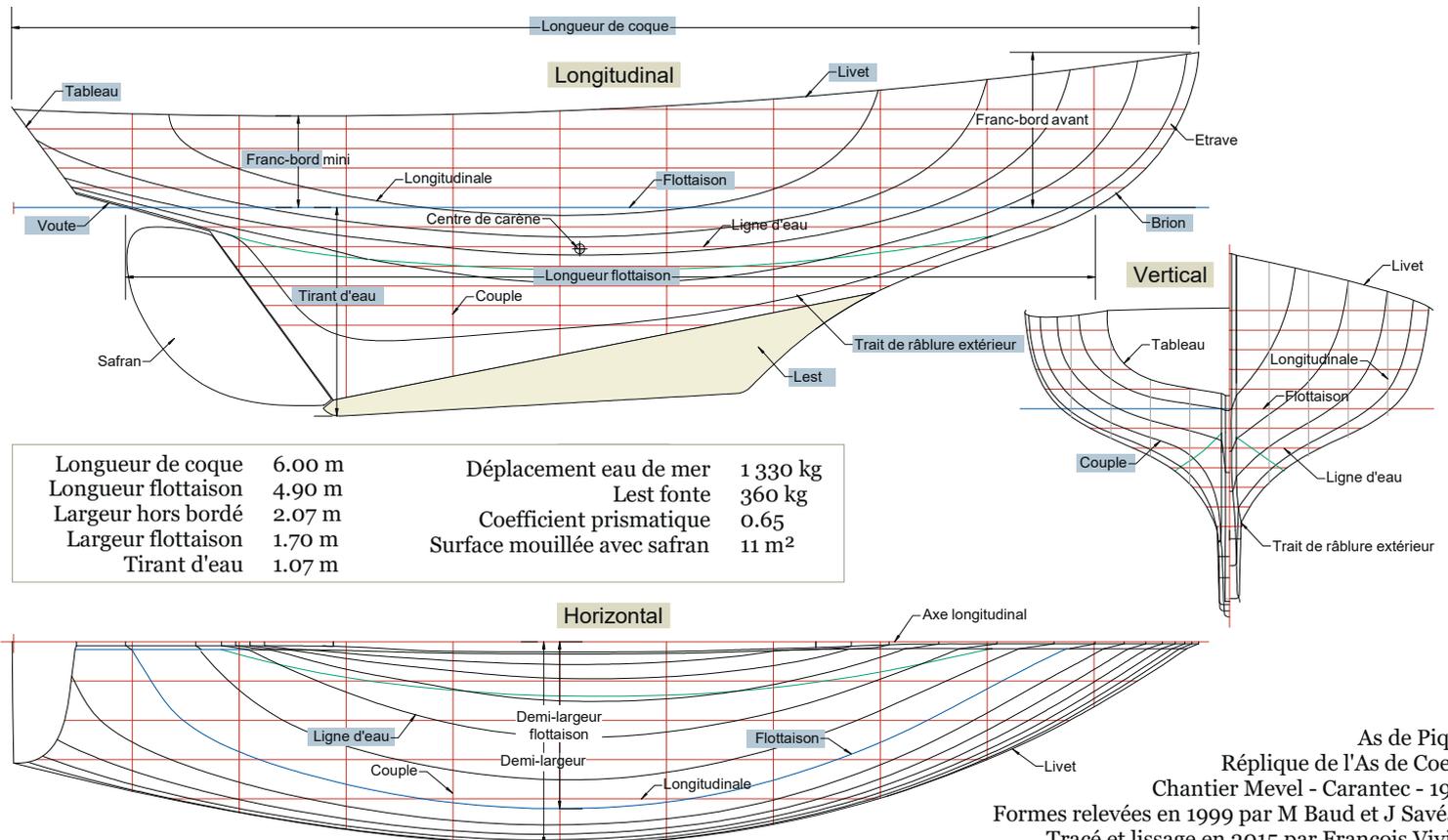
Ce faering de Bindal (Norvège) est construit par l'école de construction navale Skol ar Mor selon la technique nordique traditionnelle, à l'endroit et bordé d'abord. Une poutre au-dessus permet de placer les accores pour contraindre la forme du bordé

Une autre distinction fondamentale est dans l'ordre de montage : membrures d'abord ou bordé d'abord. Si le premier procédé est le plus classique, la construction bordé en premier a aussi ses avantages, en particulier pour une construction à clin. C'est alors la forme développée de chaque planche de bordé qui donne la forme du bateau, de même que la coupe de chaque pièce de tissu donne la forme d'un costume.

→ Le *Mesker*, que nous fabriquerons pas à pas, est construit à l'envers, membrures d'abord.

## TRACÉ

Pour construire un bateau, il faut un plan. Cela n'a pas toujours été le cas. Une méthode traditionnelle très répandue est la demi-coque, taillée dans un bloc de bois par le charpentier qui peut ainsi montrer à son client ce qu'il lui propose. Constituée

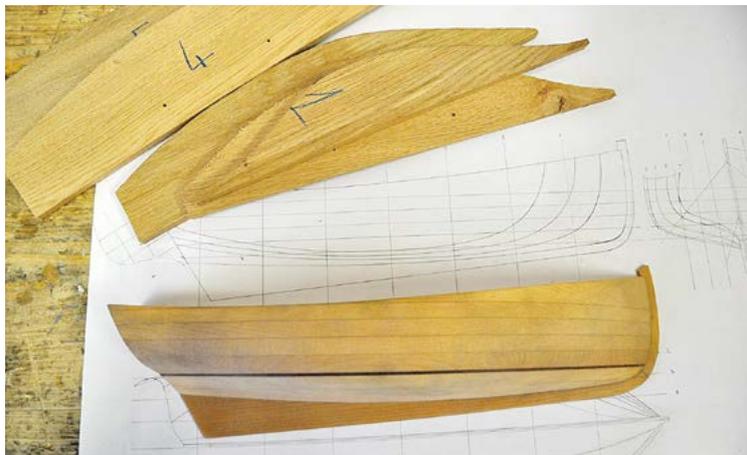


As de Pique  
Réplique de l'As de Coeur  
Chantier Mevel - Carantec - 1951  
Formes relevées en 1999 par M Baud et J Savéan  
Tracé et lissage en 2015 par François Vivier

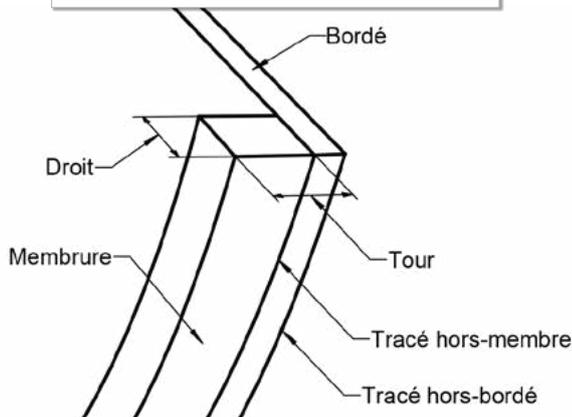
Plan de forme d'une réplique de *L'As de Coeur* construite par Skol ar Mor

de planchettes assemblées, on peut la démonter pour en reporter le tracé. En Méditerranée, on construisait au moyen du « gabarit de Saint Joseph » : gradué et associé à une tablette elle aussi graduée, il permettait de tracer tous les couples d'un bateau en le décalant et le faisant pivoter progressivement.

**Le plan de forme est la base de tous les autres plans du bateau. Il définit la forme de la coque, et aussi du pont s'il y en a un.** Il comporte trois vues, le vertical qui montre les couples ou membrures, l'horizontal pour les lignes d'eau, le longitudinal pour les longitudinales. On distingue le tracé « hors bordé » et « hors membre » (c'est-à-dire intérieur bordé). L'architecte naval établit généralement un plan hors bordé car c'est cela qui détermine le volume de la coque et ses propriétés nautiques (assiette, stabilité, résistance à l'avancement). Mais le constructeur a surtout besoin d'un tracé hors membre, car c'est celui qui définit la géométrie des membrures, de l'étrave, du tableau...



Les demi-coques réalisées par le charpentier sont démontées pour en reporter le tracé



Le « droit » est en principe l'épaisseur du plateau dans lequel la pièce a été découpée. Le « tour » est la largeur de la pièce, telle que découpée avec une scie à chantourner avant l'apparition des outils électriques

**Passer du plan au bateau impose un tracé en vraie grandeur sur un plancher.** Cela oblige à une opération de lissage, c'est-à-dire l'obtention d'un tracé précis et bien régulier. Chaque modification dans une vue doit être reportée dans les deux autres vues selon une approche itérative. En principe, le plan est déjà lui-même lissé, mais ce n'est pas toujours le cas, par exemple si on veut reconstruire un bateau à partir d'un plan publié en tout petit dans un livre ou une revue, ou encore apporter des modifications à un plan existant. De toute façon le passage au réel impose plus de précision qu'un plan à l'échelle et rend nécessaire un minimum de lissage.

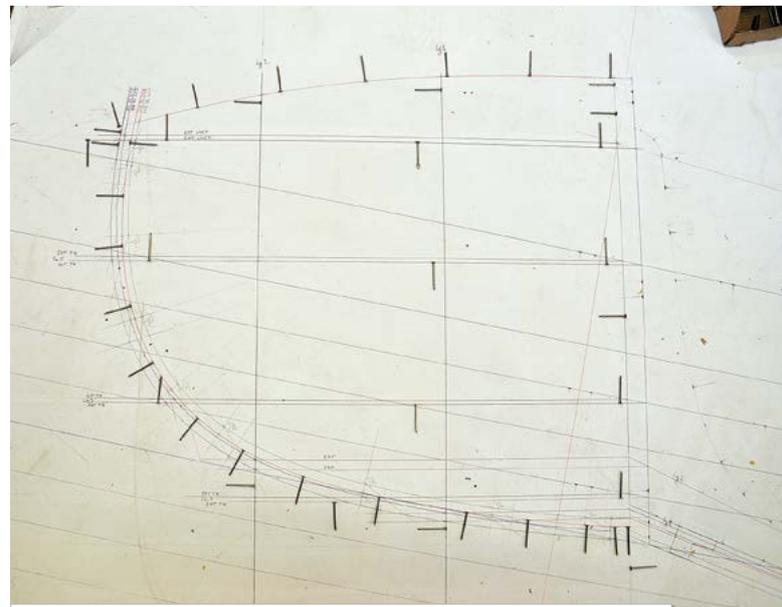


On utilise des sortes de réglets souples et des « souris » (poids munis d'un bec pour tenir le « réglet ») pour obtenir des courbes lisses



Tracer un bateau exige de savoir bien se repérer dans les trois dimensions

Le tracé est la partie la plus noble du travail du charpentier de navire, souvent réalisée autrefois par le patron du chantier. J'invite ceux qui veulent en savoir plus et passer à la pratique à rechercher le livre très complet de Bernard Ficatier *Concevoir, dessiner, relever des plans de voiliers* aux éditions du Chasse-Marée (livre hélas épuisé).



Transfert du tracé : des pointes sont insérées à plat sur le tracé. Ensuite, on pose dessus le gabarit en contreplaqué léger pour y reporter l'empreinte et y tracer le contour de la pièce

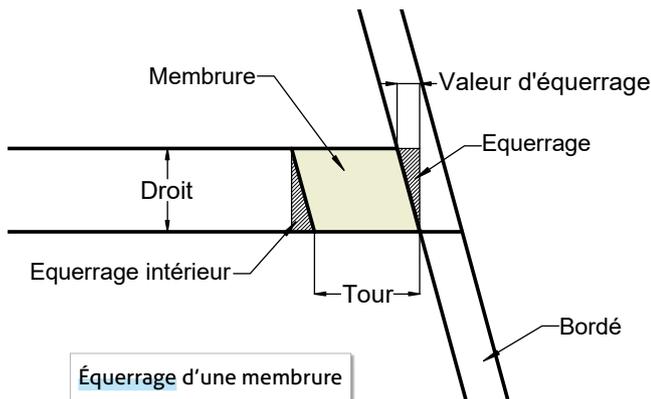
Vous l'avez compris : **un bateau est tout en courbes. La ligne droite y est l'exception.** Le contact entre le bordé et une membrure est presque toujours oblique, ce qui impose un « équerrage ». Le tracé a donc aussi pour objet de définir des équerrages.

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Le charpentier utilise les gabarits pour trouver la pièce de bois qui convient le mieux

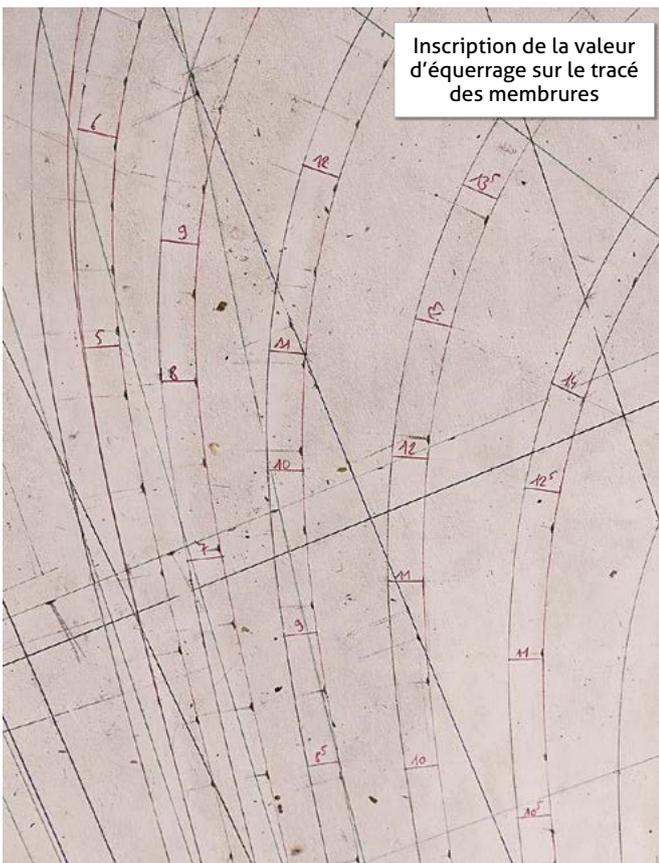


Le tracé est réalisé sur un plancher, en pratique des panneaux de contreplaqué peints en blanc mat. Une fois fini, on le reporte sur les pièces de charpente à découper. La méthode usuelle consiste à reporter le tracé sur un contreplaqué léger qui est découpé pour constituer un gabarit. Si besoin, les indications d'équerrage sont inscrites sur ce gabarit. De même on y reportera tout ce qui est nécessaire à son positionnement dans le bateau : flottaison, axe longitudinal, membrures... Le gabarit permet dans un premier temps de chercher dans le stock de bois ce qui convient le mieux en tenant compte du fil du bois. Et dans un deuxième temps de découper et équarrer la pièce.



Équerrage d'une membrure

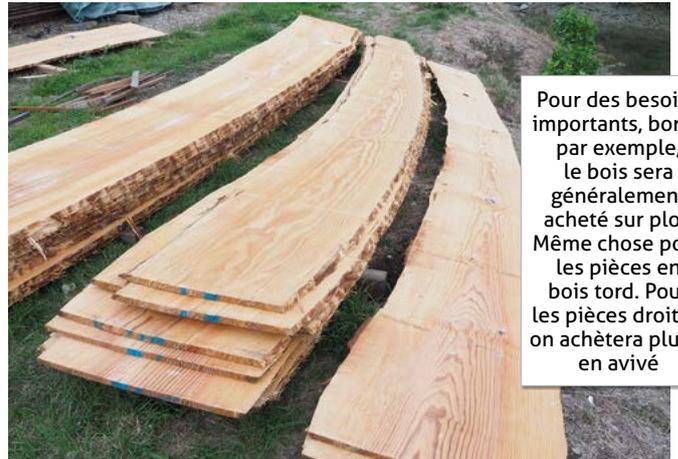
Inscription de la valeur d'équerrage sur le tracé des membrures



De nos jours, des outils informatiques permettent de réaliser des plans avec une très haute précision, au point que le tracé n'est plus nécessaire. C'est le cas du Mesker pour lequel l'architecte donne des plans cotés, à partir desquels membrures, étrave, tableau et autres peuvent être directement découpés et équerrés.

## DÉBIT DU BOIS

Le bateau en bois doit résister aux intempéries, aux chocs éventuels et se doit d'être étanche avec des assemblages sans le moindre jeu. Cela signifie que le bois utilisé doit être de tout premier choix, avec très peu de défauts. D'autant que, soumis alternativement à l'humidité et au soleil, le bois se déformera.



Pour des besoins importants, bordé par exemple, le bois sera généralement acheté sur plot. Même chose pour les pièces en bois tord. Pour les pièces droites, on achètera plutôt en avivé

Ainsi, sur un bateau, il est essentiel de respecter le mieux possible quelques règles fondamentales :

- Les bancs ou planchers seront toujours montés cœur vers le haut, pour éviter que de l'eau ne stagne sur le banc.
- Pour le bordé, comme pour le pont, le tableau, la sole, et les flancs du puits de dérive, le bois est autant que possible débité sur quartier pour en limiter le travail.
- Pour la quille, éviter le cœur (pour un petit bateau) et veiller à la symétrie bâbord-tribord.
- Pour les pièces découpées en forme (étrave, membrures, courbes), utiliser du bois tord, c'est-à-dire tirer profit des courbes naturelles (branches, racines).



Membrures et varangues découpées dans du bois tord

- Tirer profit des déformations naturelles des planches en fonction de leur usage.

Pour le « galbord » (premier bordé du bas de la coque), on pourra donc utiliser une planche ayant une torsion naturelle dans le même sens



- Les membrures ployées à la vapeur sont réalisées avec du bois droit de fil pour éviter de casser. À cette fin, le bois peut être fendu dans le sens des fibres.



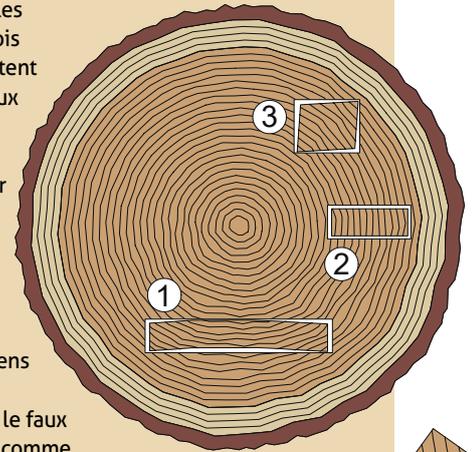
Abatage d'acacia pour réaliser des membrures ployées par des élèves de Skol ar Mor. Fendre le bois permet de s'assurer de ne pas couper le fil, de préférence à un débit rectiligne

## Débit et déformations

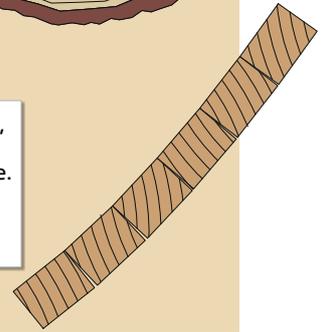
Le débit du bois relâche les tensions internes et le bois se déforme. À cela s'ajoutent des déformations liées aux variations d'humidité.

Conséquences :

- une planche débitée sur dosse (1) tire à cœur ;
- une pièce découpée sur quartier (2) garde sa forme rectangulaire, mais se rétracte deux fois plus dans le sens tangentiel que radial ;
- une pièce débitée dans le faux quartier (3) se déforme comme montré sur la figure. ■



Dans le cas d'un bordé en petites lattes, les cernes sont autant que possible perpendiculaires à la surface de la coque. Ainsi les déformations sont minimales et on risque moins de fissures et de problèmes d'étanchéité



## APPORT DES TECHNIQUES MODERNES



Voici la meilleure façon de positionner des lattes de bois collées entre-elles. Les flèches indiquent la direction du cœur

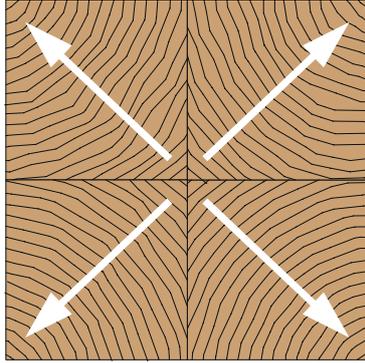


Cette étrave est réalisée en lamellé-collé

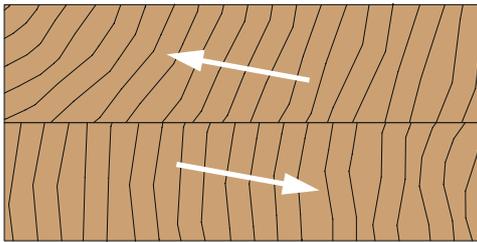
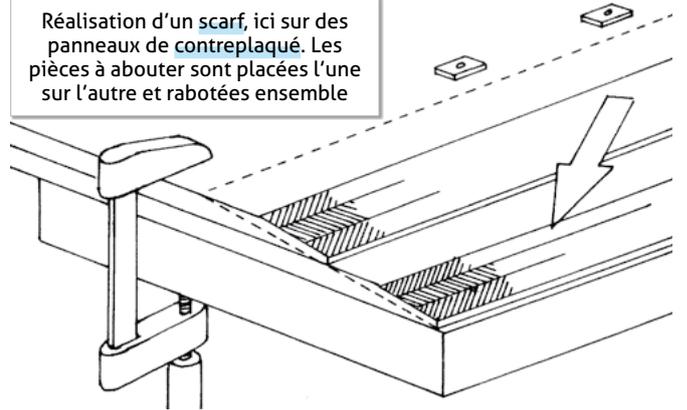
Malheureusement, on trouve de plus en plus difficilement du bois de qualité approprié pour la construction d'un bateau. **Tout en restant dans la logique d'une construction traditionnelle, on peut remplacer des éléments massifs par des éléments collés.** Ceci vaut aussi bien pour des pièces droites (quille, mât, espars), des pièces courbes (étrave, membrures...) ou des pièces de grande largeur (tableau, bancs...).

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Un tronc peut être divisé en quatre, puis recollé de cette façon pour réaliser un mât ou un espars



Réalisation d'un scarf, ici sur des panneaux de contreplaqué. Les pièces à abouter sont placées l'une sur l'autre et rabotées ensemble



Configuration idéale : pièces de bois sur quartier et sens des cernes contrarié avec une épaisseur inférieure à 20 mm. Si on double ce montage, on obtient une section carrée pour faire un mât

Les colles permettent aussi de réaliser des scarfs, c'est-à-dire des entures obliques collées permettant de constituer des pièces de grande longueur (mât ou virures de bordé). On peut travailler les pièces à scarfer avec un simple rabot, mais s'il y en a beaucoup à faire, on peut faire un montage avec des guides pour une défonceuse.



Pour s'assurer d'une étanchéité parfaite, les lattes de pont sont aujourd'hui très souvent collées sur une première couche de contreplaqué



Scarf collé d'une virure de bordé, vu sur chant. La longueur du scarf est de 8 à 10 fois l'épaisseur environ



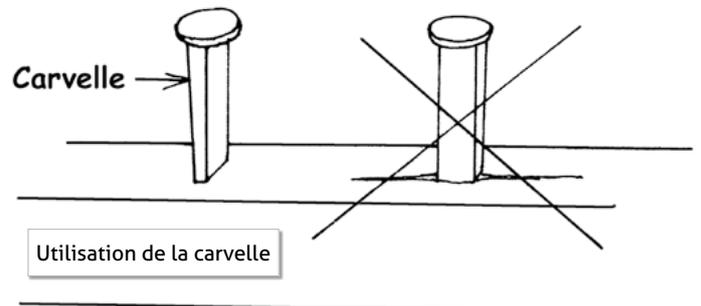
Le même scarf vu de l'extérieur du bordé

## LIAISONS MÉTALLIQUES, CHEVILLAGE

Assemblage de pièces de bois massif, la construction navale traditionnelle nécessite aussi des liaisons métalliques, que l'on nomme le chevillage, telles que boulons, clous, vis ou rivets adaptés à l'environnement marin.

La **carvelle** est le moyen de liaison le plus caractéristique de la construction navale. C'est un clou en acier galvanisé dont la pointe est plate et qui doit s'enfoncer de façon à couper les fibres du bois et non à les écarter. Les carvelles sont essentiellement utilisées pour clouer les bordages sur les membrures franches.

Carvelle : notez la pointe aplatie et la tête en forme de diamant



Carvelle

Utilisation de la carvelle



Aujourd'hui, on préfère utiliser des vis qui ont le grand mérite de faciliter un démontage éventuel et dont la pose s'est trouvée très grandement facilitée depuis que l'on a des visseuses sans fil. Le mieux est d'utiliser des vis à tête Torx en inox.

Quand on pose des pointes ou vis provisoires, toujours le faire en interposant une petite cale de contreplaqué pour ne pas abîmer le bois, surtout lors de l'enlèvement

Il est impératif d'utiliser des vis à filetage partiel, qui seules permettent d'obtenir un bon serrage des pièces (à défaut, la pièce à fixer doit être percée plus large que les filets).



Vis inox à tête Torx à filetage partiel

Le seul acier inoxydable qui tient en milieu salin est la qualité 316L, qualifiée aussi d'inox A4. L'inox 304 ou A2, plus courant, est surtout destiné aux usages alimentaires : ne l'utilisez pas en extérieur du bateau ni pour les liaisons structurales. On peut aussi utiliser de la visserie en bronze, très peu répandue en France mais courante en Angleterre et en Amérique du Nord.

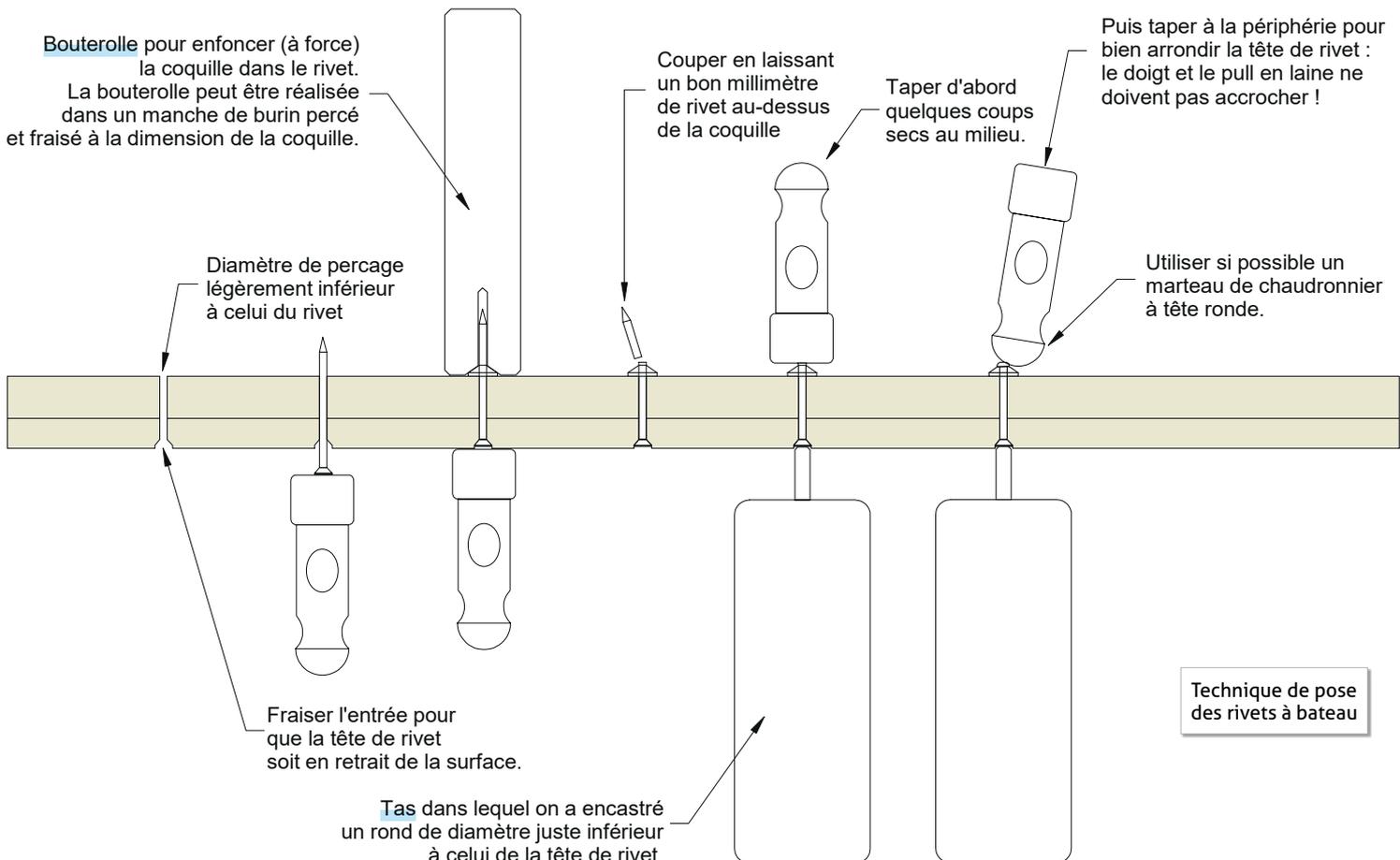
Lorsque l'on doit assembler des pièces de faible épaisseur et donc ne se prêtant pas au vissage, on utilise des « rivets à bateau ». Ils sont constitués d'une pointe en cuivre, de section ronde ou carré, et de contre-rivures ou coquilles, elles aussi en cuivre, que l'on enfonce en force. Ensuite on coupe la pointe qui dépasse en laissant juste 1 à 2 mm qui sont matés avec un marteau à tête arrondie.



Rivets à bateau en cuivre

Les rivets sont surtout utilisés :

- en construction à clin pour les liaisons des bordés entre eux ;
- pour les membrures ployées, que le bordé soit à franc-bord ou à clin ;
- pour d'autres utilisations diverses quand on en dispose.



Technique de pose des rivets à bateau

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Les boulons sont, eux, de préférence en acier inox A4. Ils servent à l'assemblage de grosses pièces de charpente, notamment pour la charpente axiale, et aussi pour la pose de pièces d'accastillage ou de taquets devant résister à des efforts importants.



Assemblage de membrure par boulons (à têtes fraisées Torx), avec des écrous noyés. Il reste à couper ce qui dépasse

On peut remplacer les boulons par du rond en acier qui est maté sur rondelle (voir plus loin un cas d'utilisation pour les membrures franches). Autrefois, on utilisait aussi des « chevilles à bout perdu », c'est-à-dire du rond utilisé comme un très gros clou avec une tête matée sur rondelle.

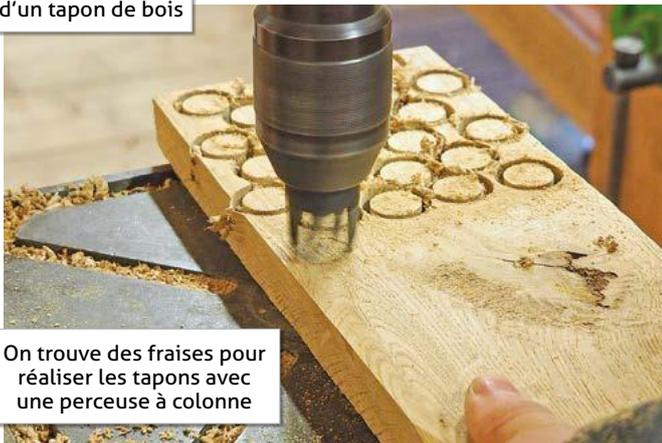


Sur les yachts, surtout fortement lestés pour la compétition, il est usuel de remplacer les varangues par des pièces métalliques mieux à même de répartir convenablement les efforts importants qui se concentrent dans les fonds

Les vis, boulons ou rivets sont normalement posés dans des avant-trous permettant de noyer les têtes dans le bois. En cas de finition peinte, on comble avec du mastic pouvant facilement être enlevé (mastic de vitrier). Pour une finition vernie soignée, on rebouche avec des **tapons** de bois.



Pose d'un tapon de bois



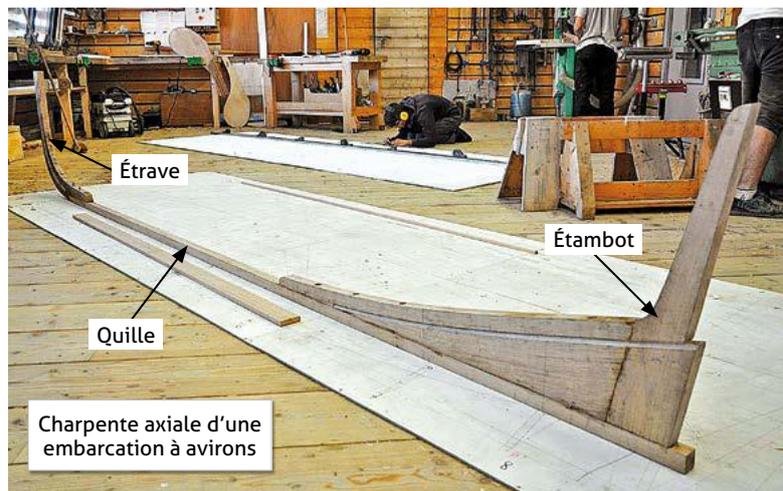
On trouve des fraises pour réaliser les tapons avec une perceuse à colonne

## CHARPENTE AXIALE

**La charpente axiale est la colonne vertébrale du bateau.** Dans le cas le plus classique, elle se compose de l'étrave, de la quille et de l'étambot, auxquels s'ajoutent des pièces de liaison. Ces pièces doivent être parfaitement liées entre elles par des assemblages (tenon-mortaise, mi-bois...) et un chevillage.



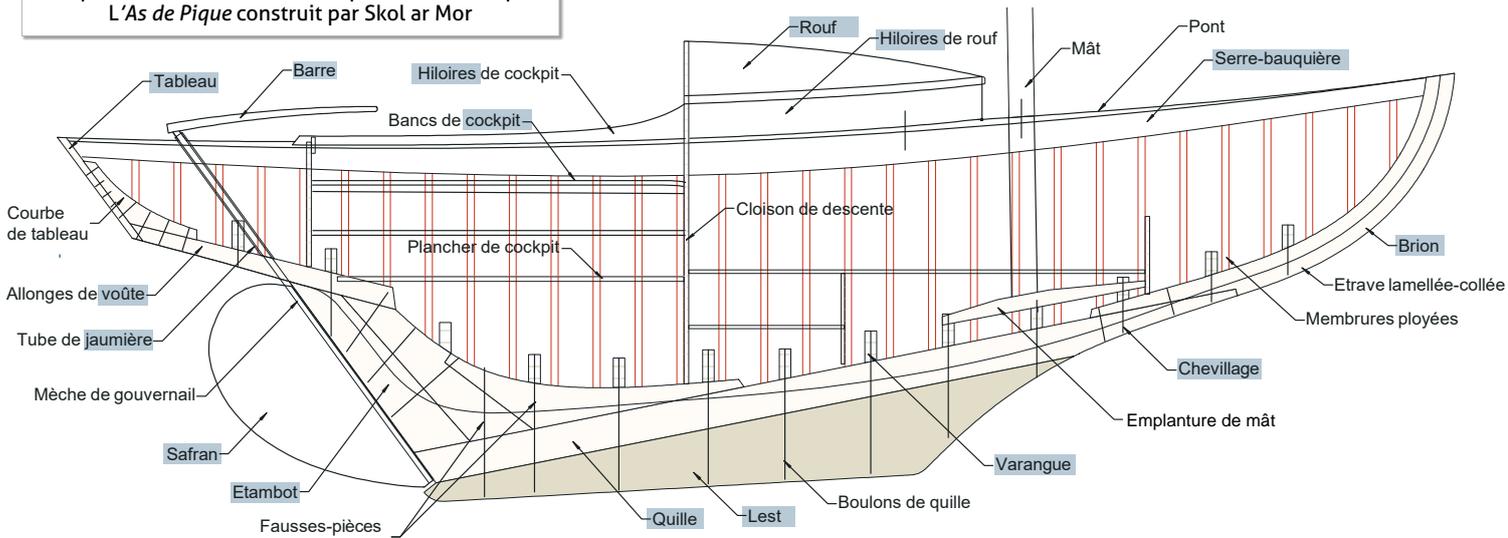
Charpente axiale d'un voilier ouvert, d'abord assemblée à plat sur le sol, puis dressée sur le chantier. Notez la découpe pour le passage de la dérive



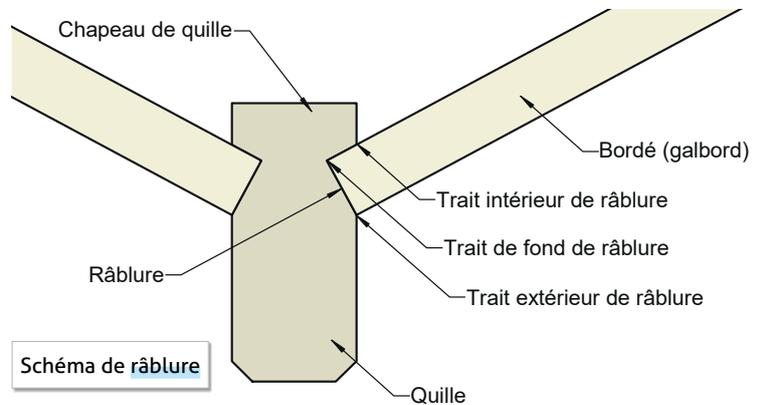
Charpente axiale d'une embarcation à avirons

Si le bateau est un voilier, un lest en fonte ou en plomb sera boulonné à la quille. La quille est un élément majeur. Lorsque le bateau vieillit, le poids des extrémités lui donne progressivement une courbure en arc. Certains charpentiers construisent les canots traditionnels avec la quille légèrement en contre-arc (0,5% à 1% de la longueur de quille).

Charpente axiale d'un voilier de plaisance classique :  
L'As de Pique construit par Skol ar Mor



Quand le brion (zone de transition entre quille et étrave) est assez doux, comme sur ce canot, il faut multiplier les pièces de charpente axiale



profil de râblure varie beaucoup. Le travail se fait en grande partie au ciseau à bois et doit être très soigné. Le joint sera calfaté pour en assurer l'étanchéité. Quand un bateau en bois traditionnel commence à faire de l'eau, c'est très souvent par le joint de râblure. L'étrave est en général doublée sur chaque côté par des apôtres dont l'objet est simplement d'agrandir la surface de contact entre l'étrave et les bouts de bordés et d'avoir suffisamment de matière pour visser solidement ces bouts.



Étambot avec son tenon qui vient s'insérer dans la quille. Le safran du gouvernail vient juste en arrière. C'est pourquoi la face arrière de l'étambot est creusée en demi-rond

Les membrures, puis le bordé, devront venir s'assembler à la charpente axiale. Pour assurer la liaison du bordé sur la charpente axiale, il faut pratiquer une « râblure », c'est-à-dire une entaille dont le profil, variable tout au long du bateau, est défini à partir du tracé.

La râblure (dessin) doit faire l'objet d'un tracé détaillé, à chaque couple, et des positions complémentaires, en particulier dans les formes avant et le long de l'étrave, zones où le



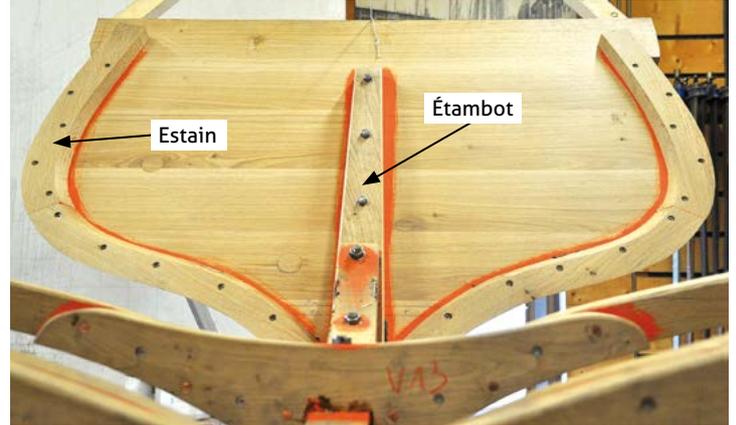
Réalisation de la râblure sur une étrave. Elle est destinée à recevoir les extrémités de bordés.

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Perçage pour le chevillage de l'étrave et du « marsouin » (courbe de liaison entre quille et étrave). Un montage permet de percer bien droit



Rassurez-vous : *Mesker*, le bateau que nous allons construire pas-à-pas, n'a pas de quille ! Elle est remplacée par une *sole*, c'est-à-dire un fond plat, plus facile à réaliser et qui facilite aussi les mises à l'eau. Il n'a pas non plus de râblure mais un simple chanfrein sur l'étrave (une fausse-étrave rapportée venant couvrir l'extrémité des bordés).



Le tableau est un élément transversal qui vient compléter la charpente axiale à son extrémité arrière. Pour une bonne liaison entre le bordé et le tableau, celui-ci est doublé à sa périphérie par l'« estain »

Les voiliers classiques ont un arrière à voûte, c'est-à-dire que la coque est prolongée en arrière du gouvernail. La mèche de gouvernail traverse une « louve » qui doit être étanche



Pour cheviller l'étrave, on utilise un boulon fait maison avec une tige filetée et un rond de 40 mm environ, soudé en forme de T. Cela permet de noyer cette tête de boulon dans une étrave étroite

La quille est souvent doublée intérieurement par une carlingue, autre pièce longitudinale placée au-dessus des varangues. Ainsi les varangues et membrures sont prises en sandwich entre quille et carlingue.

Sur les navires de grande taille, faute de trouver une pièce de quille de longueur suffisante, on assemble plusieurs éléments avec des assemblages en trait de Jupiter.



Exemple de trait de Jupiter simple, ici sur une serre d'« empature », c'est-à-dire un élément longitudinal renforçant la structure à l'intérieur des membrures



Les surfaces de contact de chaque assemblage doivent être protégées. Le minium de plomb, toxique, étant maintenant interdit, on utilise un primaire pour bois, parfois vendu sous l'appellation « minium » et de couleur orange



Pour éviter des entrées d'eau au niveau des assemblages, on perce et on entre à force des coupes d'eau (chevilles en sapin sec)



Modèle en bois destiné à la fonderie qui produira un lest en fonte ou en plomb et qui le livrera avec les perçages requis



Les bateaux à moteur fixe imposent de prévoir une découpe, dite « cage », pour l'hélice et un passage pour le tube de ligne d'arbre. Ici, la ligne d'arbre est prise en sandwich entre deux pièces de bois qui ont été creusées, ce qui évite de faire un long perçage délicat

## Structure transversale

Si la charpente axiale est la colonne vertébrale du bateau, la structure transversale en est les côtes, pour reprendre une analogie avec le corps humain.

Une belle charpente traditionnelle en membrures franches



# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

## o Membrures découpées, dites franches



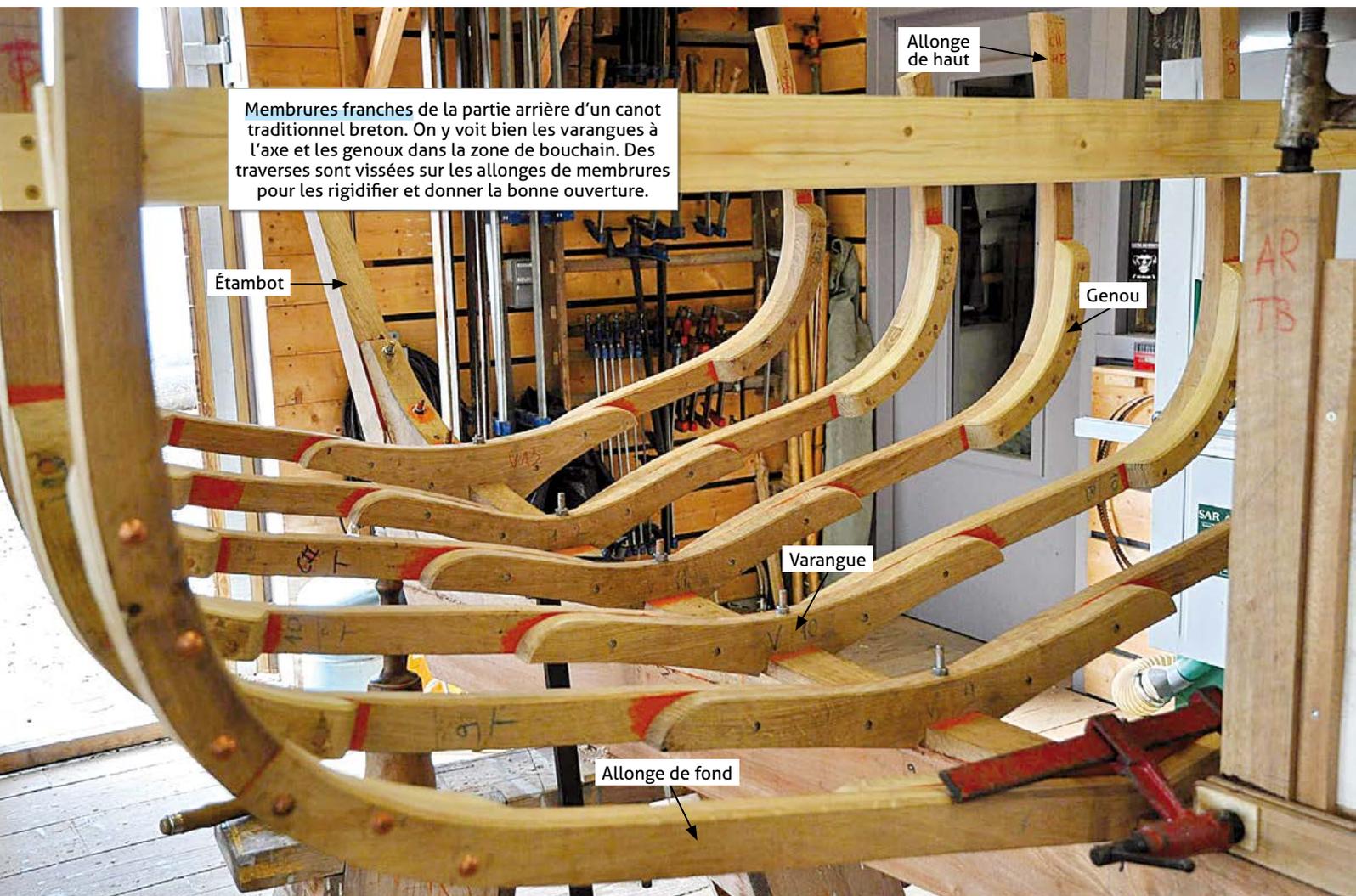
Des gabarits en contreplaqué léger sont découpés à partir du tracé du bateau. Ils permettent de chercher sur les plateaux de bois les pièces appropriés

La caractéristique des membrures est d'être courbes. Si elles sont en bois découpé, il faut les faire en plusieurs éléments assemblés entre eux et décroisés. L'élément situé à l'axe est la **varangue**. Elle est généralement d'un **échantillonnage** (épaisseur, ou droit) plus fort car elle sera percée pour être chevillée à la quille, et au lest s'il existe.



Membrures de *Jeanne J*, réplique d'une chaloupe de Noirmoutier (Chantier des Ileaux). Les membrures sont tracées, découpées, équerrées puis assemblées de façon très précise à partir du tracé du bateau

En allant de l'axe vers l'abord, on aura les **allonges** des fonds, les genoux et les allonges des hauts. Les **genoux** sont la partie où la coque est la plus courbée, qu'on appelle le **bouchain**. Ce principe général est adapté à chaque cas, suivant le profil de la coque. Certains bateaux ont un bouchain très doux, d'autres très marqué, donnant une plus grande stabilité au bateau. L'épaisseur des membrures, dite le droit, est la même partout.



Membrures franches de la partie arrière d'un canot traditionnel breton. On y voit bien les varangues à l'axe et les genoux dans la zone de bouchain. Des traverses sont vissées sur les allonges de membrures pour les rigidifier et donner la bonne ouverture.

Étambot

Allonge de haut

Genou

Varangue

Allonge de fond

La largeur des membrures, qu'on appelle le « tour » est au contraire variable, plus élevée dans les fonds et plus faible dans les hauts pour gagner du poids. L'espacement longitudinal des membrures, d'axe à axe, est dit maille. Elle est de l'ordre de 30 cm, c'est-à-dire traditionnellement un pied, pour les bateaux bordés à franc-bord.



À l'avant, on est souvent amené à monter des membrures dévoyées de façon à être dans un plan à peu près perpendiculaire au bordé

À partir du tracé du bateau, on découpe des gabarits en contreplaqué léger sur lesquels on note le numéro de membrure et, de place en place, l'équerrage. Cela permet de choisir la pièce de bois tord qui convient et de la découper. On utilise à nouveau le tracé pour positionner et fixer entre elles les pièces constituant un couple.



La scie à ruban à plateau inclinable est l'outil quasi indispensable pour découper les membrures franches comme d'autres pièces, ici un tableau. Autrefois on utilisait une scie à chantourner, ayant une lame de faible largeur



Un autre bateau après pose du bordé. Remarquez que les varangues sont sur l'avant des couples dans la moitié arrière du bateau et sur l'arrière des couples dans la moitié avant. La transition est au premier plan



Un bel ensemble de membrures découpées



Il est important de laisser l'eau circuler dans les fonds pour éviter des stagnations. À chaque couple on prévoit des passages dits « anguilliers »



L'herminette est l'outil traditionnel du charpentier de marine qui permet d'enlever du copeau avec efficacité et précision entre des mains expertes

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Chaque pièce est chevillée à la précédente par trois chevilles. Sur un petit bateau, on pourra utiliser des vis (de préférence 4, 2 de chaque côté), des boulons ou des rivets cuivres à bateaux. Sur des bateaux importants, ce seront des boulons ou des chevilles métalliques matées sur virolles. En outre, sur les grands bateaux, la membrure est en totalité en double épaisseur (d'où le mot « couple ») pour plus de robustesse.



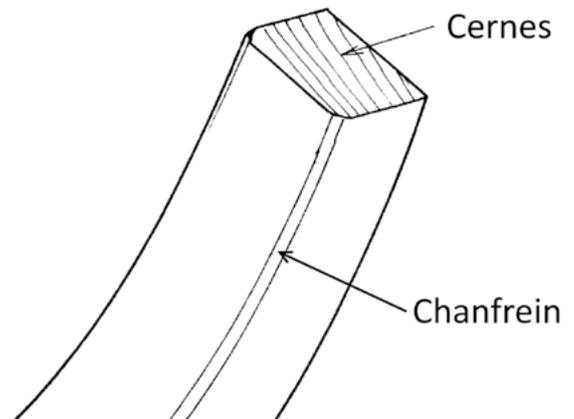
Chevillage de membrures avec des chevilles matées sur viroles. Notez la peinture au minium (en fait un équivalent de même couleur, car le minium de plomb n'est plus autorisé) pour protéger le bois, appliquée avant assemblage pour réduire le risque de pourriture

## o Membrures ployées

Une tout autre méthode pour réaliser les membrures est d'utiliser une pièce droite, qui est ployée à la vapeur. Cette technique a l'avantage d'être rapide. Elle s'applique surtout à des bateaux de dimension modeste et au bouchain assez doux. En France, on utilise surtout l'acacia, droit de fil, bien adapté à cet usage. Le chêne peut aussi faire l'affaire. Les membrures peuvent être en une seule pièce (de plat-bord à plat-bord), ou être en deux parties (de toute façon s'il y a un puits de dérive, ou aux extrémités du bateau aux formes en V prononcé). La meilleure solution est plutôt des demi-membrures avec des varangues de bois massif en position intermédiaire dans chaque maille. Cela réduit les contraintes dans les membrures en fonction des variations d'humidité du bordé, et donc les risques de rupture.



Membrures ployées d'un seul tenant au premier plan et en deux éléments dans les formes avant où elles sont en outre dévoyées



Les membrures sont chanfreinées côté intérieur du bateau. De façon générale, des chanfreins à 45° ou des arrondis sont nécessaires pour ne pas blesser l'équipage (un bateau à la mer, ça bouge !) mais doivent rester discrets pour s'accorder au caractère solide d'une charpente traditionnelle

Pour ployer, on utilise une étuve dont la longueur doit permettre d'y placer les membrures les plus longues. L'étuve ne doit pas être totalement étanche. La vapeur doit pouvoir s'échapper pour ne pas créer de surpression à l'intérieur.



Étuve, construite en bois pour ses qualités isolantes, installée dehors pour la sécurité. Notez la porte à charnière au premier plan



Immerger les membrures quelques jours avant utilisation permet un meilleur chauffage à cœur et une meilleure souplesse du bois

Les membrures y sont posées sur des supports, pour qu'elles soient bien enveloppées de vapeur. L'étuve est alimentée en vapeur par une chaudière, souvent une bouteille de gaz recyclée placée sur un brûleur à gaz (pour un petit bateau, une cocotte-minute fait l'affaire).



Bouteille de gaz convertie en chaudière. Notez l'ajout d'un orifice de remplissage soudé qui sert en outre de sécurité contre les surpressions

Les membrures sont placées dans l'étuve seulement lorsqu'elle est bien chaude. Le temps de chauffage dépend ensuite de l'épaisseur des pièces de bois. Il faut ramollir les fibres du bois jusqu'au cœur de la pièce. On compte environ

30 minutes pour 10 mm d'épaisseur. Pas moins, car il n'est pas bon de remettre une membrure dans l'étuve. Mais pas plus, car la membrure deviendrait cassante.

Le plus souvent, les membrures ployées sont placées dans une coque déjà bordée, construite sur gabarits. Dans le cas d'une coque à franc-bord, on peut laisser quelques bordages en attente pour pouvoir immobiliser la membrure avec des serre-joints. On prépare la pose en nettoyant et en traçant la position des membrures avec une latte souple. Tous les outils doivent être prêts pour travailler très vite dès que la membrure sortant d'étuve est placée dans la coque.

On commence par le milieu du bateau en gagnant ensuite vers les extrémités. Si on casse la membrure ou qu'on ne réussit pas à la ployer, ce sera généralement pour l'une des raisons suivantes : température insuffisante (on peut isoler l'étuve), bois trop sec, bois mal débité.

Commencez par un essai avec deux ou trois membrures. Assurez-vous que vous ne serez pas à court d'eau avant de continuer. L'idéal est de prendre le rythme de mettre une nouvelle membrure dans l'étuve chaque fois qu'une autre est sortie pour être posée.

La pose des membrures doit se faire à deux personnes, voire à trois. À la sortie de l'étuve, la membrure devenue souple doit être rapidement appliquée contre le bordé. Peser sur son milieu, sur la quille, puis poser des serre-joints contre les préceintes et forcer la membrure à épouser les formes du bateau en donnant quelques coups de maillet aux deux extrémités.



Le charpentier extrait une membrure de l'étuve

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle



Une butée provisoire est vissée pour poser la première demi-membrure. Noter qu'il reste un petit espace sous la membrure, le long de la quille, qu'on appelle anguillier, qui permet à l'eau de circuler dans les fonds

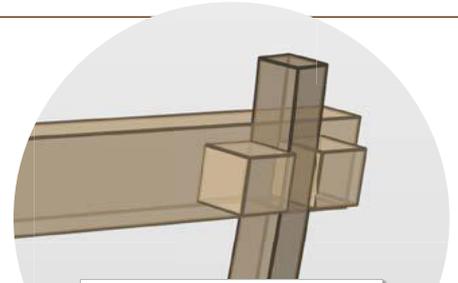
Il est bon qu'une personne soit à l'intérieur de la coque, pouvant ainsi poser son pied ou un genou sur la membrure et la pousser contre le bordé avec ses mains. Pour les constructions légères, qui ne permettent pas de mettre son poids à l'intérieur du bateau, on peut avoir intérêt à fléchir la membrure en s'aidant du pied avant de la mettre en place. On peut même utiliser un gabarit de cintrage ayant approximativement la courbure du bouchain.



Le charpentier qui est à l'intérieur force la membrure contre la quille. L'autre charpentier utilise un outil pour bien plaquer la membrure contre le bordé



Pendant que deux personnes maintiennent fermement la membrure à l'intérieur, on perce la membrure par l'extérieur. Percer un peu en-dessous du diamètre du rivet, pour que cela tienne le temps de poser la contre-rivure. Le rivet est inséré juste après



Ce levier, ajusté à l'épaisseur de la membrure, permet de la courber juste au-dessus du plat-bord

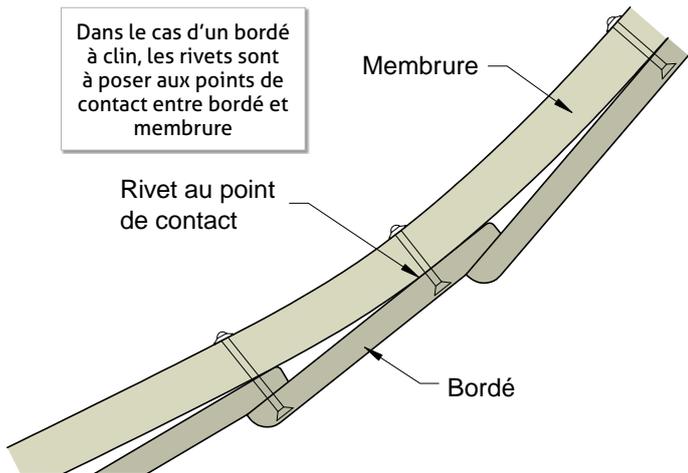


Ce manche en bois dur et lourd, avec une poignée pour y appuyer l'épaule, permet de bien maintenir la membrure pendant que le rivet est inséré de l'extérieur.

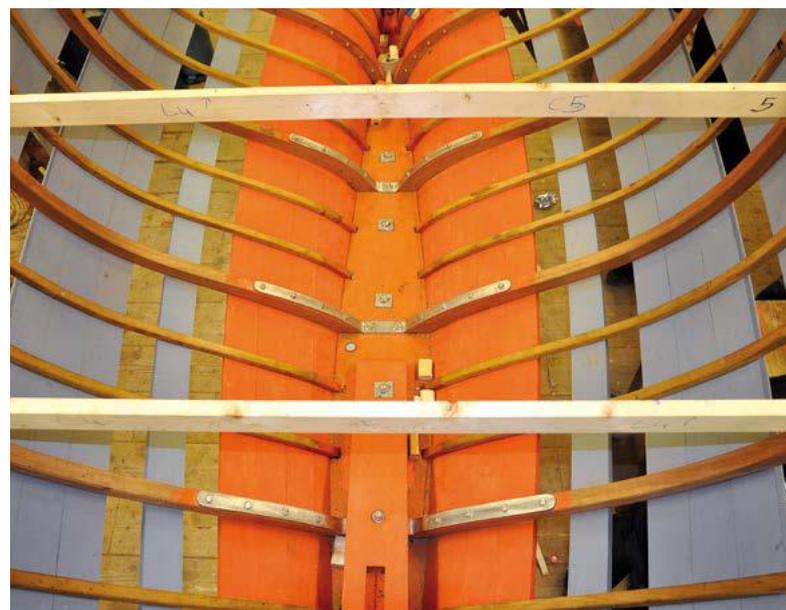
La liaison bordé-membrure est assurée par des rivets à bateau. Pour gagner du temps au moment de la pose (avant refroidissement), on peut placer des vis pour aggloméré de l'extérieur qu'on remplacera plus tard par les rivets (de plus gros diamètre que les vis). Il est aussi possible d'utiliser des vis par l'extérieur de la coque si la membrure est d'un échantillonnage suffisant, mais les rivets restent la meilleure solution. À l'axe, la membrure est normalement vissée dans la quille.



On trace à l'avance la position des membrures, de façon à pré-percer le bordé par l'intérieur. Dans le cas présent d'un bordé à clin, les rivets doivent être aux points de contact de la membrure avec le bordé. Décaler alternativement les perçages pour réduire le risque de fendre la membrure



Cette technique peut aussi être appliquée à d'autres pièces du bateau, par exemple pour la fausse-étrave du *Mesker* que nous allons fabriquer.



Construction mixte avec deux membreures ployées entre les membreures lamellées qui ont permis de border la coque. On a volontairement omis quelques virures de bordé pour pouvoir placer des serre-joints

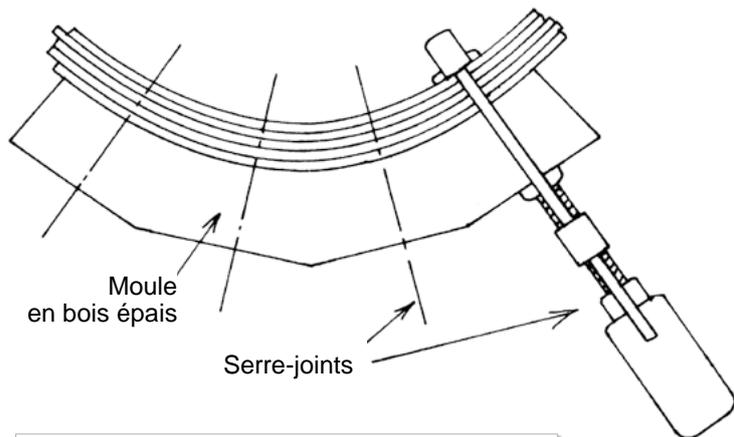


# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

## o Membrures lamellées-collées

Intéressons-nous à la mise en œuvre de la technique du lamellé-collé. Elle peut s'appliquer aux membrures, mais aussi à des éléments tels que varangues, étrave, courbes de banc, équerres de tableau... Ces pièces gagneront en solidité ou permettront de se tirer d'affaire si on ne dispose pas d'un bois bien lié.

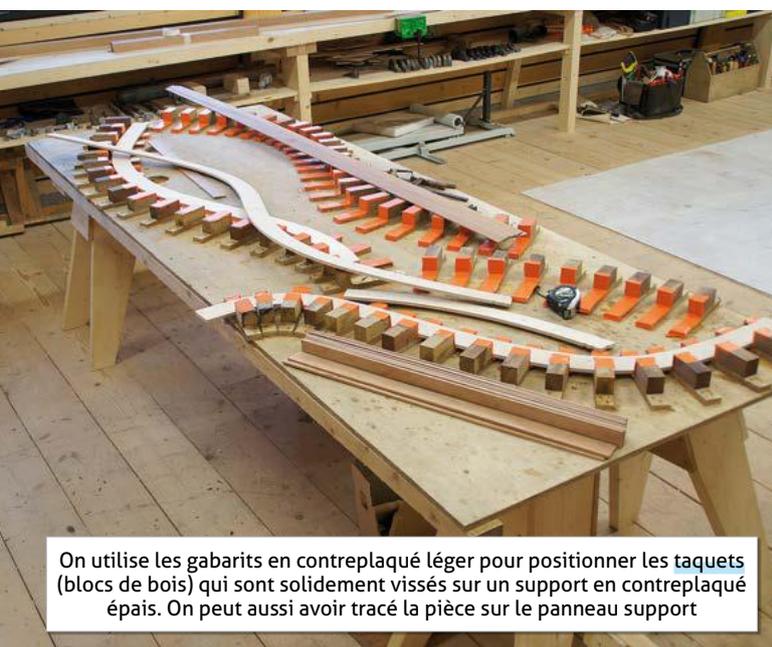
La plupart des essences de bois conviennent, à l'exception du chêne qui colle assez mal et qu'il est donc préférable d'éviter (dans le « Carnet d'adresses » p. 98, vous trouverez un époxy spécialement formulé pour le chêne).



Petite pièce lamellée à partir d'un moule en bois épais

Une règle approximative simple permet de définir l'épaisseur des lames : celle-ci, exprimée en millimètres sera égale au rayon de courbure exprimé en décimètres. Bien sûr la flexibilité du bois varie sensiblement d'une essence à une autre et on aura intérêt à faire un essai dans les cas limites.

Le tracé extérieur de la pièce est reporté sur un panneau épais de contreplaqué. Des taquets (blocs de bois), en nombre suffisant pour maîtriser la forme de la pièce, sont vissés dans ce panneau. Prévoyez aussi quelques cales pour éviter un contact direct de la pièce avec le panneau. Les lames doivent être prévues avec au moins 10 cm de sur-longueur à chaque extrémité. Faites un essai de mise en place avant de passer au collage.



On utilise les gabarits en contreplaqué léger pour positionner les taquets (blocs de bois) qui sont solidement vissés sur un support en contreplaqué épais. On peut aussi avoir tracé la pièce sur le panneau support



Les taquets sont eux-mêmes vissés à des lattes plus minces pour éviter le contact direct avec le panneau support. Il peut aussi être nécessaire d'ajouter quelques serre-joints pour bien plaquer le faisceau de lames contre le support et/ou aligner les lames



Ici, on a utilisé un gabarit pour relever la forme de la pièce à réaliser. Le gabarit a ensuite servi à positionner les taquets

On utilise une colle époxy. Les lames encollées (il faut de la méthode !) sont rassemblées en faisceau et emballées dans de la cellophane. L'encollage doit se faire sur les deux faces, ce qui protège le bois au cas où il n'y aurait localement pas de contact. On place progressivement des serre-joints à chaque taquet pour bien serrer les lames entre-elles. On place aussi des serre-joints pour appliquer le faisceau contre le panneau en plusieurs points (si nécessaire on perce à l'avance des trous de gros diamètre dans lesquels les serre-joints sont glissés).

**Attention :** les lames encollées glissent facilement les unes sur les autres : tout doit être parfaitement tenu et la force de serrage bien appliquée sur l'axe du faisceau de lames.



Une spatule crantée permet une application uniforme de la colle sur les lames

Il faut s'attendre à ce que la pièce lamellée-collée se relâche au démoulage, en perdant un peu de sa cambrure. Si le nombre de plis est suffisamment élevé, de l'ordre d'une dizaine, on n'a pas à tenir compte du retrait. Sinon, il faut corriger ce phénomène en jouant sur l'emplacement des taquets, seul un essai permettant de quantifier ce relâchement. Si on a plusieurs pièces à faire, commencer par les moins courbées, ce qui permettra de se faire une idée suffisante des corrections éventuelles à donner pour les autres. Les traverses temporaires utilisés pour maintenir un couple complet sont le plus souvent suffisantes pour corriger le relâchement.



La membrure complète est assemblée avec au moins une traverse de maintien temporaire, plus pour des membrures assez grandes. C'est d'ailleurs une façon de compenser le relâchement des pièces et, bien souvent, de ne pas s'en préoccuper.

## BORDÉ À FRANC-BORD

Avant de poser le bordé, il convient de s'assurer du lissage de la coque. Même si le tracé a été très bien fait, il restera toujours des imperfections, tant dans le contour des membrures que leur équerrage. À cette fin, on pose une lisse sur le bordé, latte de bois d'une souplesse appropriée aux formes de la coque. On marque ce qu'il faut enlever. On peut même coller un rempli si on n'a pas été très bon ! L'œil du charpentier est essentiel. La lisse est déplacée pour couvrir ainsi toute la surface de bordé. Ensuite on pare la membrure, au rabot ou à la ponceuse, jusqu'à ce que tout file bien.



Le charpentier s'aide d'une lisse, alignée sur les futurs bordés, pour marquer les défauts à corriger

L'étape suivante est le partage de bordé (on parle aussi de « répartition »). Il s'agit de matérialiser la position des joints de bordé sur l'étrave, les membrures et le tableau. Le nombre de virures de bordé est fonction de la taille du bateau et de la largeur moyenne des bordés. Les meilleurs bateaux sont bordés avec des planches plutôt étroites, ce qui réduit les variations de serrage des joints en fonction des conditions d'humidité. Le partage des bordés doit se faire de façon harmonieuse car les joints sont toujours visibles sur le bateau fini. À partir d'une répartition géométrique pure (chaque membrure partagée en segments égaux), on peut ensuite ajuster pour avoir des bordés plus étroits au bouchain. En fonction des formes de la coque, on cherche aussi à obtenir des bordés relativement rectilignes pour être découpés dans un plateau de largeur courante.



Sur le même bateau, des lisses provisoires matérialisent la position des joints de bordé, ici au nombre de 13



Sur cette construction sur gabarits, on a posé aussi des lisses provisoires aux emplacements des joints de bordé

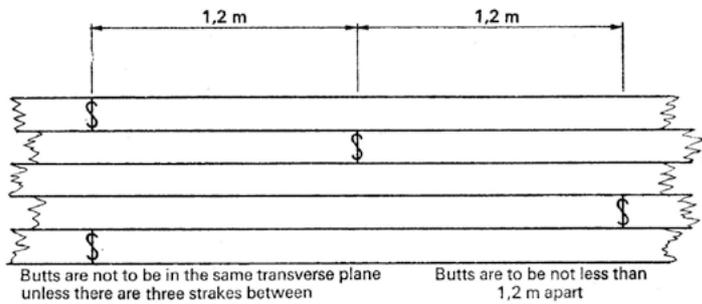
Les bordés sont habituellement numérotés à partir de la quille. Le premier bordé s'appelle le galbord et est assez souvent plus épais. Le deuxième et le ribord, lui aussi plus épais sur les grandes unités. Le bordé du haut est la préceinte. Elle est presque toujours plus forte.

Sur un petit bateau, les bordés sont d'une seule pièce. Mais sur des bateaux plus grands, on est limité par la longueur des plateaux dont on dispose. Il faudra alors juxtaposer plusieurs planches dans la longueur. L'ensemble est alors appelé virure de bordé et chaque élément est appelé bordage.

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

**Remarque :** le mot « bordé » désigne plutôt l'ensemble des bordages constituant la coque, mais on l'utilise aussi bien souvent en place des mots « bordage » et « virure », surtout sur les petits bateaux où tout se confond.

Il est aussi possible de constituer une virure en un seul élément au moyen de scarfs collés (voir précédemment). Si les virures sont constituées de plusieurs bordages, les abouts doivent être bien répartis pour ne pas concentrer les points de faiblesse. La règle de base est que, sur une membrure donnée, il doit y avoir au moins trois bordages continus entre deux abouts. Sur deux virures contiguës, les abouts doivent être distants d'au moins 1,2 m (règles du guide historique anglais de référence, le *Lloyd's Register*, pour les yachts). Les abouts sont soit au droit d'une membrure, soit en milieu de maille avec un renfort derrière (solution imposée dans le cas de membrures ployées). Aujourd'hui, si on veut une construction soignée, on peut coller les bordages pour constituer une virure d'une seule pièce. Le collage consiste à faire un scarf dont la longueur est d'environ 10 fois l'épaisseur.



Règle d'espacement des joints de bordages d'après le règlement du *Lloyd's register* applicable aux yachts

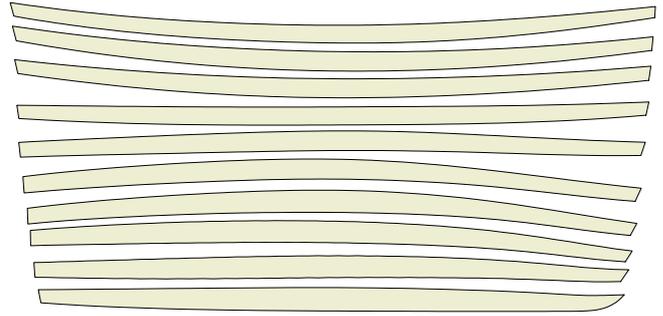
La pose du bordé se fait de façon symétrique, en alternant bâbord et tribord, pour éviter une déformation de la coque, car il faut tout de même exercer des efforts pour appliquer chaque bordage. En général on commence la pose à la fois par le galbord et par la préceinte. On termine alors entre les deux en posant la clore (dernier bordé posé). Mais nous avons déjà vu que l'on peut laisser plusieurs virures non posées dans certains cas de membrures ployées.



La coque est presque totalement bordée. Il ne reste que la clore à poser

## Brochetage

Si on enlève une virure de bordé d'un bateau fini, celle-ci a deux caractéristiques. D'abord elle est en fuseau, c'est-à-dire moins large à ses extrémités qu'en son milieu. Ensuite, elle a une forme générale courbe, et même parfois une forme en S.



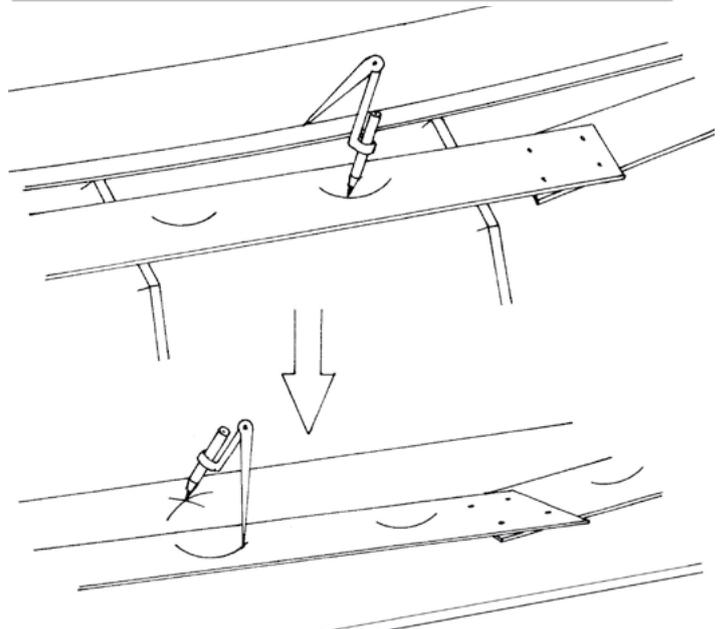
Déroulé des virures de bordé d'un canot

Le brochetage est l'opération qui consiste à définir le contour d'une virure. La méthode consiste à poser sur la coque des lames de bois ou de contreplaqué sous forme de bandes dont la largeur est inférieure à celle du bordage dont on cherche les contours. Ces bandes pourront être en plusieurs éléments assemblés en fonction de la courbure générale.

On y reporte le contour du bordage, au moyen de cercles tracés au compas ou de planchettes transversales pointées ou, mieux, collées avec de la colle thermofusible qui prend quasi immédiatement. Le compas est plus adapté au cas du bordé à clin, car on le place sur le tracé du chanfrein. Inversement, les planchettes sont bien adaptées au cas du bordé à franc-bord car le compas ne peut alors être utilisé qu'au droit de chaque membrure.



Brochetage du galbord sur un canot, en utilisant la technique des planchettes transversales avec colle thermofusible



Principe d'utilisation d'un compas pour transférer le tracé du bordage, ici à clin, sur la bande de contreplaqué, puis de cette bande sur le plateau de bois



On utilise une petite fausse équerre pour relever les équerrages des chants de bordé

Au moyen d'une fausse-équerre, on relève aussi de place en place l'angle à donner au chant du bordé pour s'ajuster au bordé précédent tout en laissant un joint légèrement ouvert pour y insérer le calfatage. Enfin, on marque aussi la position des membrures et toute autre information utile.

On enlève ce montage que l'on pose sur le plateau choisi pour y découper le bordage avec le « gras » éventuel pour l'équerrage. On fait une opération inverse pour reporter les contours et on les trace au moyen d'une latte souple. Tout cela doit être fait avec beaucoup de soin.



Report du tracé sur les plateaux dans lesquels les bordés seront découpés



Le brochetage commence par la pose d'un assemblage de bandes souples à l'emplacement du bordage à tracer. On trace des cercles sur le gabarit à partir du chant du bordé à découper

Le brochetage ne se fait que d'un bord. Le bordé opposé est découpé à l'identique à partir de son symétrique.

**Note :** le brochetage d'un bordé à clin se fait sur le même principe mais présente quelques spécificités que nous verrons plus loin.



Ensuite, en réglant le compas à la même ouverture (segment marqué), on définit point par point le contour du bordé sur le plateau où il sera découpé



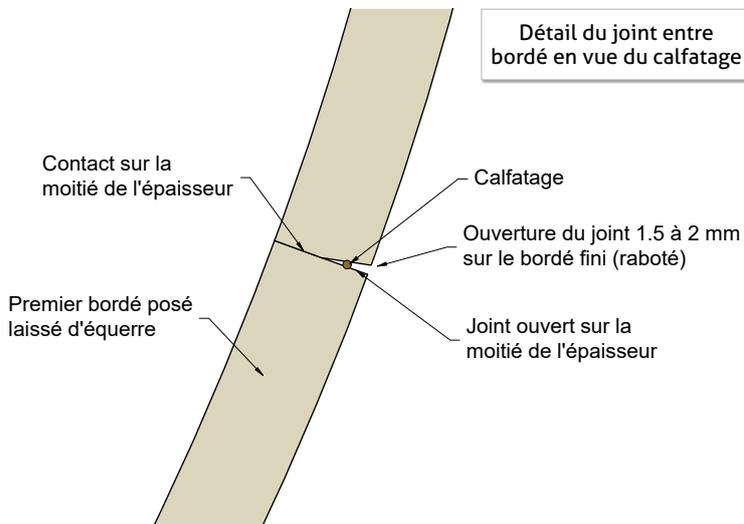
Brochetage de la clore sur cette jolie coque à franc-bord. Le contour du bordage est matérialisé par des planchettes transversales. Dans le cas de la clore, le brochetage se fait sur la face externe, l'équerrage étant alors en maigre



Une latte souple permet ensuite de tracer le contour

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Après découpe, généralement à la scie circulaire, la virure est présentée sur la coque et retouchée autant que de besoin. Les chants du bordage seront équerrés si besoin (on reconnaît le bon charpentier au faible nombre de retouches !). Enfin, il faut ouvrir un peu le joint en vue du calfatage.



Les rabots ronds font partie des outils du charpentier de marine

Dans les zones de bouchain, il est nécessaire de « **coffrer** » le bordé, c'est-à-dire de le creuser sur sa face intérieure pour bien s'appliquer aux membrures. Ce bordé doit être débité dans un plateau plus épais



Le bordage est maintenu en place provisoirement par des serre-joints, contre les membrures d'une part, contre le bordage précédent d'autre part



À ce stade le bordage est prêt pour la pose définitive. On frappe au maillet l'extrémité arrière pour bien appliquer le bordé dans la râblure d'étrave. Autrefois, on utilisait des carvelles mais on préfère maintenant visser, ce qui facilite une réparation éventuelle. L'idéal est d'utiliser des vis de type Torx, qui assurent une bonne tenue de l'embout de vissage et évitent d'endommager le bois autour. Pour une construction sur membrures franches, on a en général deux vis par membrures. À l'étrave, on en met plus car il faut un effort important pour bien appliquer le bordage dans la râblure.



À l'étrave, il faut souvent confectionner un ou deux blocs de bois pour pouvoir appuyer efficacement avec les serre-joints

Le joint entre bordé et tableau ne peut pas être calfaté. Pour en assurer l'étanchéité, on intercale une mèche de coton ou un produit d'étanchéité (mastic à base de goudron de Norvège type Ettan, ou mastic polyuréthane).

## Calfatage

Voilà notre coque à franc-bord totalement bordée ! On commence alors par reboucher tous les trous de vis, rivets ou carvelles au moyen de mastic de vitrier. Si la coque est vernie, on posera des tapons de bois. S'il y a des petits trous qui ont été faits pendant la construction, ils sont aussi rebouchés, si besoin avec des petites chevilles de bois. Ensuite on passe le rabot pour rendre notre bordé aussi lisse que possible. Puis on ponce pour faire disparaître toutes les irrégularités qui ne manqueront pas de se révéler une fois qu'une jolie laque sera appliquée. On utilise de grandes cales à poncer souples sur lesquelles l'abrasif est fixé ou collé, et beaucoup d'huile de coude ! À l'arrière, on arase les bordés qui dépassent du tableau. Ce travail est terminé au rabot, voire à la ponceuse.



Finition de la coque avec de longues cales à poncer

Le calfatage consiste à rendre étanche une coque en bordés classiques à l'aide d'un cordon textile en fibres naturelles. Les fibres utilisées sont le chanvre (généralement goudronné) et le coton. L'un et l'autre peuvent se présenter soit en écheveau de fibres non travaillées (étoupe de chanvre ou mèche de coton), soit en cordons de diamètres variés, toronnés ou simplement torsadés.

Pour un bateau neuf ou en bon état, dont les bordés sont dans l'ensemble bien ajustés, un cordon de coton toronné suffit. On le trouvera facilement, en diamètres de 1,5 à 3 mm, au rayon cordeaux pour maçon des magasins de bricolage. Pour les coques plus anciennes aux bordés déformés, ou les bateaux de travail aux échantillonnages conséquents, on utilisera plutôt des cordons de chanvre (lusin ou bitord) dans des

diamètres variant de 4 à 8 mm ou de l'étoupe qui, en étant enfoncée en boucle sur elle-même, permet de colmater des joints larges ou très irréguliers.

Le secret d'un bon calfatage réside dans le fait d'adapter constamment le diamètre du cordon à la largeur du joint à combler, de manière à obtenir un coincement légèrement serré, sans avoir à forcer à grands coups de maillet. C'est dire que la largeur du fer lui-même, qui sert à enfoncer le cordon, doit aussi être adaptée au joint à calfater ; c'est pourquoi il est nécessaire d'en posséder un jeu d'épaisseurs variées (de 1 à 4 mm en général).



Mèche de coton à calfater



Un jeu de fer à calfater est indispensable

Le cordon toronné se pose en progressant à reculons. Il est, dans un premier temps, piqué à intervalles réguliers dans la couture à calfater, afin qu'il soit bien tendu tout au long de celle-ci. S'il est composé de plusieurs morceaux, il convient de toujours faire chevaucher les extrémités sur quelques centimètres. Enfoncer le cordon à coups réguliers à l'aide d'un maillet en bois, centimètre par centimètre, de façon à ce que la lame du fer soit toujours guidée sur les deux tiers de sa largeur par le joint déjà calfaté. Il est préférable de tenir le fer par en dessous, de manière à bien voir son travail. Si le chanfrein de calfatage est bien réalisé sur les deux bordés en contact, le cordon enfoncé ne doit pas dépasser la moitié de l'épaisseur du bordé. Sur les bordés plus épais plusieurs passes peuvent être nécessaires, chacune étant réalisée avec un cordon de diamètre supérieur à la précédente.



Ce charpentier utilise un authentique maillet de calfat, outil dont le bruit à l'impact renseignait le calfat sur le geste à accomplir

Une fois le calfatage réalisé, bien peindre le joint jusqu'au cordon avec une peinture glycéro siccative ou un primaire fongicide de type minium (sans plomb !), puis mastiquer au couteau de peintre avec un mastic de vitrier avant peinture.

En général on calfate une coque du haut vers le bas en terminant par la râblure dont le calfatage recouvre toutes les extrémités des autres cordons. Noter que l'étanchéité du tableau arrière s'opère rarement de l'extérieur comme les bordés (sauf cas particulier en réparation) mais plutôt dès la construction en intercalant une mèche de coton ou un produit d'étanchéité entre tableau et bordé avant sa fixation.

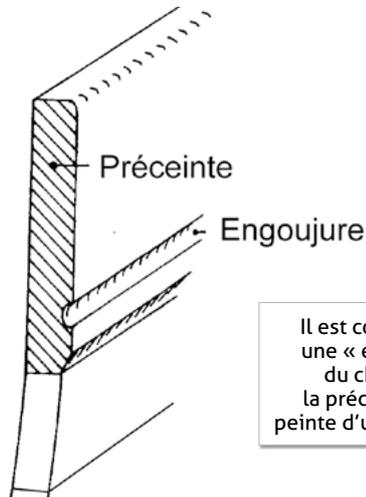


Observez la position de la main du calfat, toujours en-dessous

En contraignant les bordés les uns contre les autres sur leurs chants, le calfatage, associé au gonflement du bois, renforce considérablement la rigidité de la coque, indispensable pour faire face aux nombreux efforts auxquels elle est soumise en navigation. Il est donc crucial que la structure transversale du bateau (membrures, varangues et barrots) soit elle-même saine et solide. Un calfatage serré effectué sur une structure disjointe ne fera, à terme, qu'accentuer la détérioration de celle-ci. C'est pourquoi, lors du calfatage d'une coque ancienne aux bordés très ouverts, il est nécessaire de procéder prudemment : soit calfater légèrement et laisser regonfler la coque à l'eau sur plusieurs jours sous surveillance, avant de suivre les joints une deuxième fois, soit faire regonfler l'ensemble avant calfatage, par arrosages réguliers ou immersion totale, cette deuxième solution, plus radicale et rapide, n'étant souvent possible que pour les petits bateaux. ■

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

On a en général intérêt à commencer la pose par la **préceinte** (bordé du haut). Son arête supérieure (le **livet** du plan de forme) doit avoir une forme aussi harmonieuse que possible car elle conditionne beaucoup l'esthétique du bateau. Un défaut fréquent est un manque de **tonture** (courbure longitudinale) à l'avant. Sa largeur est réduite à l'arrière comme à l'avant et, là aussi, cela doit être agréable à l'œil.



Il est courant de pratiquer une « engoujure » le long du chant inférieur de la préceinte qui peut être peinte d'une couleur différente

Le bordé le plus délicat à poser est le **galbord**, le premier, c'est-à-dire celui qui longe la quille. À l'étrave il est fortement **tréviré** (déformé en torsion) et on est souvent obligé de l'étuver à la vapeur. Il est préférable de prendre des marges lors du brochetage, moins précis dans cette partie. Choisir aussi le meilleur des bois dont on dispose.



Si nécessaire, on peut ramollir le bordage à la vapeur, ici en l'enfermant dans un sac en plastique alimenté en vapeur



Pour un grand bateau, ici le thonier *Biche*, les bordés doivent être étuvés



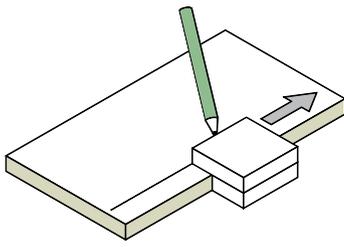
Beaucoup d'énergie pour appliquer ce bordé aux membrures de *Biche* !

## BORDÉ À CLIN

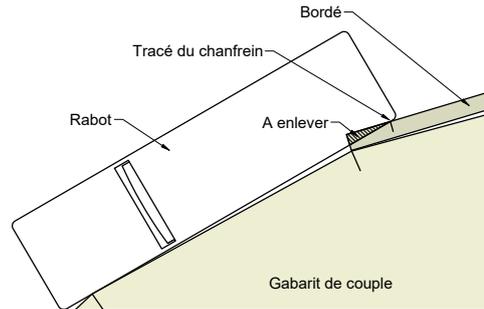


Coque bordée à clin

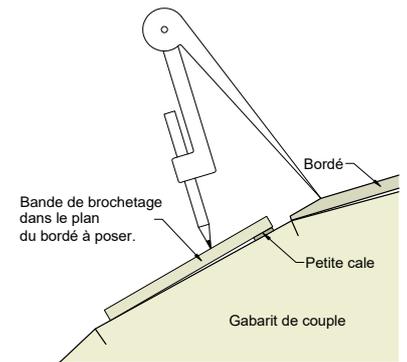
La caractéristique du bordé à clin est l'existence d'un recouvrement, et donc l'obligation de commencer la pose par le galbord et de terminer par la préceinte. Ce recouvrement impose de réaliser un chanfrein dans la zone qui est recouverte par le bordé « suivant ». Si les clin sont étroits et donc nombreux, on travaille sur un profil rond des gabarits de couple, comme si la coque était bordée à franc-bord. Au contraire avec des clin larges tels qu'on les trouve sur les bateaux nordiques ou la famille des doris, le profil des membrures est constitué de segments de droite.



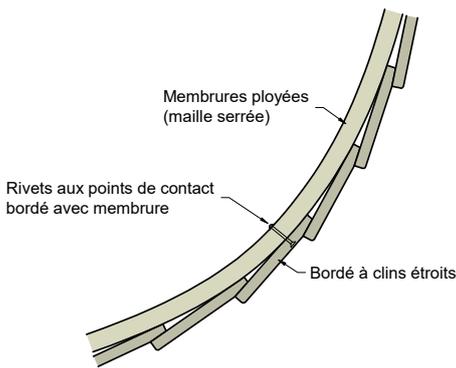
Un petit trusquin permet de tracer le chanfrein dont la largeur est de 20 mm environ



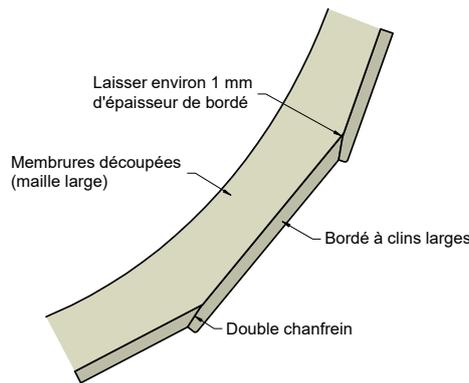
Contrôle du chanfrein à chaque couple



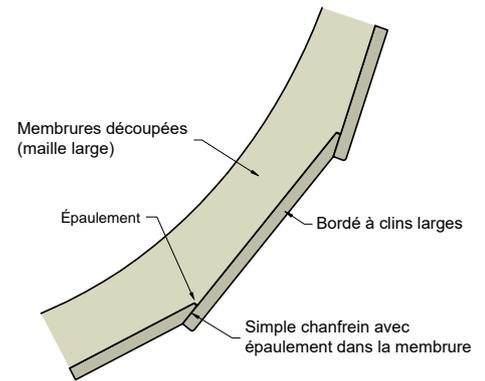
Les bandes utilisées pour le brochetage doivent être dans le même plan que celui du bordé à poser



Principe du chanfrein avec des bordés étroits et membrures ployées



Principe du double chanfrein avec des bordés larges et membrures découpées (cas de notre Mesker)



Cas des bateaux avec membrures découpées : au lieu d'un double chanfrein, on fait un épaulement dans la membrure

L'outil indispensable de la construction à clin est le **canap**, dont il faut posséder une bonne brassée.



Les canaps sont une sorte de serre-joint à « longue portée », indispensables pour la construction à clin. Voici un joli modèle utilisé par Skol-ar-Mor



Les canaps sont un outil essentiel lors d'une construction à clin pour maintenir le joint serré pendant la pose des rivets

Aux extrémités du bateau, il est nécessaire de faire mourir le recouvrement des clins en pratiquant une double râblure, ou feuillure. À l'arrière on procède de même mais la configuration est différente selon que l'on a des bordés étroits ou larges.



Autre modèle de canap, moins soigné mais plus rapide à réaliser



Le chanfrein est d'abord réalisé au droit de chaque gabarit de couple

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle



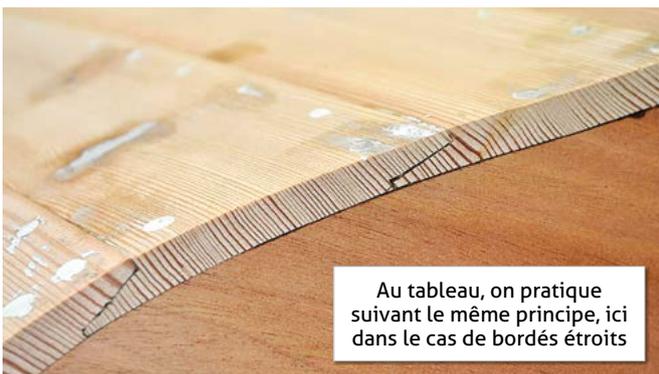
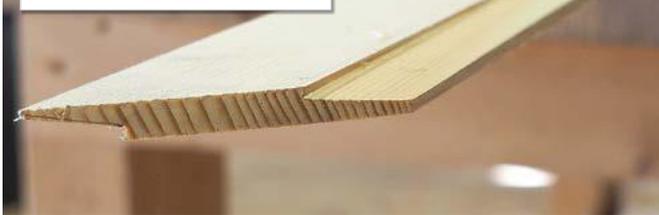
À l'aboutissement sur l'étrave, la surface extérieure des bordés doit se retrouver dans le même plan

La pose d'un bordé à clin diffère peu de celle d'un bordé à franc-bord (reportez-vous au paragraphe correspondant, un peu plus haut). Les bordés sont liés les uns aux autres par des rivets à bateau. Sur des petits bateaux, on peut se contenter de pointes retournées.



La solution consiste à faire une feuilleure (on peut dire aussi râblure) dans le bordé, sur une longueur de 30 cm environ sur un petit bateau

En pratique, chaque bordé est travaillé sur ses deux faces



Au tableau, on pratique suivant le même principe, ici dans le cas de bordés étroits



Le tableau de Mesker, bateau à bordés larges et double chanfrein

Il faut définir à l'avance la position des rivets. Ils sont espacés d'une dizaine de centimètres (une règle est 6 fois l'épaisseur du bordé) et il faut tenir compte de la position des membrures pour marquer la position des rivets. En général, on aura un rivet (ou une vis en cas de membrures franches) à chaque membrure et on partagera donc la maille en segments de même longueur.



Principe de positionnement des rivets

Le bordé à clin n'est pas calfaté. Ce n'est pas possible. C'est le bon ajustement des bordés l'un sur l'autre qui assure l'étanchéité, d'autant que le bois gonfle lors de la mise à l'eau et resserre les joints (qu'on se rassure, les canots à clin étaient donnés à construire aux jeunes apprentis autrefois. Donc rien d'impossible !). Il existait malgré tout diverses recettes traditionnelles pour renforcer l'étanchéité, au minimum un enduit à base de goudron, peinture ou vernis avec des fibres végétales ou animales (crin). La manière nordique traditionnelle consiste à glisser entre les clins une mèche de coton imbibée de goudron de Norvège. Aujourd'hui, on peut utiliser des produits modernes, en particulier le mastic-colle polyuréthane en cartouches. Bien l'étaler sur le joint juste avant de poser chaque bordé. Attention au fait que ces mastics durcissent assez vite. Il faut veiller à bien écraser le joint, avec les canaps, et à poser les rivets sans tarder. On peut aussi utiliser l'Ettan qui n'a pas cet inconvénient et peut même être appliqué à titre curatif sur des joints fuyards.

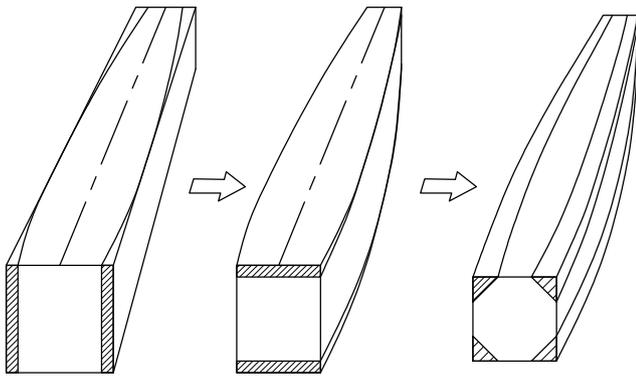


Réalisation d'un espar

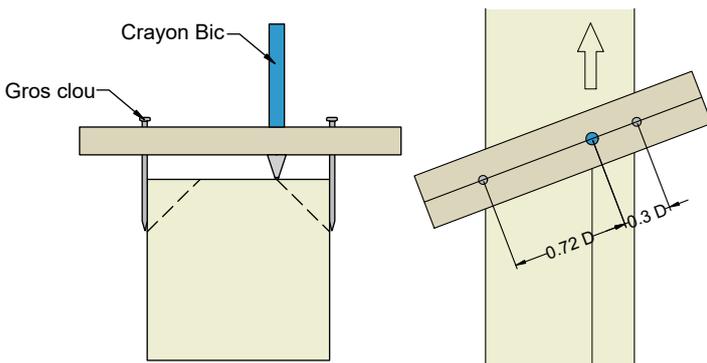
## MÂTS ET ESPARS

Les **espars** (mâts, bômes, vergues, cornes, bout-dehors...) de voile-avirons ou de petits voiliers peuvent être réalisés soit en une seule pièce de bois massif, soit en lamellé-collé. La première solution sera adoptée chaque fois que l'on dispose d'un bois de suffisamment belle qualité : pas ou peu de nœuds, débit et séchage écartant le risque de déformation de l'espar.

Contrairement aux idées reçues, il n'est pas difficile de réaliser un espar rond. Partir d'une pièce de bois de section carrée et dont le côté est égal au plus grand diamètre. Tracer les contours en tenant compte des réductions de diamètre aux extrémités et raboter l'excédent en conservant toujours une section carrée. Tracer alors les arêtes d'un octogone au moyen d'un trusquin fait pour. Abattre les arêtes jusqu'à obtenir une section octogonale.



À partir d'une section carrée, on trace les contours en fonction des réductions de diamètre aux extrémités et on enlève la matière au rabot



Trusquin permettant de tracer les arêtes d'un octogone. D est le plus grand diamètre que l'on aura à faire (par exemple 90 mm environ pour Mesker)



Le reste se fait à l'œil sans tracé : passer à un polygone à 16 côtés, puis faire disparaître les facettes. On gagne du temps en utilisant un rabot électrique. De toute façon, les phases finales se font au rabot manuel, de préférence de bonne longueur (varlope) puis au papier abrasif en travaillant transversalement si on veut une finition bien ronde (tenir le papier par les deux bouts en faisant un demi-tour sur l'espar), puis longitudinalement.

Si on veut faire un espar creux pour gagner du poids, ou simplement se satisfaire de bois de qualité moyenne, on adoptera une fabrication en plusieurs plis (lamellé-collé). Il est préférable de limiter l'épaisseur des plis à 25 mm environ. On peut aussi faire un espar en deux plis seulement en les mettant en opposition.



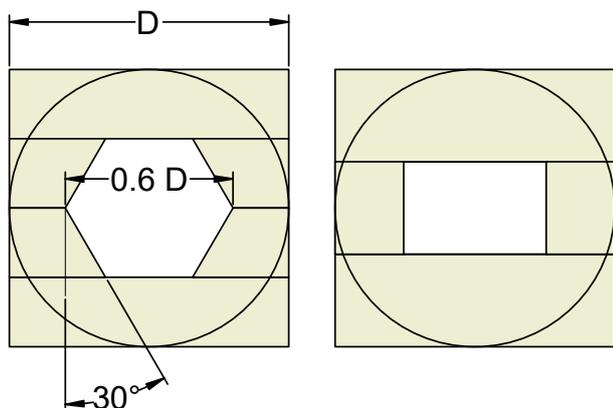
Il faut souvent une mortaise en tête de mât ou de bout-dehors pour un réa (la roue qui permet la rotation du cordage ou du câble dans une poulie ou dans un espar). C'est plus facile à faire s'il y a un joint de collage à l'axe

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Le collage se fera à l'époxy. Il est important que l'ensemble soit posé bien à plat pendant le collage, par exemple en utilisant une série de tréteaux tous réglés à la même hauteur. Pour le serrage, on peut compléter les serre-joints avec une cordelette enroulée ou tout autre moyen.



Le pied de mât est généralement travaillé en forme de tenon pour s'encaster dans l'« emplanture ». Ici, on a même rapporté une pièce de bois dur



Quand le mât est réalisé en plusieurs plis, on peut les découper avant assemblage pour constituer un mât creux, tout en assurant la réduction de diamètre aux extrémités



La meilleure technique pour réaliser un mât creux est celle du « bec d'oiseau ». Chaque latte, de largeur variable, est travaillée à la toupie pour réaliser le profil qui ressemble à un bec d'oiseau bien ouvert



Pour un gréement « bermudien » (celui courant de nos jours), il est nécessaire de réaliser une gorge pour la « ralingue » de grand-voile (renfort en cordage ou câble situé sur le bord d'attaque des voiles). Les mâts de ce type sont hauts et deviennent très techniques à réaliser

Les essences les mieux adaptées pour les espars d'un petit bateau sont le sapin blanc du Nord ou, mieux encore, le spruce (épinette de Sitka). Mais ils sont difficiles à trouver en bonne qualité. Le pin d'Oregon est de qualité plus sûre mais plus dense et lourd. Noter qu'en l'adoptant, on peut réduire le diamètre de 4 % environ pour une résistance équivalente.

## PEINTURE ET VERNIS

### Cas d'une construction traditionnelle



As de Pique : l'esthétique de ce bateau doit beaucoup à la peinture et aux vernis

Peintures et vernis ont une double fonction, de protection d'une part, d'esthétique d'autre part. C'est l'esthétique qui fera choisir entre peinture et vernis. Les vernis mettent par exemple bien en valeur l'aspect naturel du bois. Mais ils sont fragiles, nécessitent une maintenance bien plus fréquente, et supposent que l'on fasse usage de belles essences de bois avec des assemblages réussis ! Des couleurs bien choisies peuvent transformer un bateau en véritable œuvre d'art. Préférer des couleurs claires. Pour la coque, cela fait mieux ressortir les formes et lignes de clins. Par ailleurs, les couleurs sombres élèvent la température au soleil, ce que le bois n'aime pas trop !

Le noir n'est pas trop conseillé pour une coque en massif et surtout en petites lattes, mais il donne à ce bateau un bel aspect traditionnel



Intérieur verni et coque peinte : un bon compromis sur cette construction Arwen Marine

La couleur claire met les clins en valeur et la préceinte blanche affine la ligne



Sur une coque de *Silmaril* en contreplaqué, on a conservé une zone vernie et peint le reste (Photo Arwen Marine)

**Attention :** l'utilisation en milieu marin, avec des variations d'humidité importantes et une forte exposition aux UV et à l'air salin entraînent un vieillissement plus rapide qu'une utilisation terrestre, même en extérieur. Il convient donc d'employer soit des produits spécifiquement « marine », soit des produits pour utilisation en extérieur de qualité professionnelle. Les marques « marine » reconnues sont Comus, International, Epifanes, Yachtcare, Stoppani, Hempel...

Il n'est pas toujours facile de s'y retrouver dans les gammes proposées par les fabricants de peinture. On y voit apparaître de nombreux termes techniques. Les indications qui suivent permettront de s'orienter, même si elles sont loin d'évoquer tous les produits existants. Comme les peintures et vernis représentent une bonne part de la maintenance, c'est en fonction de celle-ci que se fait le choix du système.



Peindre les bancs est une bonne option quand le reste est verni

Parlons d'abord des bateaux en construction bois classique. On utilise une peinture qui laisse respirer le bois, dite micro-poreuse, en appliquant d'abord un primaire d'impression qui pénètre dans le bois, puis des couches de finitions. Ces peintures sont de type glycérophtalique, version modernisée des peintures à l'huile d'autrefois. L'application se fait plutôt à la brosse mais il est possible, selon les produits et conditions d'application, d'utiliser rouleau et pad.

# Les fondamentaux de la construction traditionnelle

Application au rouleau en mousse. Notez le ruban à masquer sous le liston



On peut peindre à deux, l'un applique la peinture au rouleau, l'autre lisse avec un pad en mousse ou une brosse de très belle qualité



Pour les vernis, on choisit impérativement des vernis marins (Epifanes, International...) qui filtrent les UV, dont l'effet est de détruire la liaison entre le bois et le vernis. Cela se manifeste par un « grisement » du bois sous le vernis qui lui-même va cloquer et se décoller. Le succès repose essentiellement sur le nombre de couches pour mieux filtrer et sur un entretien régulier, en particulier pour reconstituer le système suite à des chocs ou des frottements.

Cette hiloire de rouf vernie a vieilli : on voit le « grisement » sous le vernis, un écart de teintes perceptible quand on a mis localement le bois à nu. Notez la dégradation sur le joint avec le pont, visible en bas à droite : il faut des joints parfaits où l'eau ne peut stagner



**Note :** ma solution préférée est l'Epifanes « Rapidclear ». On peut l'utiliser dès la première couche comme primaire, il sèche vite (on peut mettre deux couches par jours et éventuellement le faire en extérieur) et on n'a pas besoin de poncer entre les couches. La brosse peut être conservée quelques jours envelop-



« Rapidclear » et vernis marin d'Epifanes, mes préférés pour les vernis



pée dans du film étirable et mise au frigo. Avec 6 à 7 couches, le bateau est bien protégé. Ce vernis est semi-brillant, ce qui donne en général un bel aspect.

Il existe une solution alternative aux vernis, des sortes de lasures pour bateau. Le « Deks-Olje D1 » d'Owatrol, d'origine nordique, est le plus connu. On applique un grand nombre de couches mouillé sur mouillé. Des produits plus récents, pigmentés, ont une meilleure tenue aux UV : « One-protect » de Comus, ou « Woodskin » d'International. L'apparence est mate et l'entretien facile. Ces produits sont bien adaptés pour les mâts et espars.

À l'exception des bateaux mis à l'eau à chaque utilisation, la **carène** (partie de la coque sous la flottaison) doit recevoir un **antifouling** (peinture protectrice). Il n'y a pas de préconisation spécifique aux bateaux bois. La ligne de séparation entre peinture de la coque et peinture sous-marine est à placer plus haut que la flottaison réelle, d'une part pour réduire les salissures dans cette zone, d'autre part pour affiner la silhouette du bateau, surtout s'il est haut sur l'eau (compter une marge de 1 à 1,5 % de la longueur du bateau).

Rappelons que les surfaces de contact de tout assemblage de bois non collé doivent être protégées par un substitut du minium de plomb (voir « charpente axiale »).

## Cas d'une construction moderne bois-époxy

Dans le cas d'une construction bois-époxy, c'est-à-dire avec une prédominance de contreplaqué ou de surfaces stratifiées époxy, l'approche peinture et vernis est bien différente. On cherche plus à protéger et isoler le support. La théorie est d'utiliser un système moderne en trois parties : un primaire, dont le but est d'accrocher le système au support, une sous-couche plutôt épaisse et qui se ponce facilement de façon à pouvoir appliquer des couches de finition sur une surface parfaitement lisse. On peut alors obtenir un état de finition brillant de très belle qualité (trop presque quand on veut conserver un esprit rustique !). Il existe des additifs pour donner un aspect satiné ou mat.

Sur un petit bateau, qui est la plupart du temps sous abri, l'approche classique vue plus haut suffit. Elle facilite d'ailleurs les retouches si le bateau a souffert localement. On peut aussi utiliser des produits intermédiaires comme les polyuréthane monocomposant. Mais pour une coque qui reste exposée la plupart du temps aux intempéries, donc pour les bateaux habitables, l'utilisation de polyuréthane bi-composants permet

d'augmenter très sensiblement les intervalles de maintenance, jusqu'à 10 ans pour les surfaces peintes. Il s'agit tout de même de produits assez chers !

En pratique, le **primaire** pourra être simplement une imprégnation époxy. Le mieux est de le faire directement sur les pièces de contreplaqué, à plat avant montage, en appliquant la résine avec une raclette pour la faire pénétrer et conserver une surface matte qui n'impose pas de ponçage. Ceci vaut aussi pour toutes les surfaces qui seront stratifiées.

Ensuite on applique une sous-couche, garnissante et facile à poncer. Les fabricants proposent maintenant des sous-couches époxy qui sont parfaites. Et enfin deux ou trois couches de finition polyuréthane bi-composant à la couleur choisie. Pour l'application des bi-composants on peut utiliser des rouleaux en mousse (résistants aux solvants), tels que préconisés pour les résines, qui donnent d'excellents résultats. De toute façon, toujours tenir compte des recommandations du fabricant et ne pas hésiter à faire des essais sur des petites surfaces.

Les ponts et cockpits doivent recevoir une peinture antidérapante. On peut soit acheter une peinture spécifique, soit ajouter une poudre à la peinture que l'on utilise par ailleurs (par exemple la « poudre antidérapante » vendue par International). Notez que les ponts des bateaux de plaisance en bois étaient autrefois entoilés (toile de coton) et peints en blanc. Une peinture antidérapante de couleur claire, de préférence sur un pont en contreplaqué stratifié, sera donc plus traditionnelle et même plus écologique qu'un pont en lattes de teck comme on en voit si souvent.

Sur une construction bois-époxy, on peut appliquer un vernis sur une surface stratifiée avec un tissu léger qui sera transparent. Appliquer d'abord un nombre suffisant de couches d'époxy pour bien couvrir le tissu, et ensuite appliquer un système de vernis polyuréthane bi-composant. En revanche les parties en bois massif, plats-bords, listons et bien sûr les mâts et espars, seront traités de façon traditionnelle comme vu plus haut.

Il y a une différence fondamentale entre peinture et vernis en ce qui concerne la maintenance. Pour une peinture, il suffit de reboucher les trous et griffures, puis de poncer, et d'appliquer une nouvelle couche. Pour un vernis, le bois se décolore en-dessous. Si on ponce à nu uniquement les zones abîmées, on obtient des écarts de teinte du bois très inesthétiques. C'est pourquoi il faut de temps à autre remettre le bois à nu en totalité, ce qui est pénible avec les vernis polyuréthane bi-composants, qui sont très durs et difficiles à enlever. Je ne préconise donc les bi-composants que pour les surfaces stratifiées.

En règle générale, toujours travailler avec beaucoup de méthode et de propreté, avec des produits de qualité. Utiliser des brosses qui ne perdent pas leurs poils, des rubans à masquer de très bonne qualité (en général bleu ou vert). On trouve maintenant des abrasifs très efficaces, s'encrassant peu, avec des scratches pour les fixer sur des cales rigides ou souples. Poncer devient presque un plaisir ! En peinture, c'est le travail amont qui fait le résultat. La dernière couche ne rattrapera jamais une mauvaise préparation ! ■



Peinture d'un *Whitehall* américain construit par Skol ar Mor. Coque bordée à franc-bord avec une préceinte à clin



# Les techniques modernes de construction

**Intéressons-nous à présent aux techniques modernes de construction d'un bateau en bois. L'idée : vous permettre d'y faire appel, totalement ou partiellement, dans le cadre d'une construction d'un bateau de taille modérée ou ayant un caractère traditionnel.**

## SYSTÈMES ÉPOXYS

Décrivons d'abord l'usage des époxy, qui sont à la base des techniques modernes de construction bois. Les résines époxy permettent collage, joint-congés, imprégnation et stratification. C'est pourquoi on parle de « système » car les résines époxy, associées à de nombreux additifs, couvrent une variété de fonctions.

Chaque fournisseur a une gamme de produit qui lui est propre, accompagnée d'instructions détaillées qu'il faut lire attentivement. Notre objectif ici est de donner de façon synthétique les indications qui vous permettront de vous orienter vers des produits utiles et de vous donner les règles à respecter pour réaliser les opérations les plus courantes pour la construction d'un bateau en « bois-époxy ».

En fonction de l'usage prévu, on prépare un produit constitué d'une part d'un mélange résine + durcisseur, et d'autre part de charges ou additifs dont les principaux sont les suivants :

- microfibras : donnent la résistance mécanique au produit final ;
- microsphères et micro-ballons : réduisent la densité du produit et facilitent son lissage et sa ponçabilité ;
- silice colloïdale : épaississant limitant les coulures.

Pour une simple imprégnation ou stratification, on ne met pas d'additif.

Les additifs sont utilisés en fonction de l'usage visé. Aujourd'hui les fournisseurs proposent des produits déjà mélangés, ce qui facilite le travail. La marque Sicomin propose par exemple des additifs composés en vue des principales utilisations, qu'il reste à ajouter au mélange résine-durcisseur.

La marque Resoltech propose des produits en pots et il suffit de mélanger deux produits seulement ayant la consistance d'une pâte.

En pratique, pour un petit bateau en bois-époxy, on peut se contenter des deux systèmes basiques suivants :

- **Mélange résine-durcisseur sans charge pour imprégnation et stratification.** Noter que dans la suite on utilise souvent le mot résine pour parler du mélange résine-durcisseur.
- **Mélange pour joints-congés haute densité** servant à la fois aux collages et aux joints-congés. Pour une finition vernie, il existe des produits de couleur proche du bois.

Éventuellement, on prévoit aussi un enduit de lissage pour corriger les défauts de surface, par exemple pour une coque en bois moulé (voir plus loin).

**Dans tous les cas, l'utilisation des époxy requiert des précautions indispensables :**

- Bien se protéger (gants dans tous les cas, masque anti-vapeur, combinaison, suivant l'importance du travail) car l'époxy est toxique et allergisant (il y a aussi des crèmes pour prévenir les allergies).
- Ne pas utiliser les diluants sur la peau. Ils ne font que faire pénétrer le produit sous l'épiderme. Si besoin, utiliser du vinaigre blanc et rincer à grande eau.
- N'appliquer que sur des surfaces propres, dégraissées et dépoussiérées. S'il y a déjà une première couche d'époxy, appliquer tant que la précédente est encore collante, sinon attendre le durcissement complet et poncer jusqu'à obtenir une surface mate.
- Respecter scrupuleusement les proportions prescrites et mélanger longtemps (minimum une minute), en allant bien dans les coins du récipient, avant ajout des additifs. Sans cela, le produit ne durcira pas et sera très difficile voire impossible à enlever. Si on a un doute, par exemple parce que le téléphone a sonné au mauvais moment, mieux vaut recommencer que d'utiliser un mélange dont on n'est pas sûr. Pour la mesure, on utilise des verres gradués ou un pèse-lettre (électronique de préférence). Les fournisseurs précisent en général les proportions en volume et/ou en poids (ce n'est pas la même chose !).
- Ne préparer que la quantité compatible avec la « vie en pot », assez courte. Le mélange résine-durcisseur est une réaction exothermique. Utiliser des récipients plats qui éviteront un échauffement rapide du mélange et une réduction de la durée de travail. Ne pas jeter ensuite le mélange dans une poubelle car il pourrait s'enflammer, ni le laisser dans un récipient en plastique qui risque de fondre.
- Respecter les conditions de température (normalement au-dessus de 18°), et d'hygrométrie. Les formulations récentes sont plus tolérantes. Pour une imprégnation ou stratification, ne pas descendre en-dessous de 16° et travailler plutôt à température descendante (mélanger les produits stockés dans un local chauffé). Pour les collages, on peut descendre jusqu'à une douzaine de degrés si on chauffe ensuite la zone de collage, par exemple avec une ampoule électrique (une vieille, à filament !), sous une bâche. Pour les joints-congés, même chose mais faire un essai car l'application pourrait être moins facile avec un produit trop visqueux.
- Recouvrir les zones exposées, soit de peinture, soit d'un vernis marin avec le nombre de couches suffisant pour filtrer les UV auxquels l'époxy résiste mal.

- L'époxy, une fois polymérisé, est très dur. Il faut donc enlever les coulures avant durcissement. Si c'est trop tard, on peut chauffer (au sèche-cheveux) pour enlever les excédents. Si on doit poncer, attendre le durcissement complet et utiliser plutôt de l'abrasif à l'eau. Si on utilise une ponceuse électrique, veiller à éviter tout échauffement, sinon l'époxy fond et encrasse rapidement l'abrasif.

Voyons maintenant les modes opératoires pour les différentes applications possibles lors de la construction d'un bateau en bois.

## IMPRÉGNATION ÉPOXY

L'**imprégnation** époxy a pour effet de renforcer la dureté superficielle du bois et de constituer une barrière contre l'humidité. Elle assure une meilleure résistance et longévité au bateau et en réduit l'entretien. Elle peut se faire sur tous les éléments en bois et a un caractère fortement recommandé dans les cas suivants :

- Surfaces de contreplaqué, surtout si elles doivent être vernies. C'est alors un excellent primaire. Faire l'imprégnation dès les premières étapes du montage pour éviter de tacher le bois en cours de construction.
- Protection des chants de contreplaqué, où qu'ils se trouvent et quel que soit le type de contreplaqué.
- Protection des bordés en petites lattes (en particulier non stratifiées) pour réduire les effets des variations d'humidité.
- Préparation des surfaces devant être stratifiées.



Il est important de bien protéger les chants de contreplaqué.

L'imprégnation se fait avec le mélange résine-durcisseur seul. Il existe chez certains fournisseurs des résines spécifiques, plus fluides, et aussi des époxy en phase aqueuse, bien pratiques pour le nettoyage du matériel d'application.

Appliquer la résine avec un petit rouleau à poils ras ou une raclette en plastique souple pour les grandes surfaces. Une brosse convient pour les petites surfaces, en particulier les chants de contreplaqué. Le but est de bien mouiller le bois et d'obtenir une surface mate. Inutile de multiplier les couches et de créer une surface brillante qu'il faudra poncer pour les opérations suivantes. Il n'y a que pour les chants de contreplaqué et les bouts de bois massif que l'on peut multiplier les couches tant que le bois absorbe la résine.

## COLLAGE ÉPOXY

Le collage est bien sûr l'utilisation de base des époxy pour un bateau bois. Nous avons vu que, même pour une construction traditionnelle, on peut réaliser des pièces collées à défaut de pièces de bois massif aux caractéristiques adéquates.

On utilise une résine chargée pour le collage, en pratique cela peut être le même mélange que pour les joints-congés. Si on colle des surfaces bien planes (deux pièces de contreplaqué entre elles par exemple), on peut coller avec la résine seule ou avec une charge légère. Voici les précautions à prendre pour un bon collage, qui s'ajoutent aux recommandations générales faites pour les époxy :

- Assembler les pièces à blanc pour vérifier la qualité du joint et préparer les serre-joints, vis et autres moyens de serrage dont on aura besoin pour le collage.
- Si on colle du contreplaqué raboté (scarf ou chanfrein d'un bordé à clin), appliquer d'abord de la résine sans additif qui puisse pénétrer dans les fibres du bois. Faire de même pour un scarf en bois massif. Sans cela, le bois va aspirer la résine chargée et le collage ne sera pas bon. Attendre une quinzaine de minutes avant de passer au collage.
- Appliquer la colle sur les deux faces à coller. Ainsi, s'il reste des espaces non comblés, le bois sera protégé et on ne risque pas de provoquer à terme une pourriture interne.
- Appliquer la colle de façon régulière, de préférence étalée avec une raclette crantée.



- Bien serrer pour que la colle remplisse tous les espaces, mais pas trop pour qu'il en reste dans le joint.

**Attention :** la colle rend le joint très glissant. On a souvent intérêt à poser quelques vis pour empêcher le déplacement des pièces quand on met les serre-joints. Prévoir alors de percer des avant-trous.

Notez que le bois n'a qu'une résistance limitée dans le sens transversal aux fibres. Les liaisons mécaniques (vis, boulons, rivets) restent des compléments de liaison indispensables dans toutes les zones faisant passer des efforts ou susceptibles de subir des chocs.



Des techniques de collage sous vide permettent une meilleure application des panneaux de grande dimension

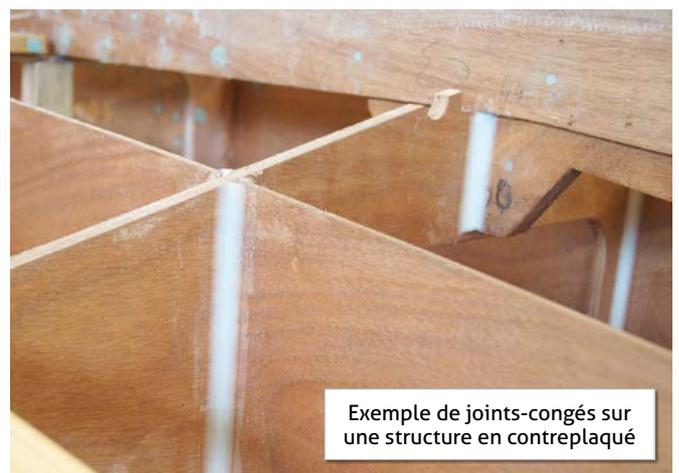
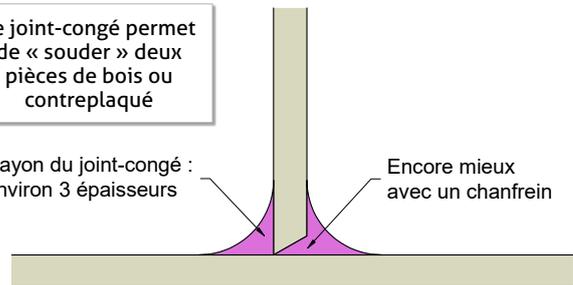
## JOINTS-CONGÉS ÉPOXY

Les joints-congés permettent de renforcer les liaisons entre deux éléments lorsque la surface de collage est insuffisante pour assurer une bonne résistance de l'assemblage. En pratique, cela supprime le tasseau qui sert habituellement à solidariser deux pièces à angle droit ou presque droit.

Le joint-congé permet de « souder » deux pièces de bois ou contreplaqué

Rayon du joint-congé : environ 3 épaisseurs

Encore mieux avec un chanfrein



**Note :** on peut utiliser les expressions « mastic époxy » ou « époxy chargé » pour le même produit mais utilisé autrement.

Les principaux cas d'utilisation sont :

- Liaisons cloisons-bordé, tableau-bordé...
- Liaison des bordés entre eux (construction en contreplaqué cousu-stratifié),
- Puits de dérivation, structure des fonds,
- Caissons de flottabilité étanches, cockpits...



Joint-congé pour renforcer la pose d'une latte de protection en bois massif. À l'intérieur du bateau, de tels joints facilitent le nettoyage du bateau (photo Arwen Marine)

Ne pas abuser des joints-congés, en particulier dans les zones visibles, si on tient à conserver le caractère « bois » du bateau. Ils ne sont pas toujours discrets en finition vernie et la généralisation d'angle « arrondis » peints donnera l'impression que votre bateau est en plastique. En pratique, on fera donc essentiellement des joint-congés haute densité.

Le processus d'application est alors :

- Poncer, nettoyer, dégraisser, dépeussier, immobiliser les pièces à assembler,
- Appliquer le joint avec un petit sac de plastique (sac de congélation par exemple) contenant le mastic dont on a coupé un angle (technique du pâtissier). Pour remplir le sac, le poser bien ouvert à l'intérieur d'un récipient de taille appropriée.
- Lisser avec une spatule arrondie (au rayon du joint à réaliser), un dos de cuillère jetable, un petit morceau de tube PVC...



Lissage d'un joint-congé avec une cuillère en plastique (photo Arwen Marine)

- Enlever soigneusement avec une spatule ou couteau de peintre les surépaisseurs en périphérie. L'époxy une fois polymérisé est très dur : il est impératif de travailler proprement et d'enlever tous les excédents avant durcissement.



Les excédents d'époxy doivent être enlevés soigneusement avant durcissement (photo Arwen Marine)



Le ruban adhésif facilite l'enlèvement des excédents

Dans certains cas, on peut prévoir de stratifier le joint-congé pour lui donner une plus grande résistance. Il est alors préférable de le faire dans la foulée (attendre que le joint commence à durcir). Pour cela, on utilise de préférence une bande de tissu de verre biaxial, c'est-à-dire dont les fibres sont orientées à + et - 45°. Si on a que de petites quantités à faire, on peut se contenter de tissu ordinaire coupé en bande.

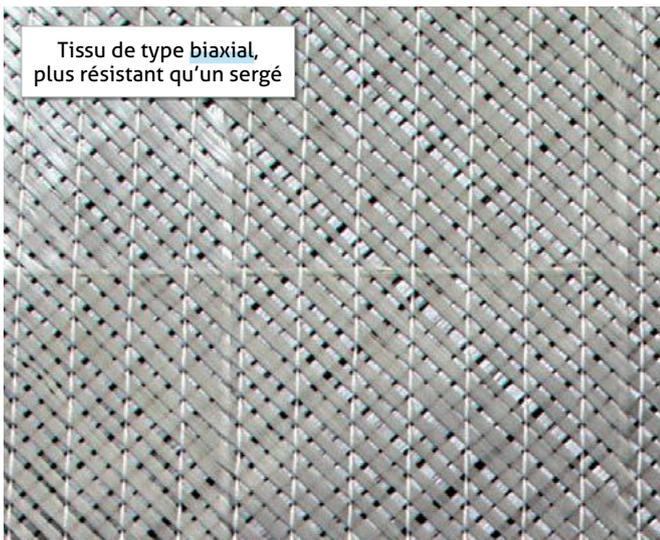


Joint-congé renforcé par une stratification avec une bande de biaxial

## STRATIFICATION ÉPOXY



Les tissus de verre pour stratification (ici un **sergé**) sont conçus pour se déformer facilement et épouser les formes d'une coque de bateau. Tout le contraire d'un tissu à voile qui doit être aussi indéformable que possible !



Tissu de type biaxial, plus résistant qu'un sergé



Plusieurs pièces de tissus sont ici juxtaposées, avec un petit recouvrement en écaille de poisson, pour stratifier les fonds de cette plate

Les **stratifications** sont utilisées pour assurer les fonctions suivantes :

- Renforcements structurels : dérive et **safran** (partie immergée du gouvernail), recouvrement de joints-congés, construction de type cousu-stratifié ou en *strip-planking*. En fonction des besoins, on peut poser deux couches de tissu, d'abord un biaxial (dit aussi « bibiais ») épais (600 g/m<sup>2</sup> par exemple), puis un sergé léger (200 g/m<sup>2</sup> environ) pour donner une surface externe plus lisse.



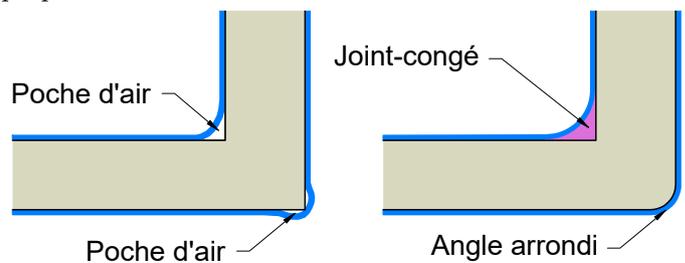
Stratification intérieure d'une coque en *strip-planking*

- Protection contre les frottements, abrasions et chocs : fonds du bateau en contact avec le sol sur une grève, fonds intérieurs quand il n'y a pas de plancher pour protéger des pieds de l'équipage (il y a souvent du sable dans le fond d'un petit bateau ouvert), intérieur de puits de dérive. **Noter que même avec un tissu de verre, l'époxy reste transparent et peut être verni.**

La pose du tissu de verre se fait suivant deux méthodes, sèche ou humide.

- La méthode humide consiste à appliquer la résine sur le support et ensuite le tissu de verre. Elle convient pour les petites surfaces, surtout si on est en vertical. Une fois le tissu posé, la suite des opérations est la même que pour la méthode sèche.
- La méthode sèche consiste à poser le tissu à sec (c'est bien plus facile !) maintenu en place à la périphérie avec du ruban adhésif. Ensuite on applique la résine. C'est la méthode la plus courante, que je détaille ci-dessous.

La surface qui va être stratifiée doit être parfaitement poncée et même enduite si nécessaire pour combler les défauts (pas d'enduit si finition vernie). Il est plus facile de poncer avant qu'après stratification.



Prévoir des arrondis et des joints-congés pour que le tissu de verre reste bien appliqué sur son support, sans poche d'air

On commence donc par découper le tissu à la dimension requise avec des ciseaux ou un cutter bien affûté. Pour éviter que le tissu s'effiloche, on peut tirer sur un fil à l'emplacement

de la découpe. Une fois ce fil enlevé, on visualise bien la ligne de découpe. Autre solution : couper à 45% environ du sens du tissu. Si on doit poser plusieurs morceaux, les préparer tous à l'avance.

Le tissu est posé sur la surface à stratifier et maintenu si besoin en dehors de la zone avec du ruban adhésif. Appliquer la résine au rouleau ou, mieux, à la raclette en plastique souple pour une épaisseur bien régulière. Dans ce dernier cas, verser la résine directement sur le tissu avant de l'étaler. Il ne faut surtout pas mettre trop de résine, car le tissu flotterait sur la résine. Le résultat serait un excès de poids et une perte de résistance. La trame du tissu doit rester bien visible avec un aspect mat.



Utilisation d'une raclette souple en plastique pour appliquer la résine sur le tissu

Découper le tissu à la périphérie et enlever quand il est encore décollable mais déjà bien stabilisé. Une fois que la résine est solidifiée mais encore collante, on applique une couche de résine, puis encore une autre jusqu'à noyer complètement le tissu. La dernière couche peut être appliquée plus tard, de façon à permettre le ponçage de la précédente. Attention à ne pas attaquer le tissu au ponçage !

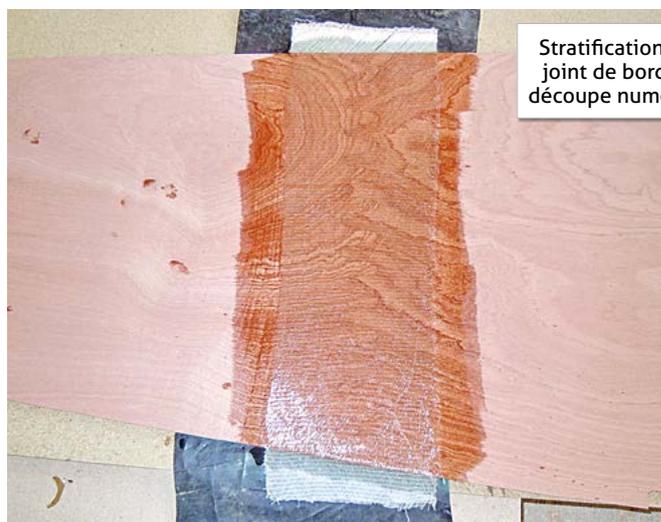


Découpe au cutter avant durcissement complet (photo Arwen Marine)

Il est conseillé d'utiliser un tissu d'arrachage pour simplifier le travail de finition et de ponçage après stratification, surtout si on traite une surface importante (tout le bordé par exemple). C'est un tissu vendu spécifiquement pour cet usage que l'on applique au-dessus de toutes les couches de résine. Après durcissement de la résine, il ne reste plus qu'à l'arracher.



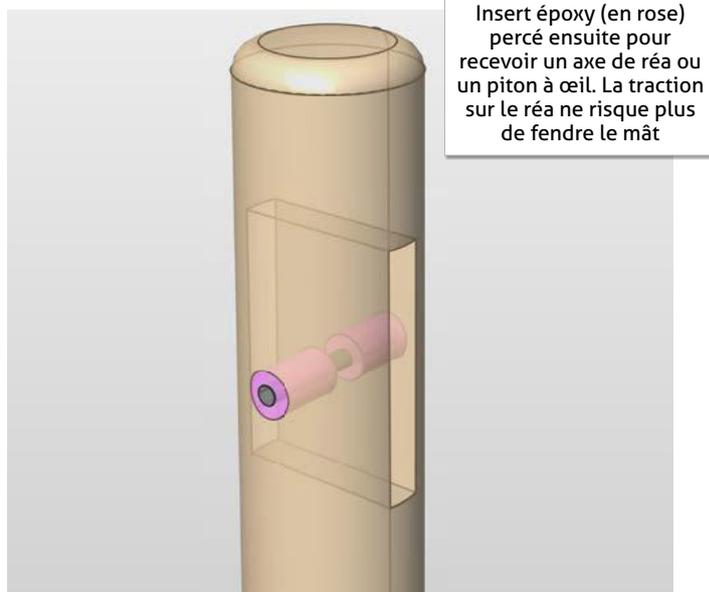
Stratification d'une coque de Koalen 26



Stratification d'un joint de bordé en découpe numérique

## ANCRAGES ÉPOXY

Le bois est parfois trop tendre pour supporter des efforts ponctuels élevés. C'est notamment le cas des résineux et du contreplaqué okoumé. Il est alors possible de faire un insert en époxy chargé (même mélange que pour un joint-congé), que l'on perce ensuite suivant besoin. Cela peut éviter de faire une pièce métallique spécifique. Cette technique permet aussi de poser une vis dans un bois debout. Le principe est de percer très large, de remplir de joint-congé époxy, de repercer après durcissement.



Insert époxy (en rose) percé ensuite pour recevoir un axe de réa ou un piton à œil. La traction sur le réa ne risque plus de fendre le mât

# Les techniques modernes de construction



Tremper une vis dans de la résine époxy pour fixer une pièce d'accastillage donne aussi l'assurance d'une meilleure tenue et que l'humidité ne pénétrera pas. Pour démonter, chauffer les vis avec un fer à souder pour ramollir l'époxy.

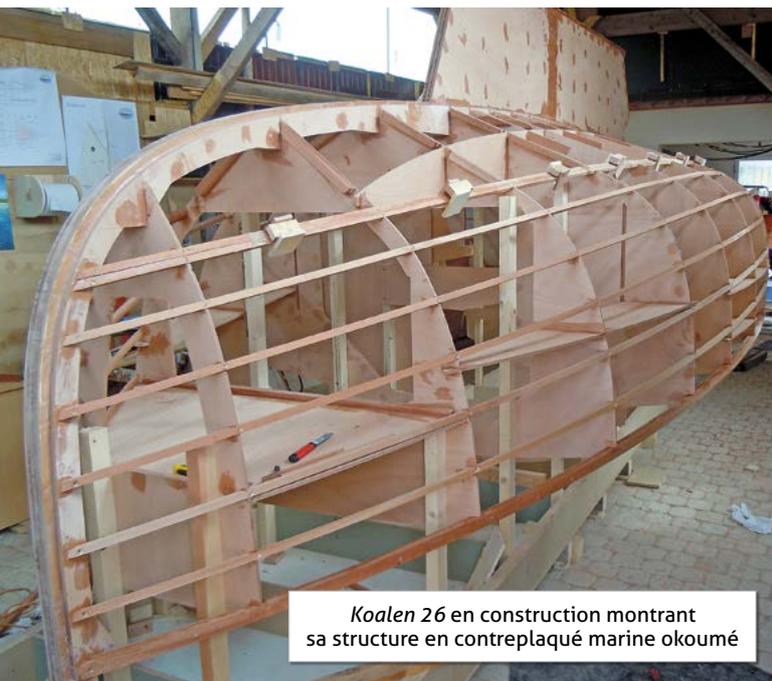
Douille pour gouvernail réalisée en remplissant une section de tube en PVC avec de la résine époxy chargée. Cela remplace une douille métallique faite sur mesure

## ALTERNATIVES AUX ÉPOXYES

Si on a été victime d'allergie à cause des époxyes, ou pour toute autre raison, il existe des solutions alternatives plus spécialisées :

- **Colle polyuréthane** (PPU 100 International, Bostik PU bois extérieur...) : monocomposant et facile à utiliser, la colle PU a besoin d'un peu d'humidité pour durcir. L'inconvénient majeur est la formation de mousse, bien peu résistante, s'il y a des vides à combler. Il faut donc un bon ajustage. Solution satisfaisante pour les pièces en lamellé-collé. Il existe aussi désormais des produits en gel, qui combleraient mieux les vides.
- **Mastic-colle polyuréthane en cartouche** (Sykaflex, 3M 5200...) : assez épais et conservant de la souplesse, convient bien pour fixer un puits de dérive sur la charpente axiale (étanchéité) et le collage des clins. Les débordements sont assez faciles à enlever au cutter après durcissement.
- **Colle résorcine** (Sader marine) : colle déjà ancienne, en deux composants. Elle nécessite une bonne pression et des surfaces bien ajustées. Convient pour le lamellé-collé et les mâts. ■

## CONTREPLAQUÉ



Koalen 26 en construction montrant sa structure en contreplaqué marine okoumé

La coque et la structure d'un bateau sous soumis à des efforts importants. À cela s'ajoute la contrainte d'un milieu fortement humide. Aussi des contreplaqués spécifiques ont été déve-

loppés pour la construction navale, dénommés contreplaqués « marine », caractérisés par les propriétés suivantes :

- Les plis sont minces et sont donc plus nombreux que sur un contreplaqué courant, soit en pratique 5 plis pour du 5 ou 6 mm, 7 plis pour du 9 à 10 mm. Plus il y a de plis, meilleure est la résistance mécanique. Un contreplaqué à 3 plis n'a aucune résistance dans un sens : il est à bannir, sauf pour du bois moulé (j'y reviens plus loin).

- Le pli extérieur fait au moins 1,3 mm d'épaisseur et n'a que très peu de défauts. Pour la petite histoire, j'ai cassé un safran dont le pli extérieur vertical était très mince et ne contribuait que très peu à la résistance (c'est souvent le cas du contreplaqué extérieur CTBX).

- Il n'a que très peu de « cages » et celles-ci sont très petites. Les cages sont les espaces vides intérieurs, liés à des défauts du bois ou des joints défectueux entre deux nappes contiguës. Les cages peuvent entraîner de la pourriture. Une dégradation ponctuelle de la peinture est souvent due à une cage cachée dessous car le pli extérieur va travailler autrement.



Voilà ce qu'on appelle des « cages ». Ce contreplaqué n'a pas sa place sur un bateau (je l'ai d'ailleurs photographié sur une cabine de plage !)

- Le collage doit résister aux conditions climatiques extrêmes et en particulier à l'eau bouillante. C'est pourquoi on rencontre souvent l'expression WBP (*water boil proof*) pour définir cette propriété.

On remarque que les deux premiers critères sont facilement vérifiables. Pour les cages, on ne peut faire qu'un examen des tranches sur l'ensemble d'un lot pour s'en faire une idée. Pour le collage, il semble qu'aujourd'hui tout contreplaqué qualifié « extérieur » (CTBX en France, sinon WBP) soit satisfaisant. Il est donc assez facile de vérifier si un contreplaqué déclaré « marine » l'est réellement. C'est d'autant plus important de connaître ces critères que la qualification « marine » est hélas souvent utilisée de façon abusive pour du simple contreplaqué extérieur.

**Remarque :** la seule norme officielle pour du contreplaqué « marine » est la norme anglaise BS 1088 ([https://en.wikipedia.org/wiki/BS\\_1088](https://en.wikipedia.org/wiki/BS_1088)). Elle est de fait devenue une référence internationale. Donc tout produit déclaré conforme à cette norme (et surtout certifié par le *Lloyd's Register* ou le Bureau Veritas) convient.

En France, il y a une norme « bâtiments » sur les contreplaqués aptes à une utilisation en extérieur qui sont dits CTBX. Ces contreplaqués ne respectent pas les deux premiers critères du contreplaqué « marine » (nombre de plis et épaisseur du pli extérieur). Ils peuvent toutefois convenir pour certaines applications, en particulier à l'intérieur d'un bateau ponté ou quand ils sont stratifiés. Toutefois, la norme CTBX autorise des essences de bois (le peuplier par exemple) qui sont à exclure en raison de leur trop faible durabilité. La tendance générale est malheureusement aujourd'hui à une baisse de la qualité des contreplaqués, souvent importés de Chine, et donc je préconise

d'éviter les simples contreplaqués extérieurs, en particulier pour les bordés, les ponts, les roufs et de toute façon les dérives et gouvernails. Il ne faut pas cacher que l'écart de prix entre « extérieur » et « marine » va du simple au double. Mais quand il s'agit de la structure du bateau, le surcoût est largement justifié et restera marginal vis à vis du coût global du bateau sur sa vie entière.

Les contreplaqués « marine » sont réalisés très majoritairement en okoumé. Ce n'est en soi un bois ni performant ni durable, mais il se déroule bien et a peu de défauts. Cela en fait un très bon choix d'autant qu'en outre il s'imprègne facilement d'époxy.



Coque de Skerry (chantier Arwen Marine) en contreplaqué marine okoumé, imprégnée époxy

On utilise aussi des bois rouges africains tels que sapelli, sipo, makoré ou équivalent (souvent qualifiés improprement d'acajou !). Ces bois rouges sont meilleurs que l'okoumé sur le plan mécanique et ont aussi un plus bel aspect, intéressant dans le cas d'une finition vernie. Très courants dans les années 1970 à 1980, ils sont maintenant assez chers. On trouve aussi des contreplaqués en moabi, bois africain très résistant qui en fait un matériau parfait pour les dérives et safran. Il est souvent qualifié d'« anti-fracture ».



Minahouet, en contreplaqué de makoré, assez sombre et d'un très bel effet

J'ai pour ma part expérimenté et fait des tests sur du contreplaqué de bouleau : c'est un bois dense et très résistant. Le contreplaqué de bouleau originaire de Finlande est exploité de façon durable depuis des décennies et est de très belle qualité.

Il convient donc à la réalisation de bateau, sauf si le critère poids est important. Toutefois ce bois noircit à l'humidité. Il doit donc être utilisé peint et non verni, avec les chants bien protégés.



Pen-Hir, mon bateau, ici sur ses béquilles, construit en contreplaqué de bouleau, les éléments de bois massif étant essentiellement du chêne, du mélèze et du pin d'Oregon pour les espars. Le bordé est en forme, en bois moulé de contreplaqué de bouleau. Il n'y a aucun bois exotique à bord

Le format courant des panneaux de contreplaqué est 2 500 par 1 220 mm ou 2 440 par 1 220, soit 8 pieds de long par 4 pieds de large. On trouve aussi des panneaux de 3 100 par 1 500 mm, soit 10 pieds par 5 pieds.

**Remarque :** le contreplaqué « marine » est hélas très peu diffusé dans les circuits commerciaux courants. Il existe quelques fournisseurs spécialisés auxquels il convient de s'adresser. On peut aussi s'adresser à des chantiers navals bois.

- Pour scarfer les panneaux, on les pose l'un sur l'autre et on travaille au rabot à main, au rabot électrique ou à la ponceuse.

## BORDÉ EN PETITES LATTES



La construction en petites lattes impose le débit d'une quantité importante de lattes, et éventuellement de les scarfer pour faire la longueur du bateau

# Les techniques modernes de construction

La construction en petites lattes est une technique à mi-chemin entre la construction traditionnelle et la construction moderne. Elle a d'ailleurs été utilisée dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, mais ne s'est vraiment développée qu'après la Deuxième Guerre mondiale avec l'apparition de colles marines efficaces : résorcine, puis époxy.



Sur une coque de largeur modérée, on pose les lattes à partir du plat-bord et on comble à la fin l'espace en fuseau le long de la quille. Cela permet une jolie finition vernie de la coque, surtout si on a commencé par poser une vraie préceinte de forme traditionnelle qui donne une base rigide pour poser les lattes

Elle consiste à remplacer un bordé à franc-bord par des lattes de bois collées entre elles. Ces lattes sont bien plus étroites (de l'ordre de 20 à 25 mm pour un petit bateau de type voile-aviron avec une épaisseur de 16 mm environ) mais surtout de section constante et non en fuseau. Il n'y a donc pas de brochetage.



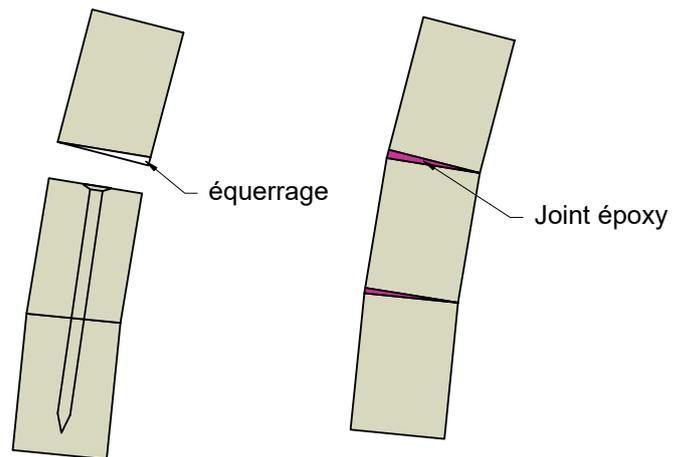
En général, on pose le bordé sur une structure totalement intérieure. Les éléments extérieurs, fausse-étrave, fausse-quille, talon, sont ajoutés après et éventuellement lamellés-collés in-situ

Quand les petites lattes sont posées sur des membrures lamellées-collées, le résultat final est visuellement très proche d'une construction classique. On peut aussi les poser sur des cloisons de contreplaqué ou des gabarits de couples.



Aven, mon premier plan de bateau, construit en petites lattes par le chantier naval de Loctudy (Jean de Massol) avec une préceinte traditionnelle en bois massif

**Remarque :** je distingue la construction en petites lattes, présentée ici, et la construction en *strip-planking*, en notant toutefois qu'en anglais le même terme est utilisé pour les deux variantes. Or le *strip-planking* fait appel à des lattes moins épaisses et une double stratification interne et externe, constituant un sandwich. Cela impose une construction sur gabarits rapprochés. C'est une technique moderne appréciée permettant de faire de belles coques de faible poids.



La technique ancienne des petites lattes reposait sur des pointes sur chant et l'équerrage des lattes. Les pointes assurent à la fois l'alignement des lattes et le serrage. Avec les colles époxy chargées, les pointes ne sont plus indispensables et l'équerrage non plus, sauf éventuellement dans les zones de bouchain à forte courbure ou si on veut une belle finition vernie avec un joint très discret

Il est important de bien choisir le bois utilisé pour les lattes. Il doit travailler le moins possible car on risque de voir des fissures apparaître dans le bordé si la coque est trop sèche. Inversement, les petites lattes doivent donc être débitées avec soin sur quartier, en utilisant un bois de très belle qualité, pas

trop sensible aux variations d'humidité. On peut faire une imprégnation époxy ou même une stratification externe pour réduire et ralentir les effets des variations d'hygrométrie.

Le bordé en petites lattes n'aime pas les fortes variations d'humidité. Si le bateau est trop sec, on risque de voir le bordé se fissurer. Il faut alors combler à l'époxy une fois le bateau dans des conditions moyennes d'humidité. Pour cela ouvrir le joint en V



Il est préférable de maîtriser le taux d'humidité des lattes au moment de la construction. Il semble que l'idéal soit de 12 %, à respecter à 1 % près

Pour des bateaux de largeur modérée, comme le sont en général les voiles-avirons, il est possible de commencer par poser une préceinte traditionnelle brochetée comme on le ferait pour une coque bordée à franc-bord. Ensuite, les lattes sont posées à partir de cette préceinte, jusqu'à ce qu'il ne reste plus de part et d'autre de la quille qu'un espace de forme de fuseau. Cet espace sera obturé avec une clore de bois massif ou même de contreplaqué. Le contreplaqué a l'avantage de renforcer la structure autour du puits de dérive (s'il y en a un), et de rendre les fonds moins sensibles aux prises d'humidité.



Pour une coque large, on préfère commencer au niveau du bouchain et progresser vers le haut et vers le bas. Les lattes souples agrafées sur le bordé servent à bien aligner les lattes entre-elles

**Remarque :** sur les Aven construits par les Constructions Navales de Loctudy dans les années 80, la clore en bois massif était calfatée avec la latte adjacente. Ainsi, en cas de séchage de la coque, le joint s'ouvrait sans dommage pour la structure.



Avant l'apparition des époxy, on clouait les lattes sur chant dans la précédente. On peut maintenant s'en dispenser à condition de trouver une méthode alternative pour serrer les lattes : simples ficelles, sangles à cliquet, sandows pour coques légères...

Les lattes doivent être soigneusement triées avant la pose en réservant les plus belles dans les zones les plus visibles dans le cas d'une coque vernie. Attention au red cedar qui a de grandes variations de couleur. La pose des lattes demande de la méthode pour assurer un bon collage (sans en mettre partout !) et l'alignement avec les lattes adjacentes. Dans certaines zones, on aura besoin de trévirer les lattes, en s'aidant de serre-joints ou d'un levier du type vu pour la pose des membrures ployées.



L'alignement des lattes est ici assuré par des pinces à ressort, tandis que le serrage est fait avec des longs serre-joints



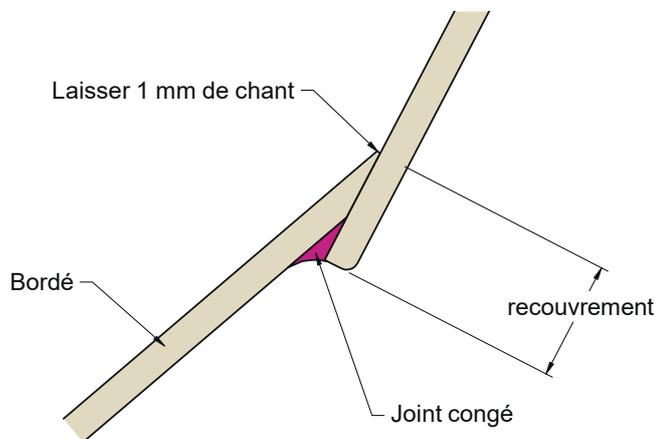
Une coque d'Aven en petites lattes, très joliment peinte



Minahouet (plan F. Vivier), voile-aviron construit à clin de contreplaqué

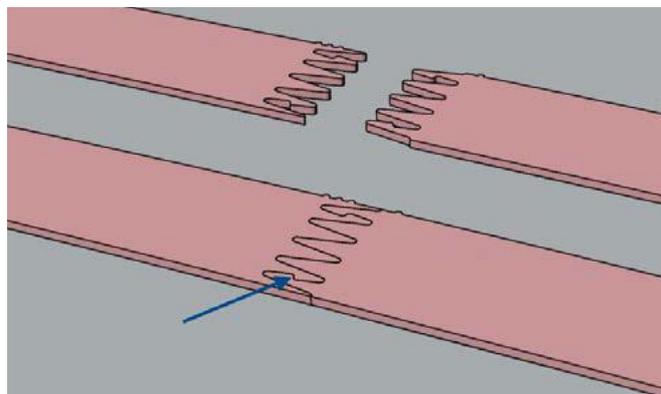
## BORDÉ À CLIN DE CONTREPLAQUÉ

Utiliser du contreplaqué pour construire une coque à clin est une solution moderne qui convient parfaitement à la réalisation de petits bateaux d'inspiration traditionnelle. La technique de pose des bordés est inchangée, si ce n'est qu'il est nécessaire de scarfer plusieurs bandes pour obtenir la longueur de chaque virure.



Les bordés en contreplaqué étant souvent moins épais (6 ou 9 mm pour les petits bateaux), il est possible de combler avec du joint époxy si l'angle l'impose. On peut même monter sans chanfrein si les bordés ont été découpés sur cette hypothèse.

**Remarque :** pour la plupart des plans disponibles sur le marché, il est maintenant possible d'acquérir des kits comprenant des bordés découpés à la cote juste sur machine à commande numérique. Des joints de type zigzag (entures) permettent d'assembler les bordés sans qu'il soit nécessaire de faire des scarfs.

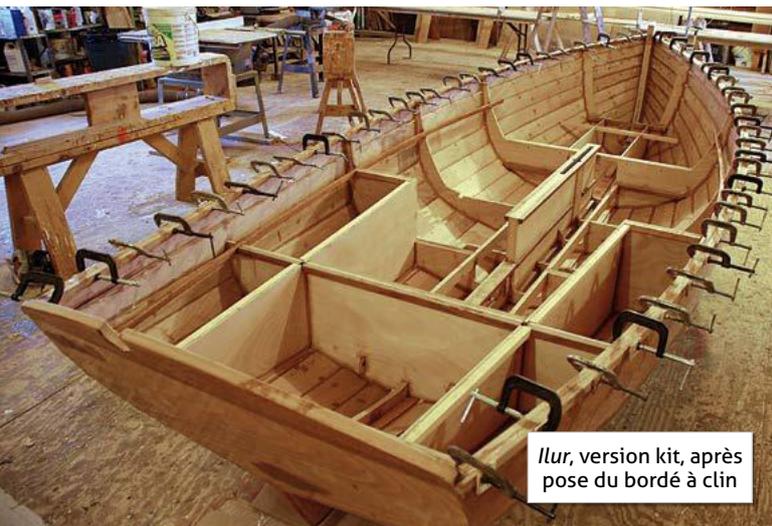


Principe de joint zigzag utilisés dans la plupart des kits sur mes plans. La flèche montre l'endroit où on peut enlever un peu de matière si le joint est trop serré

Les bordés sont simplement collés entre eux à l'époxy, sans rivet. On utilise alors des petites vis provisoires pour agglomérer pour serrer le joint pendant le collage. Il est important de percer le bordé extérieur plus large que les filets de la vis pour assurer un bon serrage.



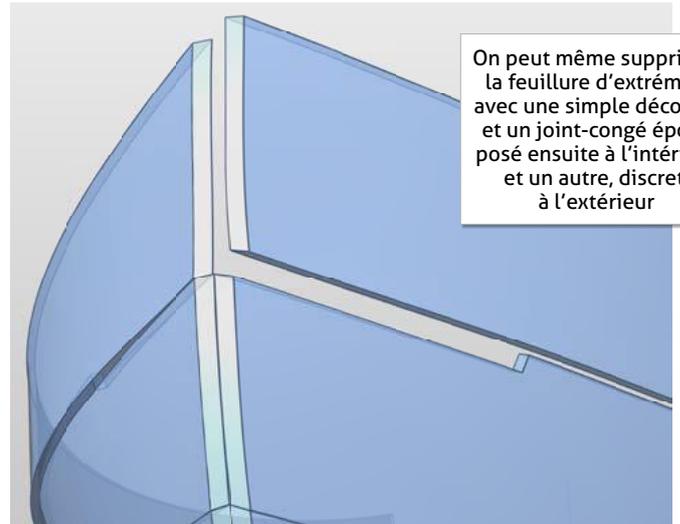
*Jewell*, plan de ma création, en construction à partir d'un kit. Le bordé à clin sera posé sur une structure croisée de cloisons longitudinales et transversales. Le chantier support fait partie du kit et permet de monter l'ensemble sans sortir son mètre !



*Ilur*, version kit, après pose du bordé à clin

La coque peut aussi bien être construite avec des clins étroits, et recevoir ensuite des membrures ployées, ou avec des clins larges. Dans ce dernier cas, la coque est souvent construite sur une structure interne constituée de cloisons longitudinales et transversales en contreplaqué.

Les bordés en contreplaqué sont souples, surtout en 6 mm d'épaisseur. On trouvera au paragraphe suivant (construction cousue-stratifiée) quelques méthodes pour s'assurer qu'ils prennent une courbure bien régulière.



On peut même supprimer la feuilure d'extrémité avec une simple découpe et un joint-congé époxy posé ensuite à l'intérieur et un autre, discret, à l'extérieur

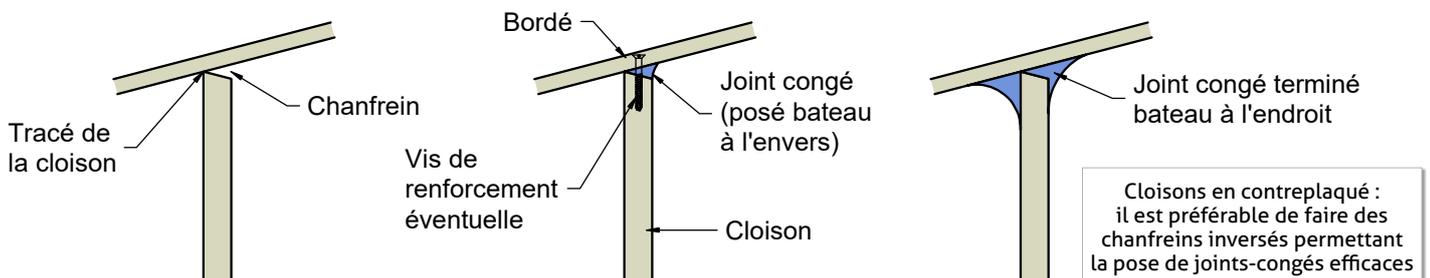
**Remarque :** je propose de nombreux plans de bateaux faisant appel à la technique mise en œuvre sur *Mesker*, dont la construction est détaillée au prochain chapitre. J'ai même en préparation une version en contreplaqué de *Mesker*.

## CONSTRUCTION COUSUE-STRATIFIÉE



*Koulmig 20*, bateau à moteur construit en cousu-stratifié.

La technique du « cousu-stratifié » consiste à assembler une coque de bateau au moyen de pièces de contreplaqué pré-découpées à la cote définitive, à les « coudre » ensemble au moyen de ligatures (colliers électricien ou fil de fer) et enfin à stratifier la liaison à l'intérieur et à l'extérieur, réalisant ainsi une sorte de « soudure » des deux bordés avec un joint époxy.



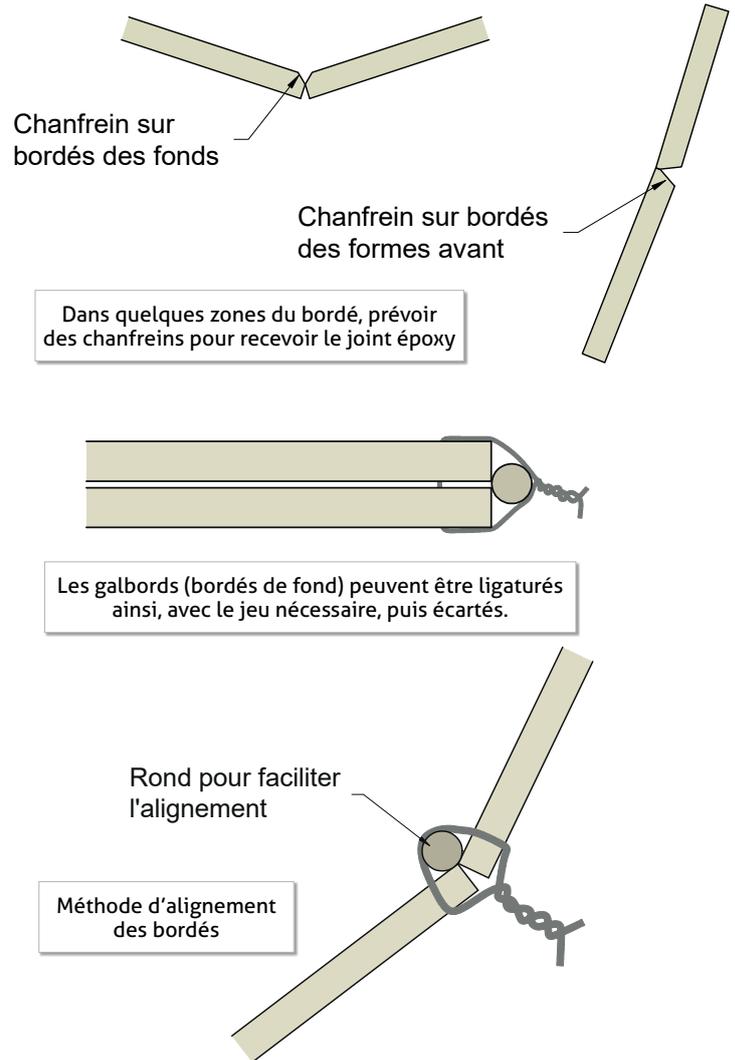
# Les techniques modernes de construction

À l'origine, cette méthode était utilisée dans un esprit « bordé d'abord », les membrures ou cloisons étant ensuite ajustées et posées à l'intérieur de la coque. Mais les outils informatiques de conception actuels améliorent la méthode en permettant de définir à la fois la géométrie précise des cloisons et celle des bordés. En général, on assemble le bateau à l'endroit sur un berceau assez simple, la charpente intérieure étant placée ensuite. C'est la technique décrite ici, mais certains bateaux se construiront mieux à l'envers. La construction cousue-stratifiée simplifie beaucoup la construction pour l'amateur : pas de tracé compliqué, pas d'équerrage précis, peu d'assemblages de bois massif...

On aura toujours intérêt à utiliser du contreplaqué « marine », qui assure une meilleure durée de vie du bateau. Choisir un contreplaqué tout okoumé, qui se prête mieux à la stratification. Toutefois, la construction cousue-stratifiée a l'avantage de bien protéger le contreplaqué et se prête aussi à l'utilisation d'un contreplaqué « extérieur » surtout si l'on stratifie complètement l'intérieur (pour les bateaux ouverts). Cela contribue à rendre ce type de construction économique.

Les bordés sont découpés à la cote juste, à partir d'un plan coté ou d'un tracé sur calque polyester mais ils sont le plus souvent fournis dans un kit après découpe sur machine à commande numérique.

Les trous servant aux ligatures sont placés à une distance du bord à peu près égale à l'épaisseur. Tracer une ligne en se servant d'un petit trusquin comme pour le tracé du chanfrein d'un bordé à clin. L'intervalle des perçages est de 200 à 250 mm. Il faut en général rapprocher les ligatures dans les formes avant et inversement les espacer là où le bordé est peu formé. Attention à tenir compte des cloisons et membrures pour le positionnement des perçages ! Il est important que les trous soient bien en vis à vis. En pratique, on fait un maximum de perçages à l'avance et on complète ensuite lors du montage.



Les ligatures sont en fil de fer ou de cuivre, ou des colliers en plastique utilisés par les électriciens. Le fil métallique est pratique pour bien régler la tension de chaque lien. Le lien d'électricien rend service dans des zones où le rapprochement des deux bordés est difficile, à l'étrave par exemple. Il impose des trous plus larges (4 mm), mais plus faciles à reboucher. Dans la mesure où le fil métallique nécessite un trou petit et discret, on préférera cette solution pour une coque vernie, alors que, dans le cas d'une coque peinte, les colliers en plastique sont plus simples.

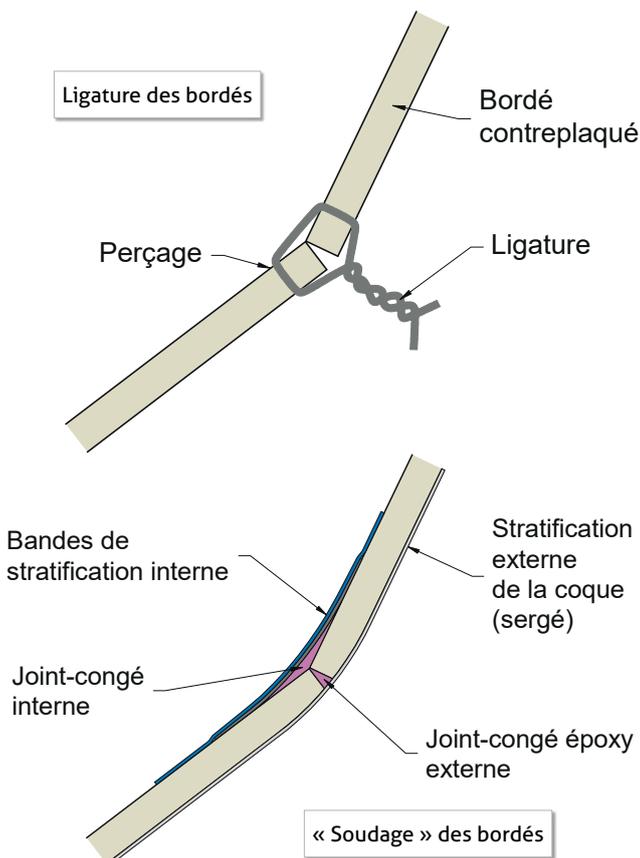
Pour la réalisation d'une coque cousue-stratifiée, on utilise deux types de mélanges époxy :

- un mastic chargé pour les joints-congés, assez visqueux pour ne pas couler, quelle que soit la position (y compris en « plafond ») ;
- un mastic de lissage, pour combler les irrégularités de surface avant stratification et avant peinture.

**Important :** imprégner à la résine époxy au préalable, plus tôt deux fois qu'une, les chants et zones de contreplaqué qui vont recevoir le joint époxy.

On utilise aussi deux types de tissus de verre :

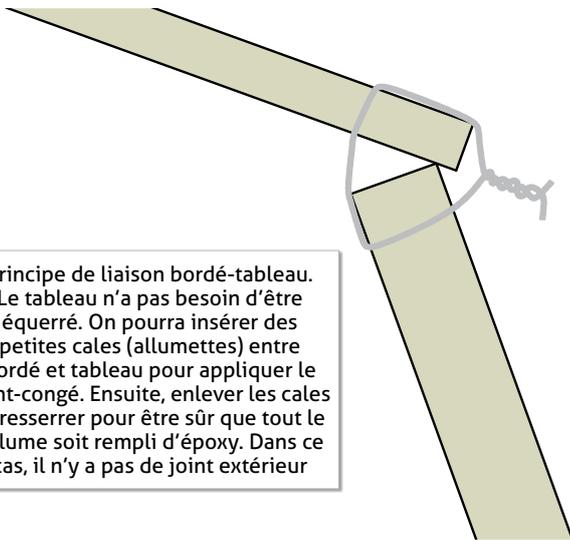
- du tissu en bande ou ruban, de préférence de type bibiais (ou biaxial) pour renforcer les liaisons à l'intérieur, 300 g/m<sup>2</sup> environ ou plus suivant les recommandations de l'architecte naval.
- du tissu en rouleau, en général du sergé, pour la stratification de l'ensemble de la coque extérieure. Ce tissu peut



aussi être utilisé en couche de finition à l'intérieur, au-dessus du bibiais, car cela donne un aspect plus fini (sur toute la surface ou découpé en bande plus large que les bandes qui sont dessous). Utiliser un tissu de 200 g/m<sup>2</sup> pour les petits bateaux (moins de 150 kg environ), 300 g/m<sup>2</sup> ou plus suivant les recommandations de l'architecte au-delà.

Une fois la coque bien réglée, on pose des joints-congés entre chaque ligatures à l'extérieur. Veiller à ne remplir que l'intérieur du V formé par les deux bordés pour éviter qu'un excès d'époxy ne crée des points durs qui gêneraient l'obtention d'un bouchain bien lisse et régulier.

Il est judicieux de présenter les cloisons (voire de les ajuster, surtout si le bateau n'a pas été dessiné en numérique), pour vérifier que tout s'assemble bien, mais de les enlever ensuite pour faire les stratifications intérieures, plus faciles dans une coque vide.



Principe de liaison bordé-tableau. Le tableau n'a pas besoin d'être équerré. On pourra insérer des petites cales (allumettes) entre bordé et tableau pour appliquer le joint-congé. Ensuite, enlever les cales et resserrer pour être sûr que tout le volume soit rempli d'époxy. Dans ce cas, il n'y a pas de joint extérieur

Lors de la pose définitive, on applique du joint-congé entre cloisons et bordé, entre tableau et bordé, entre les deux bordés à l'étrave.

Quand un minimum de structure est collé, assurant une rigidité d'ensemble suffisante, on enlève les ligatures avec précaution, pour éviter de casser les joints-congés encore faibles, surtout s'il y a peu de structure intérieure. Les trous sont rebouchés à l'époxy au moyen d'une seringue.

Une fois les ligatures enlevées, compléter les joints-congés et faire toutes les stratifications qu'il est possible de faire sans inconvénient pour la suite. Le premier retournement ne doit se faire qu'une fois la coque suffisamment liée, avec des cloisons, pour le faire sans risque de casser les joints réalisés.

Bien lisser les bouchains à l'extérieur. Terminer à la fois au rabot, pour un bon lissage longitudinal, et à la cale à poncer. Comblar alors les joints avec du mastic époxy et poncer jusqu'à

obtenir une surface bien régulière. Les finitions se feront avec un mastic basse densité (de lissage) dont la dureté est proche de celle du bois et qui est plus facile à poncer. En principe, il n'y a pas d'étrave sur un bateau construit de cette façon. Les bordés sont ligaturés ensemble à l'avant. Ensuite on rabote pour obtenir une surface dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie du bateau permettant de poser à l'extérieur une fausse-étrave lamellée-collée. À l'intérieur, on remplira très généreusement de joint époxy.

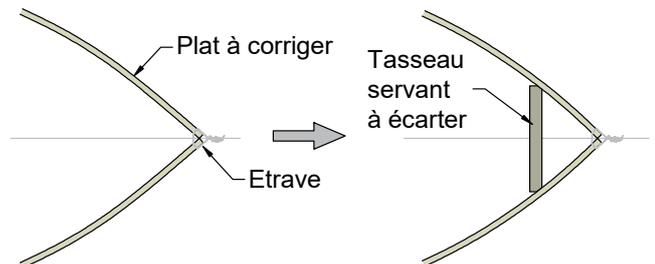
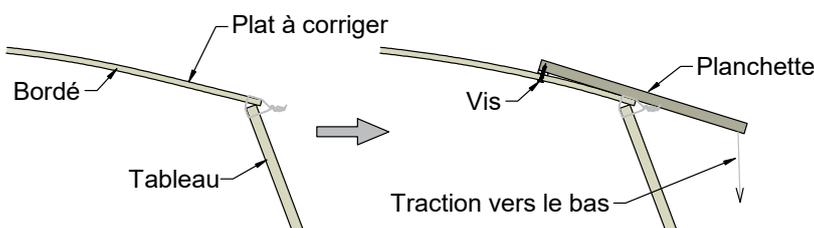


Réalisation d'un Lilou. Des lattes provisoires ont été vissées pour un meilleur lissage de courbure

Terminer par une stratification complète du bordé. En fonction des spécificités du bateau, on aura à poser certains éléments avant stratification (fausse quille, aileron, fausse étrave) et d'autres (ventrière ou quille d'échouage) après stratification.



Coque d'un Koulmig 20 runabout en cousu-stratifié, après retournement



Le contreplaqué est souple et peut prendre des courbures indésirables. Il est possible d'y remédier à condition de s'y prendre à temps

## BOIS MOULÉ

Le bois moulé consiste à réaliser sur place une sorte de contreplaqué aux formes de la coque, en collant successivement plusieurs couches croisées de feuilles de bois tranché sous forme de bandes. Une variante moderne consiste à utiliser du contreplaqué de faible épaisseur (3 à 6 mm). Dans ce cas, les bandes n'ont pas besoin d'être croisées et sont placées verticalement, c'est-à-dire dans un plan transversal du bateau. On peut aussi limiter l'utilisation du bois moulé à la zone de bouchain et utiliser des grands panneaux de contreplaqué pour les fonds et les **murailles**, ou pour les fonds seulement. C'est cette dernière méthode que je vais présenter, dont les principes s'appliquent aussi aux autres approches.

Sur un *Maraudeur* dont seul le bouchain est en bois moulé de contreplaqué, tracé des premières bandes après présentation des bandes intermédiaires



La structure du bateau, en général en cloisons de contreplaqué, reçoit des lisses en bois massif de section carré qui vont servir de moule pour les bandes de contreplaqué. Au point de transition entre bordé de fond et les hauts en bois-moulé, on pose une lisse de largeur double.

On commence donc par poser le bordé de fond en contreplaqué qui vient s'arrêter sur la double lisse. L'épaisseur en est le double ou le triple de celle des bandes, selon le nombre de plis prévus. On y pratique une feuillure dont l'épaisseur est celle d'un pli.



Pose provisoire des premières bandes de contreplaqué mince

Pour le bordé en bois moulé, on prépare des bandes de 150 à 200 mm de largeur environ, compromis entre rapidité de pose et régularité de la surface. Cette largeur pourra être différente suivant les zones de bordé. En particulier la courbure est souvent assez forte dans les formes arrière et on aura probablement intérêt à y utiliser des bandes moins larges. De même, on peut couper les bandes dans la longueur ou la largeur des panneaux de contreplaqué en fonction du rayon de courbure et de la souplesse requise.

Pour le premier pli, à supposer qu'il y en ait trois au total :

- Poser de façon provisoire une bande sur deux, en ajustant uniquement l'extrémité contre le bordé de fond et en laissant un intervalle maximum inférieur de quelques millimètres à la largeur des bandes. Utiliser des petites vis pour agglomérer, facile à enlever à la visseuse. On laisse dépasser de la **serre-bauquière** (ceinture intérieure qui relie les couples entre eux). Cette zone sera découpée une fois les trois plis posés et même après retournement de la coque. La pose commence par le milieu du bateau et on progresse vers les extrémités.



Bordé en bois moulé de contreplaqué sur un *Koalen 18*. Observez le bordé de fond avec sa feuillure, les **lisses**, la serre-bauquière en bas

- Présenter ensuite les bandes intermédiaires par dessus les précédentes et les fixer de façon provisoire. Marquer leur contour sur les bandes posées en premier. Numérotter les bandes et faire des repères d'emplacement avant de démonter. Marquer aussi l'emplacement des lisses sur le dessus comme le dessous.
- Enlever tout et découper ou raboter les bandes initiales suivant le tracé qui a été reporté dessus. Donner un léger équerrage aux bandes de façon à laisser entre-elles un joint en V légèrement ouvert côté extérieur. Ainsi on remplira de colle le joint entre bandes lors de la pose du pli suivant.
- Poser l'ensemble en collant sur les lisses. Il est toujours préférable d'encoller les deux faces. C'est pourquoi il faut tracer la position des lisses sous les bandes pour matérialiser les zones à encoller. Utiliser des vis provisoires en ayant percé à l'avance à un diamètre plus élevé que celui des filets ou utiliser des agrafes posées au travers de bandes de contreplaqué et de plastique renforcé servant à cercler les emballages. Les vis sont surtout utiles aux extrémités où le besoin de pression de serrage est plus grand.



Koalen 18 : premier pli terminé

Comme il peut y avoir un décalage entre la position provisoire et la position définitive, il est préférable, au moins au départ, de ne procéder que par longueurs partielles, par exemples des tranches de 2 mètres.

Pour le deuxième pli, on procède de la même façon, sauf qu'il doit être possible, au moins dans les zones moins formées, de poser directement les bandes les unes à côté des autres et de combler le vide ensuite avec du mastic époxy. Bien entendu, on décale les joints, d'un tiers de largeur de bande, par rapport au pli précédent.

Le troisième pli est posé comme le premier, en décalant à nouveau les joints.

Terminer par un masticage des joints ouverts et par un ponçage soigneux de l'ensemble du bordé. Utiliser de préférence une cale souple sur laquelle le papier abrasif est fixé pour obtenir une surface bien régulière. Pour une belle finition, procéder à un enduisage avec du mastic époxy à lisser. Tout cela doit être fait avant la stratification. ■



Coque d'une annexe en bois-moulé de bois tranché

# Construire Mesker

**Nous avons voulu, avec ce hors-série, vous permettre de vous construire un bateau en bois traditionnel. Nous disons bien traditionnel, car c'est une façon de garder vivant un art très ancien, élément essentiel de notre patrimoine maritime. Aujourd'hui, un amateur peut construire facilement un bateau en bois moderne, dont la coque ferait surtout appel à du contreplaqué et sera d'ailleurs plus légère. Mais il devra alors utiliser des colles de type époxy, qui sont toxiques et doivent être manipulées avec précaution. C'est donc un bateau en « vrai bois d'arbre » que nous proposons de réaliser !**

**Important :** ce hors-série a pour seul objet la construction du bateau. Si vous n'avez pas d'expérience de la voile, de la pratique voile-aviron en particulier, il existe des livres, des associations et des écoles de voile... ■

## LE CHOIX D'UN BATEAU

Le bateau choisi s'appelle *Mesker*. Pourquoi ? Simplement parce que pour illustrer cet ouvrage, il était indispensable de construire un premier exemplaire du bateau. Cela a été fait par une école de charpente navale particulièrement réputée, Skol ar Mor, localisée sur la commune de Mesquer, sur le littoral entre Loire et Vilaine, à proximité de la ville de Guérande en Loire-Atlantique.

*Mesker* est un petit bateau. Sa taille permet de le construire dans un garage. Et ensuite il peut se transporter et être mis à l'eau sur une remorque routière. Un véhicule courant est tout à fait suffisant. C'est aussi un voilier plutôt facile d'utilisation, mais on peut aussi l'utiliser à l'aviron ou avec un petit moteur hors-bord de 2 à 5 ch.

C'est un bateau facile à construire, en tout cas plus facile qu'un canot traditionnel qui aurait des membrures franches et un bordé à franc-bord. *Mesker* est ce qu'on appelle en Amérique du Nord un « semi-dory », ce qui nécessite quelques explications. Des bateaux que l'on appelle les doris (dories en anglais) étaient utilisés pour la pêche à la morue à Terre-Neuve, au temps de la marine à voile, que ce soit en France, en Amérique du Nord, au Portugal et ailleurs. Encore aujourd'hui, on en trouve beaucoup dans la région de Saint-Malo, en Bretagne comme en Normandie. Ces doris sont des bateaux de forme très simple, avec un fond plat, des flancs inclinés mais droits, un arrière presque pointu avec un petit tableau très étroit qu'on appelle écusson. Ils étaient d'ailleurs empilables sur le pont des morutiers. Les doris sont le fruit d'une innovation technique que l'on peut situer au XIX<sup>e</sup> siècle : les scies entraînées par des moulins à eau, qui ont permis de débiter des planches larges et donc moins nombreuses.

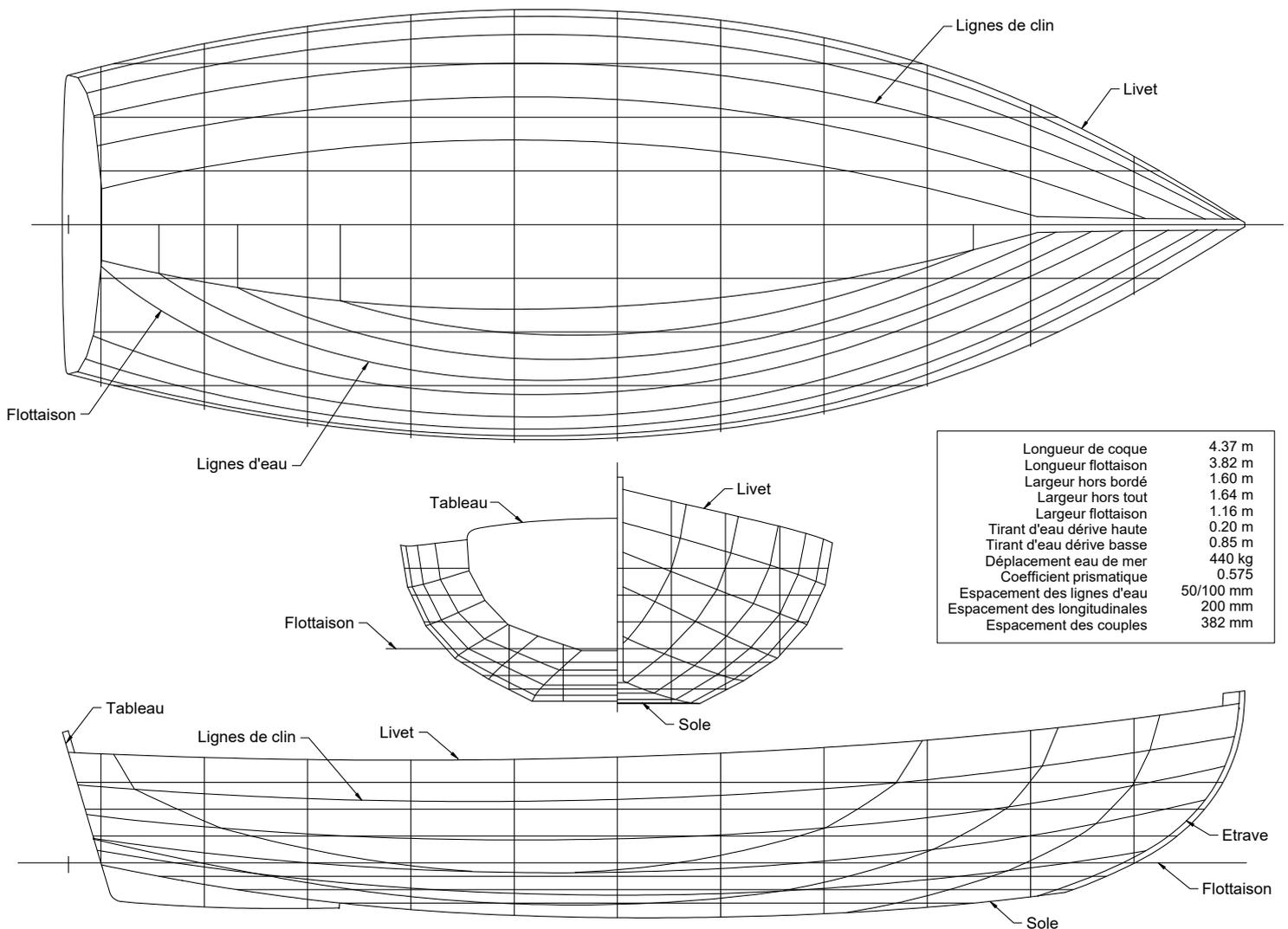
Aux États-Unis, des constructeurs ont amélioré ces bateaux, en donnant des flancs en forme. On les appelle *Swampscott*

*dory*, utilisés plutôt pour la plaisance. Il en a d'ailleurs existé une petite flottille en France, à Noirmoutier. Une autre évolution a été de faire un arrière plus court, se terminant par un tableau de largeur courante, au lieu de l'écusson. C'est cela qu'on appelle semi-dory. Ce sont des bateaux qui concilient très bien forme élégante, simplicité et bon comportement à la mer.

*Mesker* est simple. Il n'a pas de quille mais un fond plat qu'on appelle la sole. Associée à une étrave élancée, la sole rend la courbure du galbord (le bordé le plus bas) beaucoup plus douce, avec peu de tréville (torsion). Sur l'étrave, au lieu de pratiquer une râblure, on se contente de faire un chanfrein et de rapporter une fausse-étrave après la pose du bordé. Le puits de dérive est plus simple. Sur un bateau à quille, il est nécessaire de faire une ouverture sur toute la hauteur de la quille (disons 50 mm pour un canot de même taille, au lieu d'une sole de 20 mm environ). Le bordé des flancs est à clin, donc plus facile à poser qu'un bordé à franc-bord. Enfin il n'y a qu'un petit nombre de membrures.

Quoique *Mesker* soit une construction traditionnelle, nous avons introduit quelques pincées de modernisme. La première est de l'avoir dessiné sur ordinateur et donc de donner des plans cotés précis, qui dispensent d'un véritable traçage sur plancher. Ensuite, on utilise quelques produits modernes pour assurer l'étanchéité de la coque. Enfin les membrures les plus courbées sont faites en lamellé-collé, évitant d'avoir à trouver du bois tord.

La construction de *Mesker* permettra aux constructeurs de découvrir une certaine variété de techniques traditionnelles. Ainsi, le bordé des flancs est à clin, mais la sole est à franc-bord. Il y a des membrures lamellées-collées et les membrures d'extrémités avant, moins courbées, peuvent être découpées. La fausse-étrave peut être ployée à la vapeur. Cela dit, rien n'empêche de faire du lamellé-collé pour tout cet ensemble.



Longueur de coque	4.37 m
Longueur flottaison	3.82 m
Largeur hors bordé	1.60 m
Largeur hors tout	1.64 m
Largeur flottaison	1.16 m
Tirant d'eau dérive haute	0.20 m
Tirant d'eau dérive basse	0.85 m
Déplacement eau de mer	440 kg
Coefficient prismatique	0.575
Espacement des lignes d'eau	50/100 mm
Espacement des longitudinales	200 mm
Espacement des couples	382 mm

**Plan 01 :** formes de Mesker. Ce plan ne vous servira pas pour la construction, mais permet d'apprécier les formes et de les comparer à celles d'autres bateaux.

Le déplacement indiqué sur le plan est le poids du bateau enfoncé à la flottaison du plan, correspondant à des conditions moyennes d'utilisation (2 adultes et 1 enfant à bord). Le poids du bateau complet est de 250 kg, dont 48 kg pour tous les éléments amovibles : gréement complet, gouvernail, avirons, ancre, mouillage et amarrage.

**PLANS : TRADITIONNELS, ET MODERNES !**

Les plans inclus dans ce hors-série, à l'échelle et au format PDF, ainsi que quelques autres documents utiles, peuvent être téléchargés sur notre site Internet BLB-bois ([www.blb-bois.com](http://www.blb-bois.com)), dans la rubrique « Revues », puis « Bonus ».

Vous pourrez aussi les trouver sur le site de l'auteur et architecte naval François Vivier ([www.vivierboats.com](http://www.vivierboats.com)). Et si les techniques de construction moderne vous tentent, vous y trouverez également, courant 2019, les plans d'une version bois moderne de Mesker, avec sole et bordé en contreplaqué. Le bateau est plus simple à construire et ne nécessite pas de machines à bois. Un simple outillage portatif suffit. ■

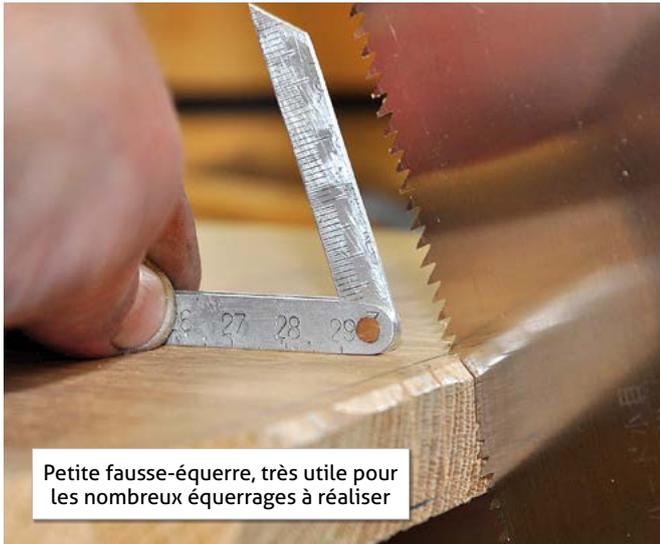
### L'OUTILLAGE NÉCESSAIRE

Du fait de sa petite taille, un outillage basique de menuiserie fait l'affaire pour construire Mesker. Le débit des pièces de bois massif requiert l'utilisation d'une dégauch-rabot avec une largeur de rabotage de 250 mm environ. Une fois le débit réalisé, des outils électriques portatifs peuvent suffire, en particulier

perceuse-visseuse, scie sauteuse et rabot électrique. Il est tout de même prévu quelques assemblages (sole, tableau) par rainure et languette, pour lesquels une défonceuse sera la bienvenue.



La scie japonaise, qui coupe en tirant, est très appréciée des charpentiers



Petite fausse-équerre, très utile pour les nombreux équerrages à réaliser



La wastringue permet de travailler les surfaces concaves



La plane permet d'enlever pas mal de matière quand c'est nécessaire



Petits grattoirs : il faut souvent travailler dans des endroits exigus

La pose de rivets à bateaux, en particulier pour lier les bordés entre eux, est fortement souhaitable. L'outillage spécifique nécessaire est présenté pages 19 et 29.

Il faut prévoir un nombre assez élevé de serre-joints (une vingtaine au moins) et des canaps (voir page 37) pour la pose du bordé à clin.

Si on envisage des pièces ployées à la vapeur, par exemple la fausse-étrave, il vous faudra une étuve, comme présentée pages 26 et 27. Il n'est toutefois pas justifié de fabriquer une étuve uniquement pour ce bateau : la technique du lamellé-collé s'y substitue très bien.

## LES MATÉRIAUX

La feuille de débit page ci-contre donne la liste des pièces de bois nécessaires à la construction de *Mesker*. Cette liste se limite à ce qui fait partie du bateau fini. Il faut donc y ajouter ce qui est nécessaire au chantier de construction, aux gabarits, aux moules pour pièces lamellées-collées... Il est conseillé de définir à l'avance quelles seront les pièces vernies ou peintes pour faire des choix cohérents. On peut pour cela s'inspirer des photos du premier *Mesker*.

Nous donnerons plus loin une liste des pièces d'accastillage.

À tout cela, il faut ajouter de la visserie, des rivets cuivre, des colles et mastics. Voici des indications sur les quantités à prévoir pour les pièces en grande quantité :

- Rivets cuivre 2,7 x 50 mm : 600 (2 kg)
- Rivets cuivre 5 x 125 mm (courbes) : 12 (300 g)
- Vis inox A4 4 x 40 (plat-bord et liston...) : 100
- Vis inox A4 5 x 35 (vissage des protections sous sole...) : 100
- Vis inox A4 5 x 40 (bordés dans membrures...) : 150
- Vis inox A4 5 x 50 (sole dans varangues...) : 150
- Vis inox A4 6 x 70 (implanture...) : 20
- Vis inox A4 ou bronze pour bancs et accastillage : 5 x 40 : 80
- Colle époxy pour lamellé-collé : 1 kg
- Mastic-colle polyuréthane : 4 cartouches
- Mastic à base de goudron de Norvège et cire (Ettan) : 1 kg

## LE TRACÉ ET LA RÉALISATION DES MEMBRURES

Nous l'avons déjà dit, la construction de *Mesker* ne requiert pas un véritable tracé. Il suffit d'utiliser les plans pour tracer les différentes pièces de charpente : membrures, tableau et étrave. Le tracé du puits de dérive et celui du gouvernail pourront être faits directement sur ces éléments lors de la construction.

Travaillez avec précision à partir de repères bien perpendiculaires. Utilisez de préférence une règle plate métallique. Tracez avec un crayon de menuisier ou un stylo (type Bic). Quand on ne trace pas directement sur les pièces définitives, le support peut être peint en blanc pour une meilleure visibilité des traits. L'avantage de la construction à clin, c'est que le contour des membrures est constitué de segments de droites.

Faites le tracé des membrures sur un panneau de contreplaqué épais (minimum 15 mm), de 1,7 m de large pour 1 m de hauteur (**Plan 03**). Tracez d'abord l'axe vertical au milieu du panneau, puis des lignes de flottaison à 250, 350 et 450 mm du bord inférieur. On peut ainsi décaler les tracés pour plus de lisibilité. Faites un demi-tracé complet de chaque demi-couple à partir du **Plan 02**. Complétez avec un tracé des seuls contours extérieurs de l'autre bord pour permettre l'assemblage des couples qui doivent être bien symétriques avec la bonne ouverture.

FEUILLE DE DÉBIT DES PIÈCES EN BOIS MASSIF							
Rep.	Élément	Quant.	Ép.	Larg.	Long.	Bois	Observations
001	Membrure lamellée-collée	140	5	26	1 100	Acajou	En 10 à 12 plis selon équerrage.
002	Etrave lamellée-collée	12	6	42	1 600	Acajou	En 10 plis, 12 dans la partie inférieure.
003	Fausse-étrave lamellée-collée	4	6	56	1 300	Acajou	En 4 plis
005	Varangue	4	25	42	700	Chêne	
006	Varangue cloison 6	1	25	120	420	Chêne	
007	Varangue intermédiaire	6	25	35	700	Chêne	
010	Cloison arrière	15	14	90	300	Pin sylvestre ou maritime, acajou	Bouvetées
011	Cloison avant	9	14	90	350	Pin sylvestre ou maritime, acajou	Bouvetées
012	Flanc du puits de dérive	4	22	110	1 300	Acajou, chêne...	
015	Tasseau	1	25	25	3 000	Mélèze, pin d'Oregon, acajou, chêne...	Longueur totale
016	Barrot sous pontés	1	14	30	3 000	Mélèze, pin d'Oregon, acajou, chêne...	Longueur totale
017	Montant puits de dérive	2	30	50	500	Acajou, chêne...	
020	Serre des bancs	2	18	50	4 300	Mélèze, pin d'Oregon, acajou...	
021	Courbe d'étambot	1	25	120	350	Chêne, acajou	
022	Emplanture de mât	1	25	160	200	Chêne	
023	Base pour tourelle de grand-voile	1	5	75	150	Chêne	
025	Dérive	5	22	50	1 000	Acajou, chêne...	
026	Safran	9	22	50	1 000	Acajou, chêne...	
027	Joue de gouvernail	2	15	140	400	Acajou, chêne...	
030	Sole axiale	1	22	240	3 700	Acajou	
031	Sole latérale	2	22	240	3 400	Acajou	
035	Galbord (Bordés 1)	2	14	400	4 300	Pin sylvestre ou maritime, acajou	
036	Bordé 2	2	14	370	4 400	Pin sylvestre ou maritime, acajou	
037	Bordé 3	2	14	320	4 500	Pin sylvestre ou maritime, acajou	
038	Bordé 4	2	14	250	4 600	Pin sylvestre ou maritime, acajou	
039	Bordé 5	2	14	250	4 700	Pin sylvestre ou maritime, acajou	
040	Tableau	6	22	100	1 200	Chêne, acajou	
041	Plat-bords	2	18	30	4 600	Chêne, acajou	
042	Liston	2	18	30	4 600	Chêne, acajou	
043	Doublete plat-bord (tolets)	4	18	30	400	Chêne, acajou	
044	Chapeau puits de dérive	1	22	84	1 300	Chêne, acajou	
045	Courbe de tableau	1	25	160	600	Chêne	Pour deux pièces
046	Courbe d'étrave (guirlande)	1	25	120	400	Chêne	En deux parties collées à l'axe
050	Banc de nage avant	1	20	250	1 300	Acajou, sapin rouge, pin d'Oregon	
051	Banc de nage arrière	1	20	200	1 500	Acajou, sapin rouge, pin d'Oregon	
052	Banc latéral	2	20	310	1 700	Acajou, sapin rouge, pin d'Oregon	
053	Ponté arrière	3	20	240	800	Acajou, sapin rouge, pin d'Oregon	
054	Ponté avant	5	16	165	900	Acajou, sapin rouge, pin d'Oregon	
055	Barrot ouvragé arrière	1	18	60	1 250	Chêne, sapelli	
056	Barrot ouvragé avant	1	18	60	750	Chêne, sapelli	
060	Barre	2	35	60	1 300	Chêne, sapelli	
061	Cale-pieds pour barreur	2	35	35	600	Chêne, sapelli	
062	Renfort de dérive	2	22	60	400	Acajou, chêne...	
063	Talon	1	30	125	1 000	Chêne	
064	Fausse-quille	1	20	70	2 700	Chêne	
065	Protection de sole	2	20	30	1 500	Chêne	
066	Taquet	8	25	40	200	Chêne	
067	Taquet sur bôme	2	20	30	150	Chêne	
070	Mât	2	40	80	4 400	Pin d'Oregon, Mélèze	
071	Bôme	1	50	50	3 100	Pin d'Oregon, Mélèze	
072	Vergue	1	50	50	2 900	Pin d'Oregon, Mélèze	
073	Tangon (option)	1	40	40	2 000	Pin d'Oregon, Mélèze	
080	Toletière	4	45	50	350	Chêne	
081	Massif aviron	4	22	35	440	Chêne	Pour 4 avirons
082	Planche d'usure avirons	4	10	50	240	Chêne	Pour 4 avirons
085	Aviron, fût	4	50	50	2 800	Sapin blanc du Nord	Pour 4 avirons
086	Aviron, pelle	8	32	36	1 200	Sapin blanc du Nord	Pour 4 avirons
090	Godille, fût (option)	1	50	50	3 100	Pin d'Oregon ou frêne	
091	Godille, pelle (option)	2	20	40	1 200	Pin d'Oregon ou frêne	

Les longueurs tiennent compte d'une marge d'extrémité, à la fois pour ajuster et pour enlever la partie qui aura séché.

Les épaisseurs et largeurs sont les échantillonnages des pièces débitées et rabotées.

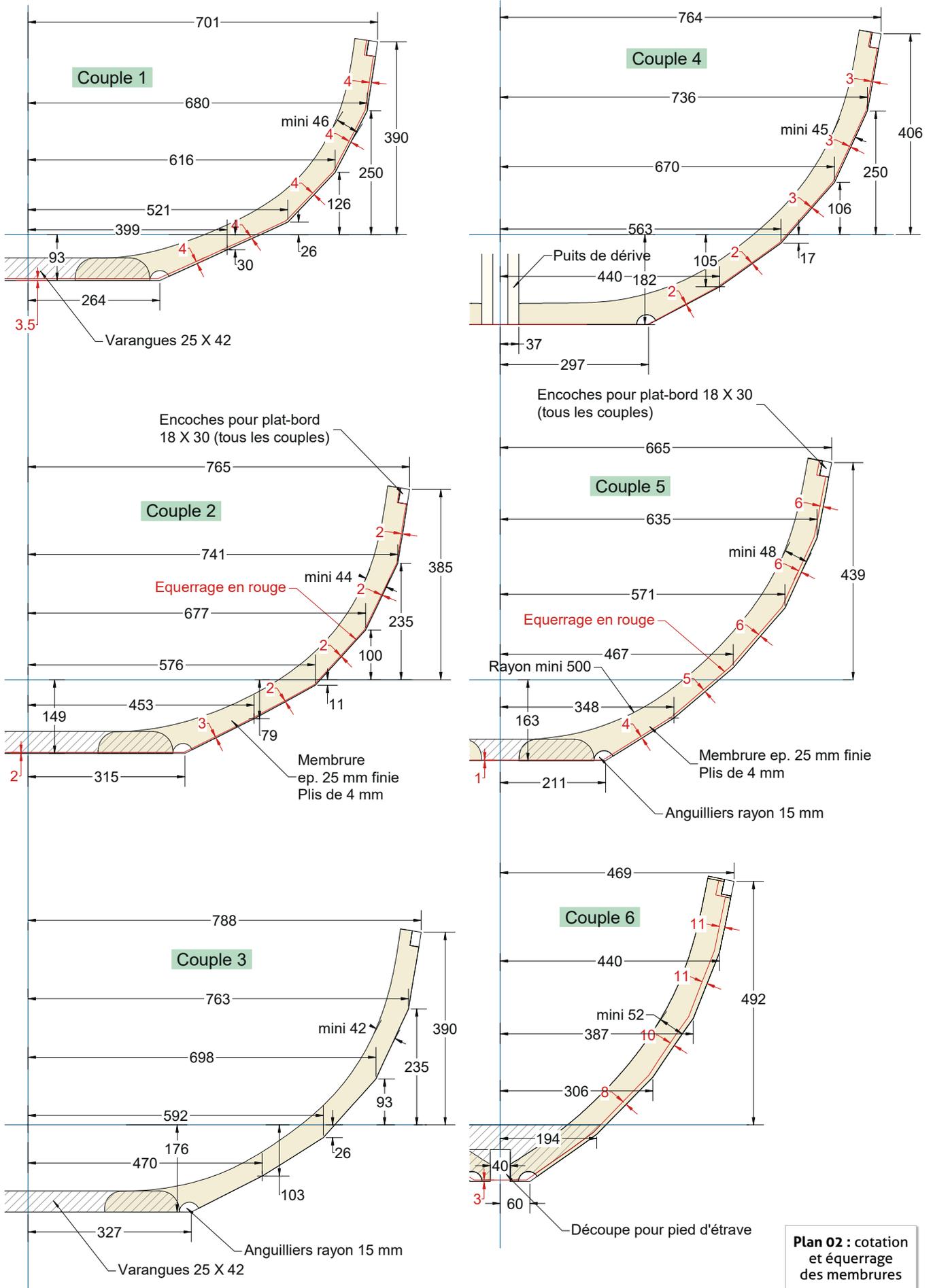
Malgré le soin apporté à ce document, il se peut que certaines pièces mineures soient manquantes.

Commentaires sur les bois utilisés :

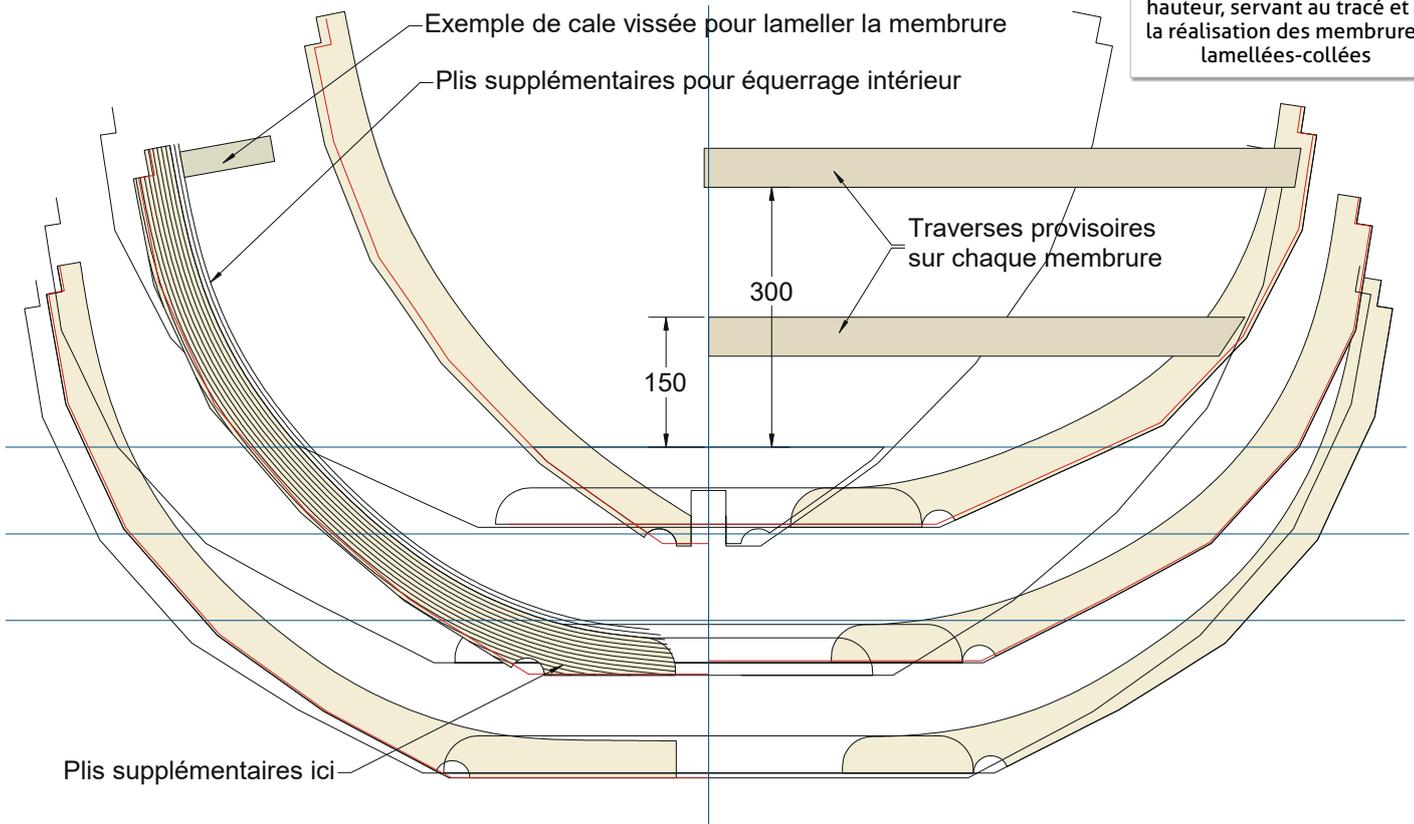
**Acajou** : tout bois rouge africain équivalent: sapelli, sipo, makoré...

**Chêne** : peut aussi être utilisé pour les pièces lamellées-collées (membres...) avec une colle appropriée.

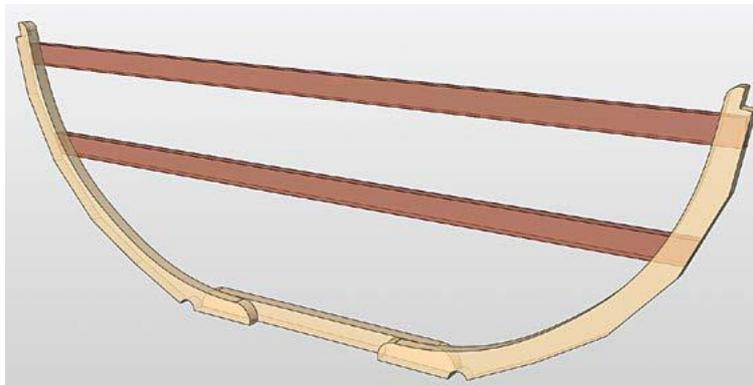
# Construire Mesker



**Plan 03** : panneau épais de 1,7 m de large pour 1 m de hauteur, servant au tracé et à la réalisation des membrures lamellées-collées



Une fois le tracé réalisé, on visse des **taquets** (cales) de bois le long de la face intérieure des membrures, y compris le complément pour équerrage, pour réaliser tour à tour chaque élément de membrure (voir page 30). La largeur minimale des membrures est de 42 mm, soit 9 plis de 5 mm. À cela, il faut ajouter des plis pour pouvoir découper au profil extérieur des membrures et d'autres pour tenir compte de l'équerrage (voyez le Plan 02). Après nettoyage et ponçage des faces, découpe du profil extérieur, coupe des extrémités, encoches pour recevoir le plat-bord, découpe des anguilliers, on procède à l'équerrage.



Membrure assemblée. Noter en tête de membrure les encoches pour recevoir le plat-bord et, en bas, les anguilliers qui permettent à l'eau de circuler dans les fonds. Deux traverses provisoires rigidifient l'ensemble et permettront la pose et le positionnement sur le chantier (voir plan du chantier). Attention à poser les vis du côté qui permettra le démontage une fois le bordé posé. Tracer l'axe et la ligne de flottaison pour avoir des repères de positionnement



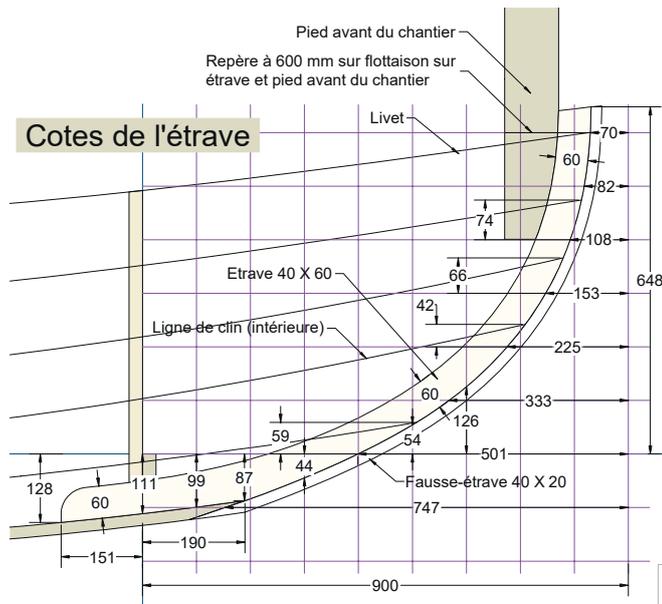
Taquets vissés sur le panneau support pour lameller les membrures

On utilise à nouveau le tracé pour assembler chaque membrure en trois éléments, les varangues étant de simples tasseaux. On appellera « couple » l'ensemble ainsi constitué. Les liaisons sont collées et vissées. Alternez le sens des vis. Pour la membrure à mi-longueur du puits de dérive, vissez une liaison provisoire. Ajoutez les traverses provisoires qui serviront à la pose sur le chantier (voyez le **Plan 03**).

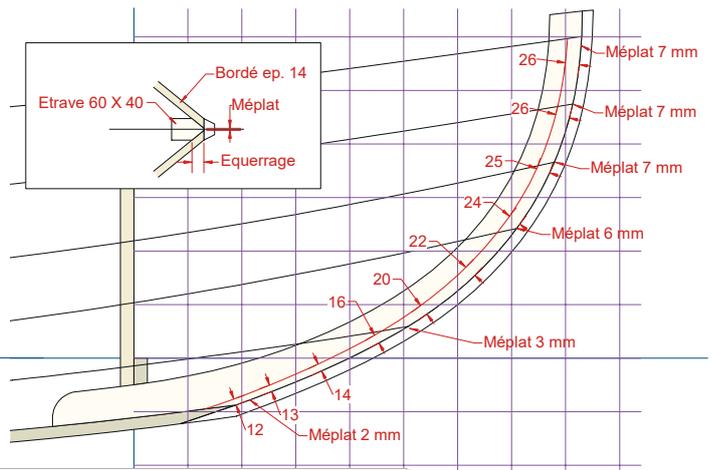


Membrures assemblées et posées sur le chantier de construction





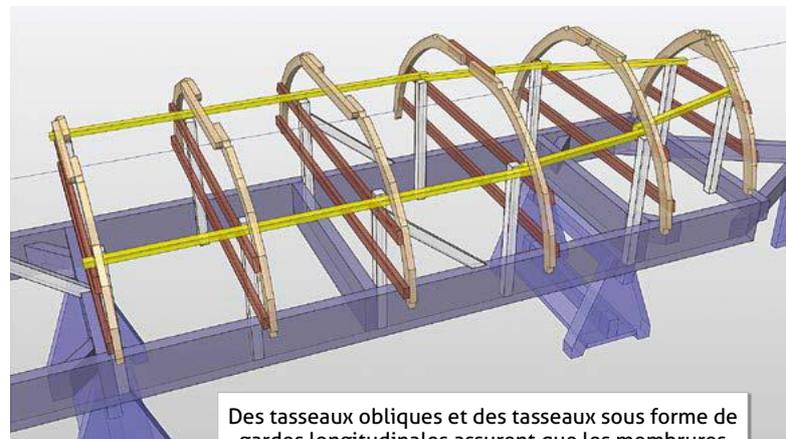
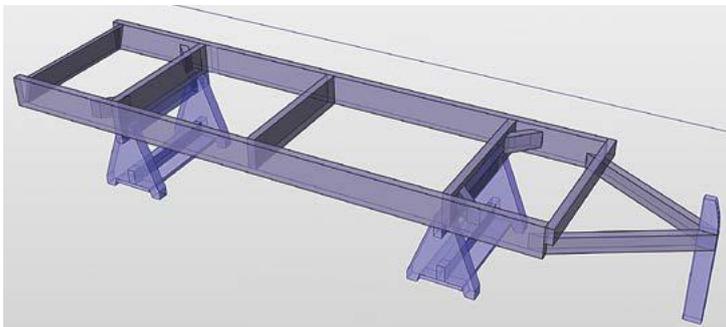
Equerrage de l'étrave



Plan 05 : cotation et équerrage de l'étrave

LE CHANTIER

La coque de Mesker se construit à l'envers sur un support à la fois bien rigide et plan sur lequel on peut monter la structure avec précision. À cette fin, on réalise un « mannequin » ou « chantier » de construction (voir schéma page suivante). Les plans et les photos ci-contre montrent le support fait par Skol ar Mor. Il est possible de le faire autrement, du moment que l'on respecte les cotes indiquées.

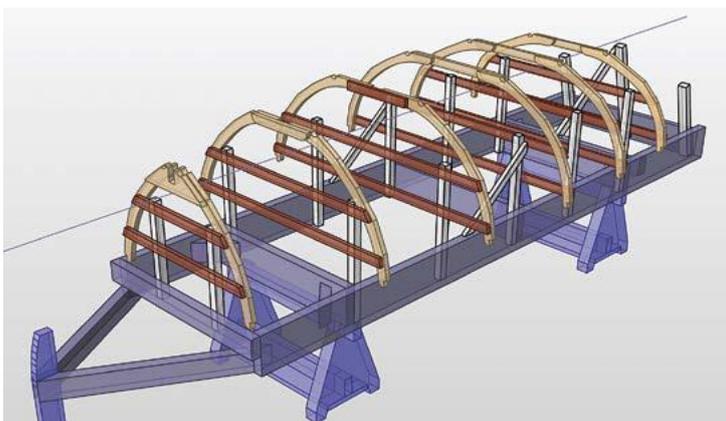


Des tasseaux obliques et des tasseaux sous forme de gardes longitudinales assurent que les membrures sont toutes bien verticales, avec l'intervalle requis

Le chantier est constitué d'un cadre rectangulaire réalisé au moyen de bastaings dégauchis et rabotés. Ce cadre repose sur des tréteaux robustes ou tout simplement des pieds boulonnés aux longerons. Des pièces obliques assurent l'orthogonalité du cadre. Pour ne pas gêner pendant la construction, il est préférable d'avoir une partie triangulaire à l'avant. Le pied avant sert à caler l'étrave.



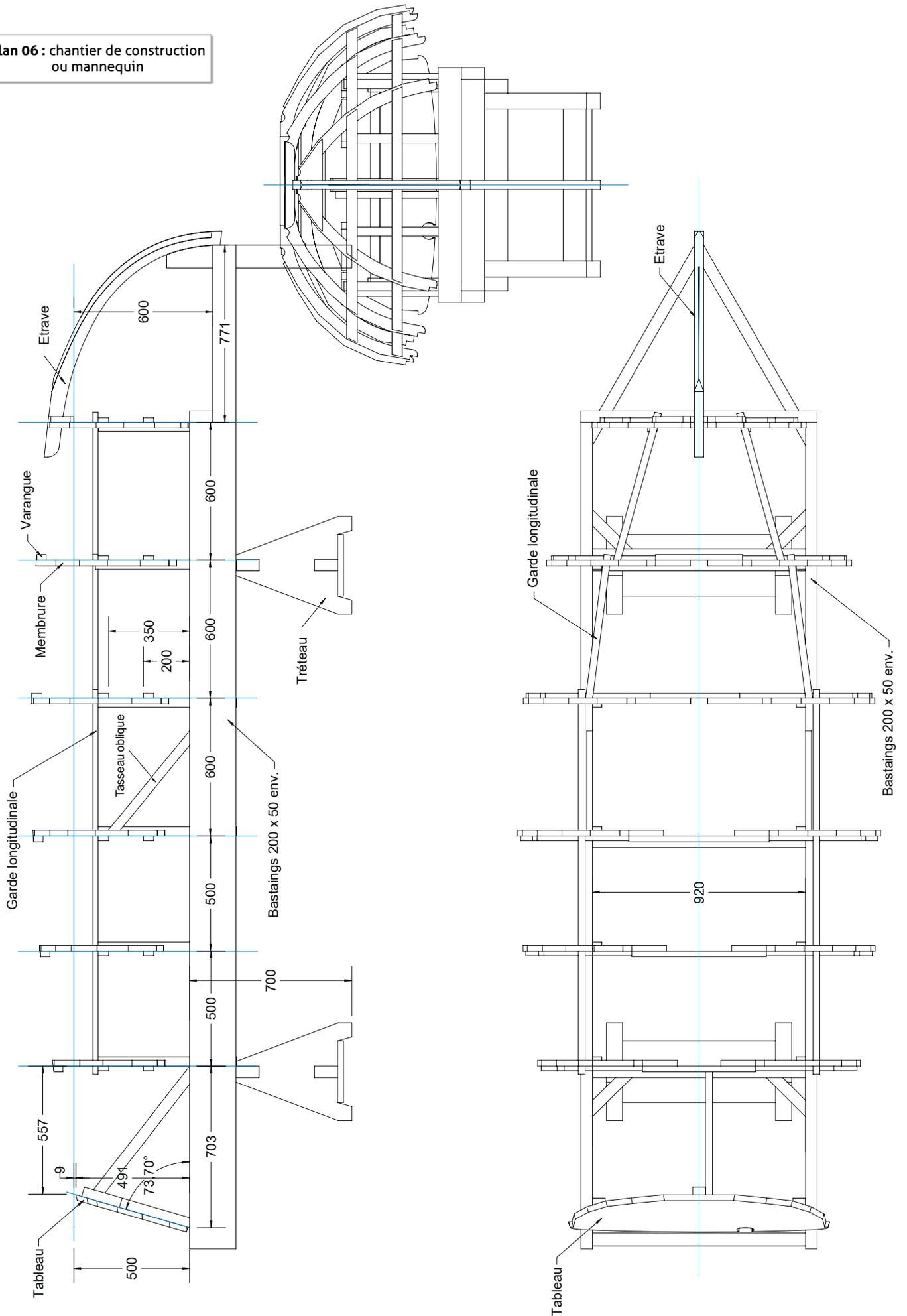
L'étrave repose sur le pied avant du chantier, avec un vissage provisoire, et la membrure 6, par collage. Vérifier la continuité du plan de pose de la sole qui vient tout recouvrir

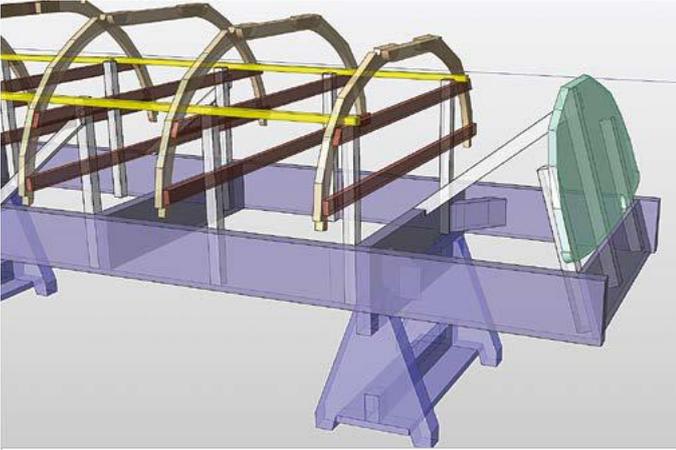


Les couples munis de leurs traverses provisoires sont placés et réglés sur le chantier aux emplacements (longueur et hauteur) indiqués sur le Plan 06 et bien dans l'axe

# Construire Mesker

**Plan 06 : chantier de construction ou mannequin**





Le tableau est vissé, par l'intérieur, aux supports prévus au mannequin. Les supports obliques définissent le plan intérieur du tableau. Le **Plan 06** (chantier) donne le positionnement vertical

## LA SOLE



Préparation des trois planches constituant la sole

La sole est le fond plat du bateau. Elle remplace la quille. Elle est assemblée au tableau à l'arrière, à l'étrave à l'avant. Sa largeur impose d'assembler plusieurs planches dans la largeur (trois avec le débit de bois que nous avons prévu). Son profil est donné par le **Plan 07**, plus loin.

On commence par assembler les trois planches à plat. Elles sont bouvetées, avec insertion de mastic **Ettan** et d'un coton à calfater (de 1,5 mm environ). L'Ettan est un produit traditionnel suédois à base de goudron de pin et de cire, très collant y compris en milieu humide. Laissez environ 1 mm de jeu en fond de rainure. Autrefois, on aurait simplement juxtaposé les planches ensuite calfatées.



Application d'Ettan. À droite on observe la bobine de coton à calfater



La sole est vissée dans les varanques, un grand serre-joint transversal maintenant l'assemblage. On pourra appliquer un joint d'Ettan sur les surfaces de contact



À l'avant, la sole est collée (mastic-colle polyuréthane) et vissée sur l'étrave. Même chose sur la base du tableau

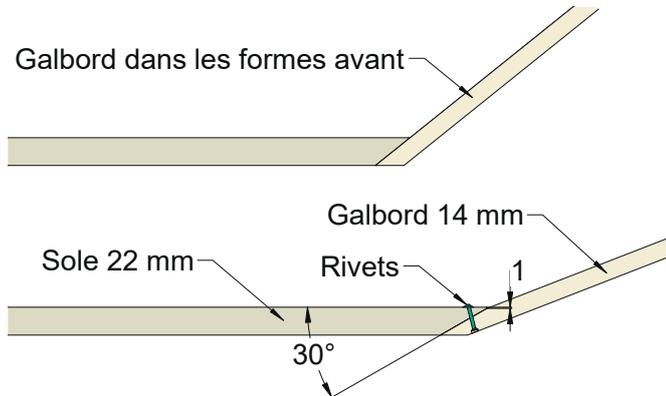
**Remarque :** on a tout intérêt à tracer la découpe pour la dérive et à réaliser cette découpe sur l'établi avant la pose définitive de la sole.



Tracé du contour extérieur de la sole

# Construire Mesker

La sole est équerrée sur sa périphérie avec un angle constant de 30° environ, sauf dans la zone avant où l'équerrage est moindre (voir figure).



Attention : dans les formes avant, l'équerrage est moindre, dicté par l'inclinaison du galbord

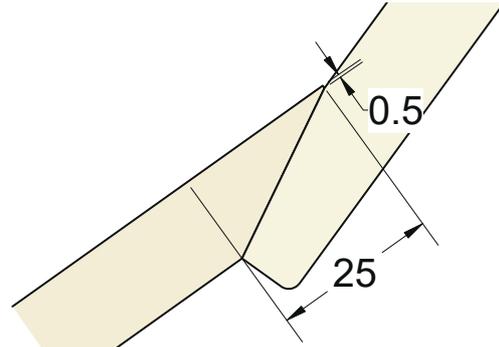
Notez que le puits de dérive vient s'insérer entre deux couples. Assurez-vous, lors de la pose de la sole, que l'espacement de ces couples est bien identique à la longueur du puits.



Cette vue de l'arrière, à un stade ultérieur du montage, montre l'équerrage de la sole sur laquelle le galbord vient s'ajuster. Le joint bouveté est bien visible, avec son fil de coton (tout petit point blanc !)

## POSE DU BORDÉ

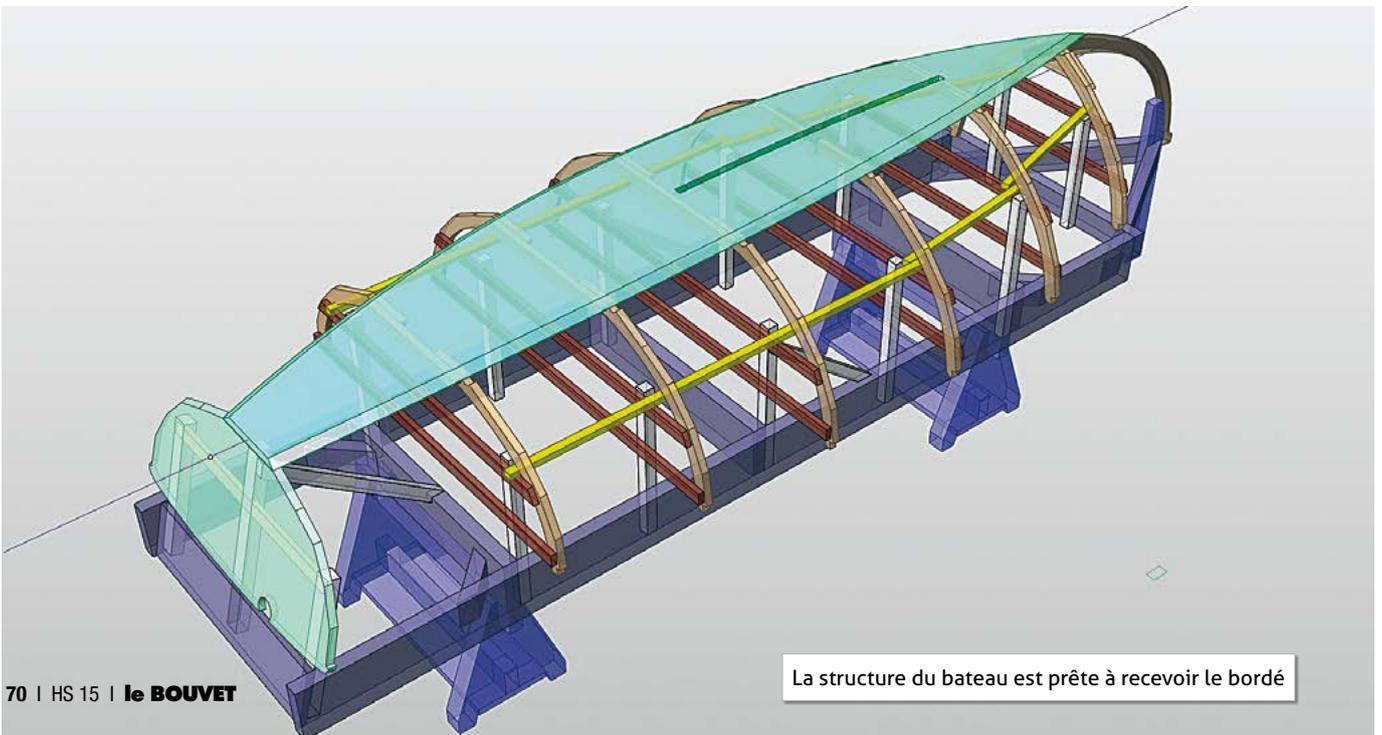
Le bordé est posé selon la méthode décrite en page 36 et suivantes. La méthode retenue est celle du double chanfrein, dont les cotes précises sont données sur le schéma page ci-contre. Chaque bordé doit donc d'abord être ajusté au précédent, puis ajusté si besoin en largeur et enfin chanfreiné pour recevoir le suivant. Grâce à la conception en 3D, le **Plan 07** permet de tracer directement le profil de chaque bordé et donc de se dispenser de tout brochetage. Les tracés prennent en compte une sur-longueur de 20 mm à chaque extrémité, mais donnent le tracé juste en largeur, y compris bien sûr le recouvrement des clins.



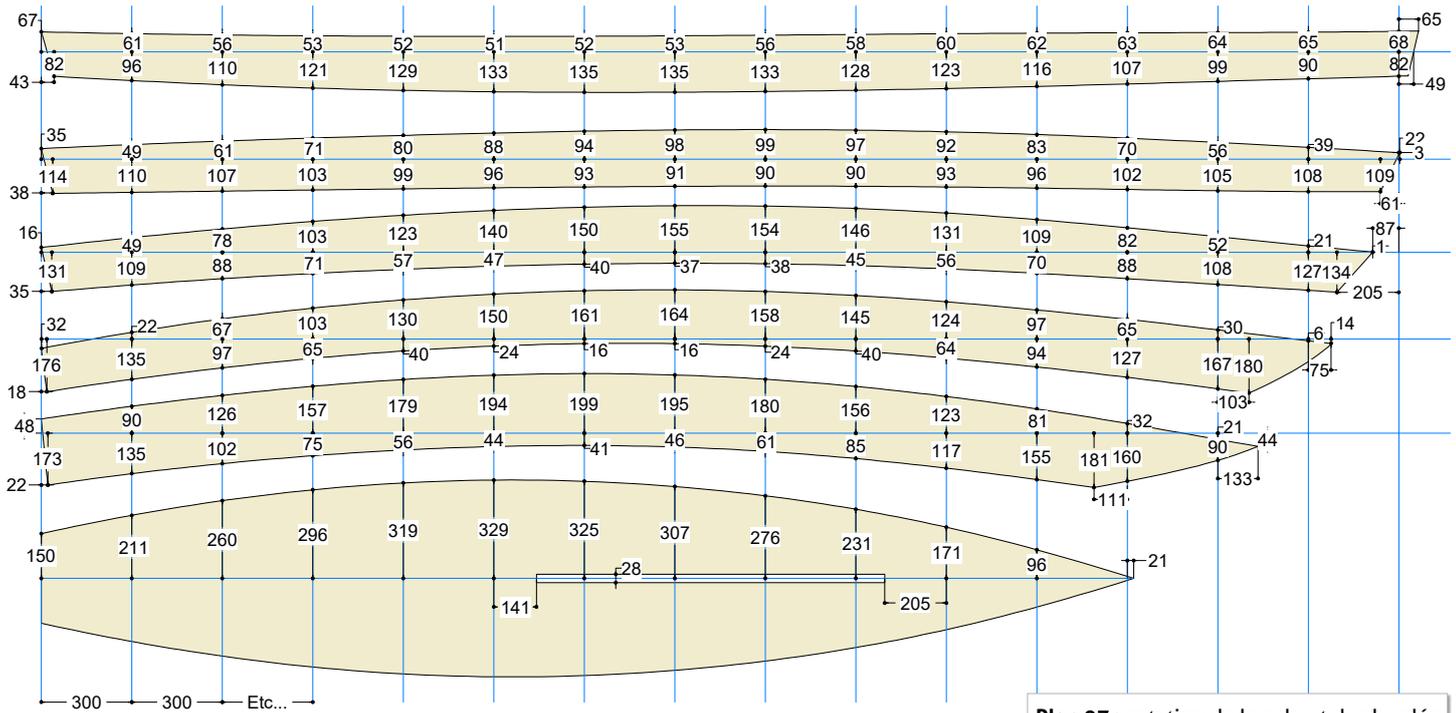
Détail du chanfrein à faire sur chaque bordé, pour le préparer à recevoir le suivant. Il est constant sur toute la longueur

**Remarque :** n'hésitez pas à couper avec un peu de marge, au moins pour le premier bordé posé, car la forme finale dépend de la qualité dimensionnelle des étapes précédentes de la construction. Il est plus facile d'enlever que d'ajouter ! Si votre plateau le permet, mieux vaut laisser une dizaine de cm de sur-longueur en arrière du tableau.

Les bordés sont ensuite vissés dans le tableau, les membrures et l'étrave, et rivetés au bordé précédent, y compris la sole. Posez un lit de mastic-colle polyuréthane sur l'ensemble des joints. C'est une solution moderne qui supprime tout problème d'étanchéité, même avec des ajustages imparfaits. Les rivets sont théoriquement espacés de 80 mm environ, mais on peut espacer plus avec le mastic-colle. Vous pouvez aussi recourir à l'Ettan dont l'utilisation est plus facile, mais requiert une bonne qualité d'ajustage.



La structure du bateau est prête à recevoir le bordé



Plan 07 : cotation de la sole et des bordés



La pose d'un bordé, surtout avec un mastic polyuréthane, requiert de nombreux canaps



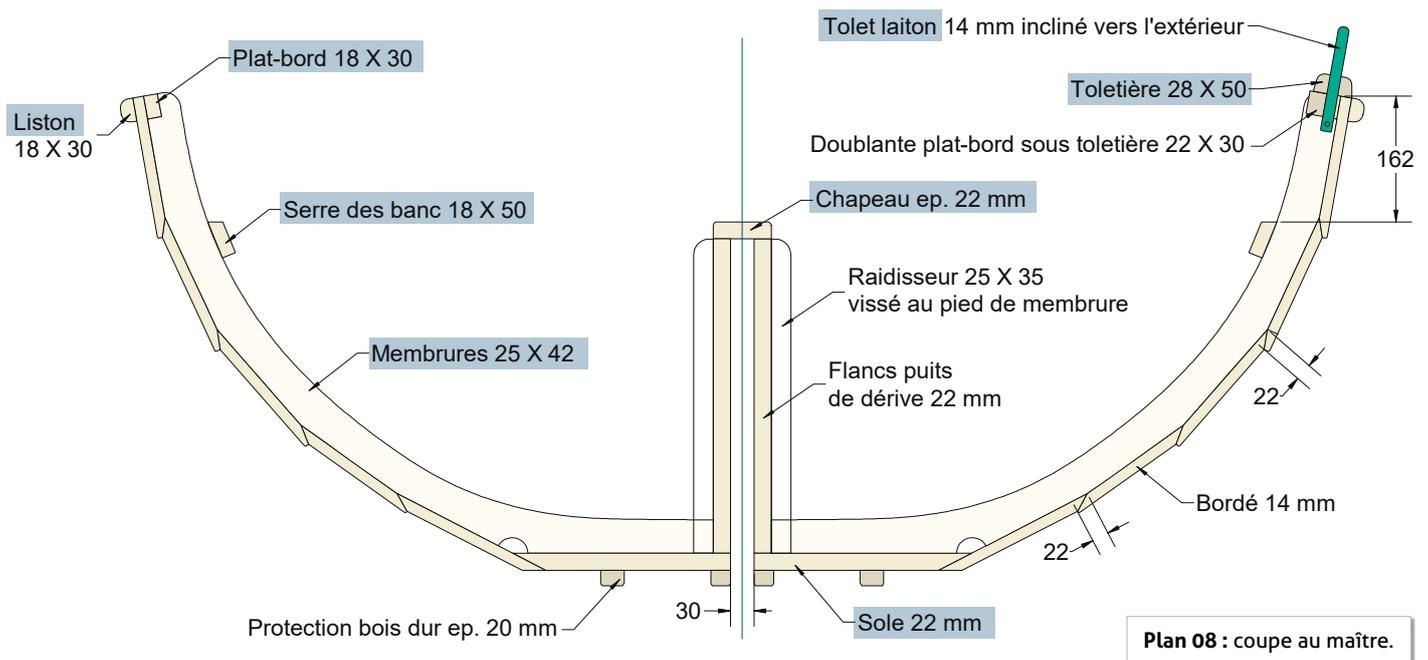
Il est préférable d'être à deux pour la pose des bordés

**Attention :** le mastic-colle est assez visqueux et polymérise vite. Bien préparer la pose à sec avec tous les perçages possibles faits d'avance et des repères de positionnement, y compris aux endroits où poser les vis et canaps pour bien fermer les joints. Être deux pour la pose, en travaillant à partir d'une extrémité et en appliquant le mastic progressivement. Des canaps en nombre suffisant aident à serrer rapidement les joints. Poser d'abord les vis dans les membrures, surtout celles proches du joint des bordés.

## FINITIONS EXTÉRIEURES DE LA COQUE

Le bordé est posé, mais il nous reste quelques opérations à faire avant de retourner la coque ! On commence avec la fausse-étrave (voyez le **Plan 05**). Sa face intérieure doit être travaillée en largeur pour recouvrir la face avant de l'étrave et les abouts de bordés. Sa face extérieure fera 14 mm environ, c'est-à-dire ce qu'il faut pour y visser une bande molle de protection. La fausse-étrave est vissée (par l'intérieur et/ou extérieur) et collée sur l'étrave et les abouts de bordés.

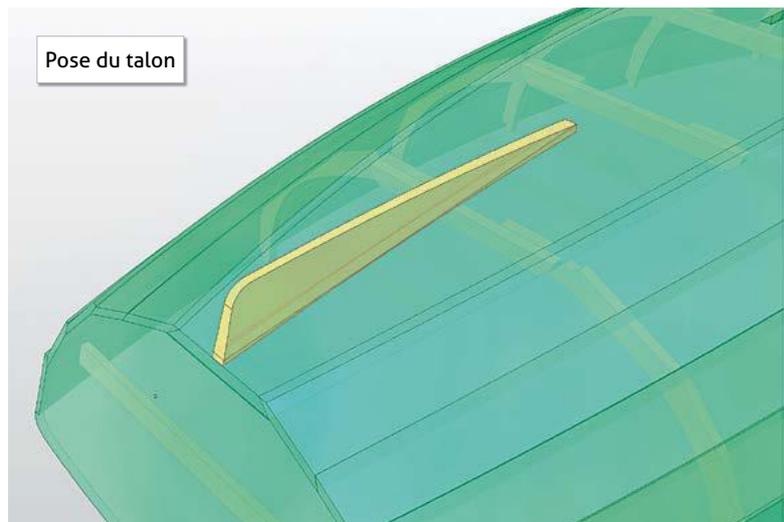
# Construire Mesker



Pose de la fausse-étrave



Pose du talon



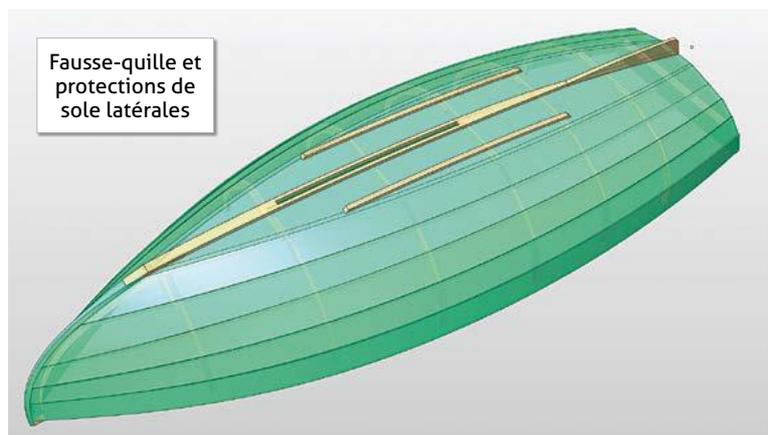
Posez ensuite le **talon**, dit aussi **aileron**, dont la fonction est de stabiliser la marche du bateau. Le talon est travaillé pour avoir sa pleine épaisseur au contact de la sole et une largeur réduite à son bord extérieur. Là aussi, on réduit à 22 mm environ pour la pose d'une bande-molle plus robuste : c'est sur le talon que repose le bateau lors des mises à l'eau. Le talon est vissé de l'intérieur, à travers la sole. Mais on pose aussi au moins un boulon qui traversera également la courbe d'étambot (qui ne sera posée qu'après retournement). À ce stade, ne fixez le talon qu'avec des vis provisoires.

Une fausse-quille prolonge le talon vers l'avant et vient recouvrir la fausse-étrave. Elle doit être découpée pour le passage de la dérive (attention : uniquement le passage de dérive, mais recouvrir l'extrémité basse des montants du puits). Cette fausse-quille est simplement vissée dans la sole, ce qui facilitera un remplacement éventuel pour usure. Peindre les surfaces en contact avec un primaire pour bois avant de visser : ceci est une règle générale dès qu'il n'y a ni colle, ni mastic.

**Attention** : la pose définitive ne se fait qu'après la mise en place du puits de dérive. Si tout est bien préparé, on pourra procéder aux fixations définitives sans retourner la coque à nouveau.

De la même façon, on pose des protections de sole latérales comme montré sur les figures.

Fausse-quille et protections de sole latérales



Des bandes-molles sont vissées pour une meilleure protection :

- sur l'étrave, prolongée jusqu'au puits de dérive à l'axe, en demi-rond de 12 mm environ ;
- sur le talon, en plat de 20 mm de largeur.

Le terme « bande-molle » est un peu trompeur, car il s'agit de demi-rond ou de plat métallique (laiton, bronze ou inox).



La bande-molle d'étrave est interrompue pour un piton servant à treuiller le bateau sur sa remorque (voir position sur la photo en page 87)

ront recouvertes par le plat-bord. Collez ensuite le plat-bord, qui doit être ajusté à ses deux extrémités. Ajustez si besoin les encoches prévues dans les têtes de membrures. Si vous avez besoin de mettre des vis, il est alors préférable de recouvrir les têtes par des tapons.

Les angles seront arrondis, mais attention : pas avant d'avoir posé les courbes et doublantes de **toletières** (renforts du plat bord recevant les avirons). À l'avant, une courbe relie les deux plats-bords, c'est la **guirlande**. Elle est collée et on y perce un trou de 16 mm bien pratique pour amarrer le bateau.



Vue de la tête d'étrave, avec la guirlande et l'extrémité avant du liston, venant mourir sur la fausse-étrave

## RETOURNEMENT

Voilà venu le moment de retourner la coque ! C'est l'occasion d'inviter quelques amis pour donner un coup de main. Agissez avec méthode, en fonction de l'espace disponible. Une fois le bateau à l'endroit, vérifiez que la coque n'est pas trévirée : poser deux tasseaux transversalement, un à l'avant, un à l'arrière et assurez-vous à l'œil qu'ils sont bien dans le même plan.



Après retournement, le bateau est posé sur les deux tréteaux

## PLAT-BORD, LISTON, COURBE D'ÉTAMBOT

Nous allons maintenant poser le **plat-bord**, qui est à l'intérieur de la préceinte (bordé du haut), ainsi que le **liston**, qui est à l'extérieur. Ces éléments sont collés à la préceinte, surtout si on envisage une finition vernie (voir plan page suivante).

Commencez par le liston. Les pièces encollées étant glissantes, mettez quelques vis de l'intérieur. Les têtes de vis se-



Aux emplacements indiqués sur le plan d'ensemble, poser des doublantes de plat-bord. Cela donnera un complément de surface pour poser les toletières

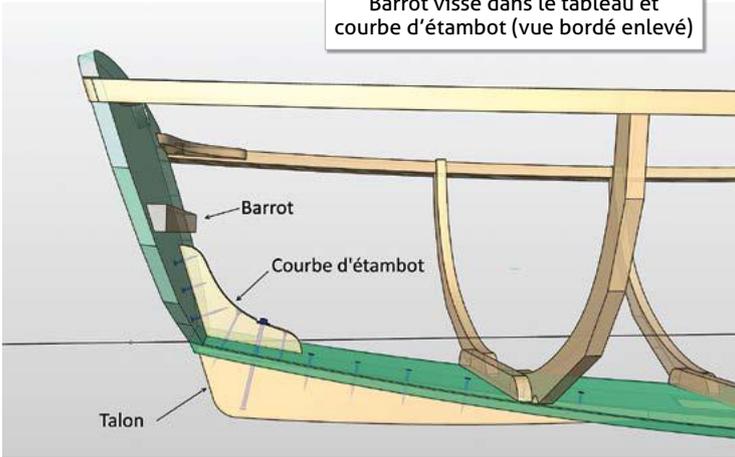
Enfin on façonne la tête de tableau, on pose le barrot vissé au tableau et la courbe d'étambot qui renforce la liaison entre la sole et le tableau. On finalise la fixation de l'aileron et de la courbe avec un ou deux boulons.



Courbe de tableau : notez qu'elle est légèrement ascendante le long du tableau, simplement car c'est plus agréable à l'œil. On y perce aussi un trou de 12 mm pour la pantoire d'écoute de grand-voile (voir plus loin)

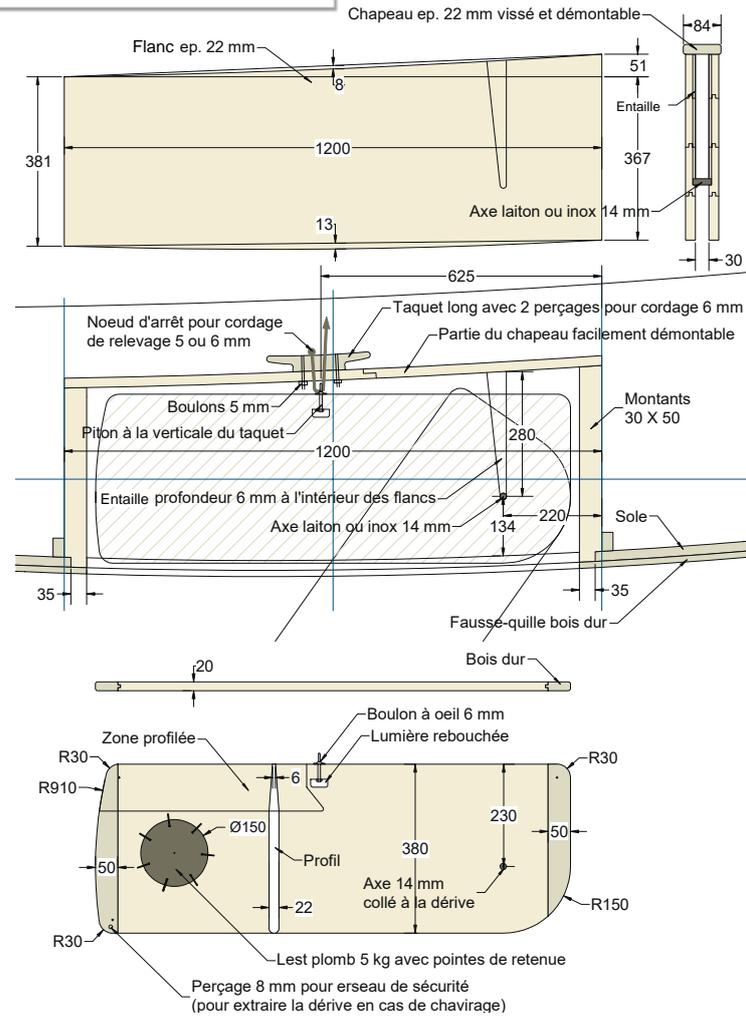


Barrot vissé dans le tableau et courbe d'étambot (vue bordé enlevé)



Le diamètre intérieur du trou de godille, garni de son cuir, est de 72 mm. Il est placé à 200 mm de l'axe du bateau. Noter la pantoire, nouée sous la courbe, et le pontet qui permet de maintenir le mât dans le trou de godille lors du remorquage routier

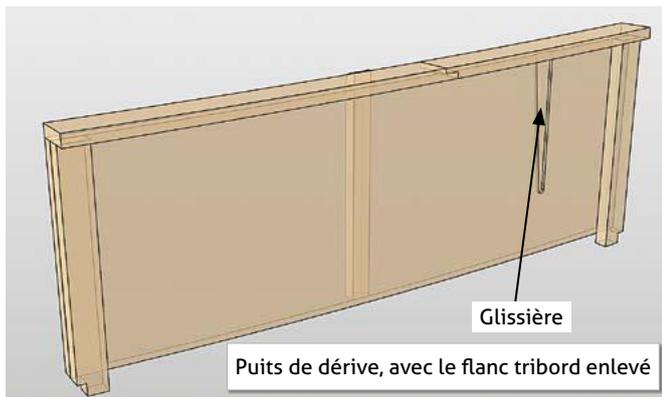
Plan 10 : puits de dérive et dérive



Lors du montage, placer des entretoises à l'intérieur pour éviter que le puits ne se resserre, au risque de bloquer la dérive en navigation. Le puits est vissé à travers la sole sur un lit de mastic-colle. À faire très soigneusement pour assurer l'étanchéité de la liaison avec la sole.

La dérive est également réalisée avec des planches bouvetées. Des pièces d'extrémité en bois dur en assurent la planéité. Attention à ce qu'elle soit bien droite pour ne pas se coincer dans le puits.

## PUITS DE DÉRIVE ET DÉRIVE



Le puits de dérive est réalisé conformément aux plans avec des flancs réalisés en planches bouvetées, comme pour le tableau. Notez que les montants reçoivent une encoche qui permet de caler en hauteur le puits sur la sole. Des « glissières » (entailles profilées) sont usinées sur les faces intérieures des flancs, pour y glisser l'axe de dérive, supprimant ainsi tout problème d'étanchéité. La partie avant du chapeau du puits de dérive est amovible avec quelques vis, ce qui permet d'insérer ou enlever la dérive à flot (elle doit être verticale) par le haut.



La dérive est lestée avec du plomb que l'on coule dans une découpe garnie de pointes ou de vis. Une vieille casserole sur un bon feu fait l'affaire ! Il est conseillé de travailler en extérieur pour ne pas respirer les vapeurs dégagées

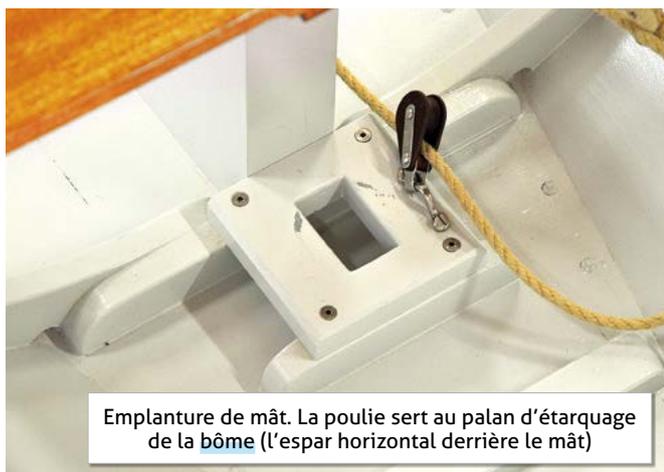
## STRUCTURE INTÉRIEURE

Des varangues intermédiaires sont vissées dans la sole. Elles renforcent cette dernière et servent aussi de cale-pied quand on utilise les avirons. Sans cale-pied, on manque de puissance et d'endurance. Si vous avez l'intention de pratiquer régulièrement l'aviron, vous pouvez même ajouter des varangues aux emplacements ajustés aux longueurs de jambe de l'équipage.



À l'usage, j'ai remarqué que le barreur manque de stabilité à la gîte. Le banc du bord opposé est trop loin pour y caler ses pieds. C'est pourquoi j'ai prévu des cale-pieds longitudinaux vissés dans les varangues, en arrière du banc de nage milieu.

On ajoute aussi une petite varangue sur l'avant du puits de dérive, sur laquelle sera vissée l'emplanture de mât, c'est-à-dire une planchette de bois dur et solide dans laquelle est pratiquée une mortaise pour y placer le pied de mât. On aura intérêt à ne façonner cette mortaise qu'au moment d'une présentation du mât pour régler sa quête (légère inclinaison vers l'arrière par rapport à la verticale, indiquée sur le plan de voile).



La sole est percée à l'emplacement du nable, orifice muni d'un bouchon servant à vider l'eau (de mer ou de pluie) accumulée dans le bateau quand il est à terre. Le modèle proposé a l'avantage d'un assez grand diamètre. On aura intérêt à protéger ce trou avec de la résine époxy. Le nable est à positionner de préférence à une extrémité du bateau, par exemple juste en avant de la cloison arrière, sur un côté de la sole. Ainsi, il suffit d'incliner le bateau pour vider efficacement, ce qui est souhaitable quand on lave à grand eau.

Il nous reste à poser les serres de bancs, dites aussi serres-bauquières. Leur fonction principale est de recevoir les bancs et pontés d'extrémité. Elles sont aussi très pratiques pour fixer les amarres, les défenses (qu'on appelle improprement pare-battages), les avirons, et diverses petites choses. Elles sont solidement vissées dans les membrures. La face supérieure est équerrée à l'horizontale et le plan ainsi formé doit être à la même hauteur que le chapeau du puits de dérive. La pose des serres-bauquières n'est pas si facile car il y a une double courbure et il n'est pas facile de les tenir en place. Quelques mains supplémentaires sont appréciables.



## Caissons de flottabilité

Il y a un caisson à chaque extrémité du bateau, délimité par une cloison constituée de pièces verticales bouvetées. On peut aussi utiliser du contreplaqué « marine » de 9 mm rainuré sur sa face visible pour donner l'aspect d'une cloison à l'ancienne. Le volume est de 150 litres à l'arrière et 80 litres à l'avant. Ces caissons sont remplis de polystyrène extrudé acheté en plaques et découpé avec une scie égoïne en remplissant le volume le mieux possible. Ces panneaux sont vendus pour l'isolation dans le bâtiment. Vérifiez qu'ils sont à cellules fermées, c'est-à-dire que l'eau n'y pénètre pas.



**Attention :** l'approbation de votre bateau suppose le respect des volumes de flottabilité représentés sur les plans. Il est conseillé de prendre des photos de la mousse avant de refermer les caissons. Cela peut faciliter les démarches d'homologation du bateau.

## Bancs et pontés



Des gabarits en bois léger permettent de définir le profil des bancs



Les bancs latéraux sont assemblés à mi-bois (sur 40 mm) sur le banc de nage principal. Liaison par trois vis ou même boulons. Noter le chanfrein sur la face inférieure des bancs pour en alléger la silhouette



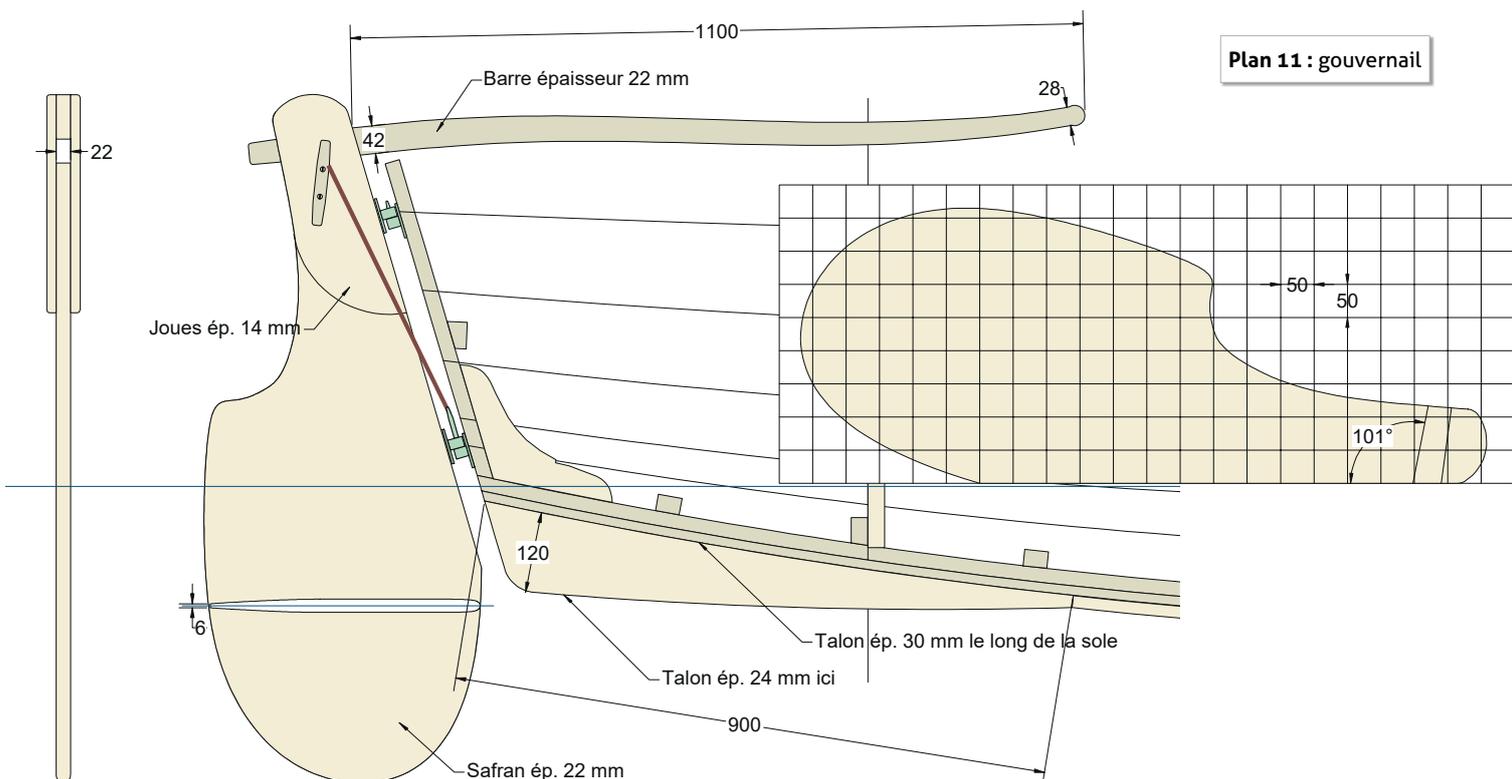
Banc de mât avec le cuir de protection et le trou au premier plan pour un cordage de voile (étarquage de bôme). Le trou de godille est muni d'un cuir sur le même principe

Découpez les bancs avec soin, comme indiqué sur les plans, figures et photos. Fixez-les ensuite par des vis en inox, ou idéalement en bronze. Cela permettra leur démontage. Pour éviter de multiplier les vis, on peut fixer sous les bancs et pontés des barrots vissés par en-dessous. On constitue ainsi des ensembles montés comme un seul élément.

En raison de la structure robuste de *Mesker*, il n'y a pas de courbe de banc.

## GOVERNAIL

Nous avons fait le choix d'un gouvernail fixe, c'est-à-dire à safran non relevable, tout en utilisant un dispositif (petit cordage fixé à l'aiguillot inférieur, l'aiguillot étant la partie mâle



# Construire Mesker

de la ferrure d'un gouvernail) qui permet de mettre en place facilement le gouvernail quand le bateau est à flot, même avec une mer agitée ! Une fois en place, le cordage est tourné sur un petit taquet vissé sur un côté du gouvernail. On évite ainsi de perdre le gouvernail en cas de touché avec le fond ou de chavirage. C'est une solution simple qui impose seulement d'enlever le gouvernail juste avant d'aborder une grève.



Le petit cordage traverse le fémelot inférieur (partie femelle de la ferrure d'un gouvernail) pour guider le gouvernail dans l'aiguillot inférieur. Il se tourne sur le taquet, ce qui l'empêche de sortir. Pensez à libérer le cordage lors d'une arrivée de plage

**Note :** dans les documents en téléchargement, je présente aussi un dispositif de frein de barre qui est bien utile quand on marche à l'aviron sans barreur et qui, sous voile, donne plus de liberté au barreur pour lâcher la barre quand il en a besoin. On a constaté que c'est aussi pratique lors des virements de bord.



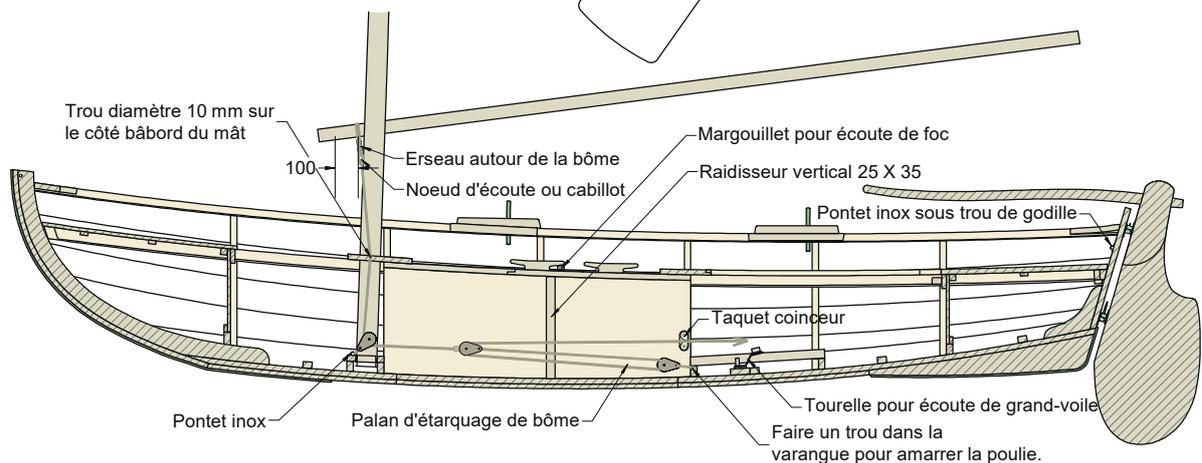
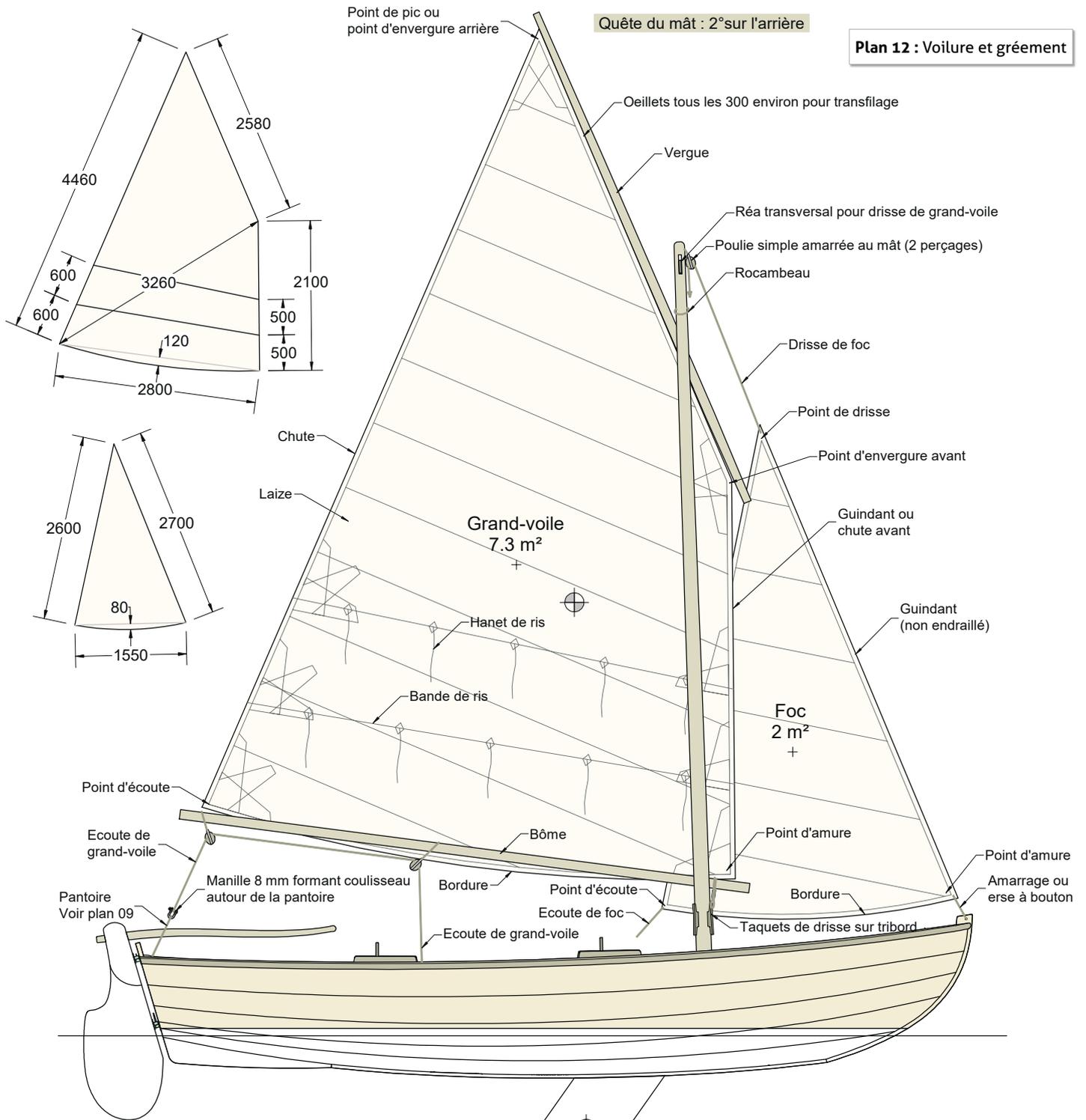
Détail de l'aiguillot inférieur avec le petit cordage ici épissé

## GRÉEMENT

Mesker est ce qu'on appelle aujourd'hui un « voile-aviron », c'est-à-dire un bateau pouvant être propulsé par ses voiles, par les avirons, et si on le souhaite par un petit moteur hors-bord. **La particularité du gréement d'un voile-aviron est d'être facilement démontable.** Le mât est court et non haubané. Il est possible, en navigation, d'enlever le mât ou de le dresser. C'est même conseillé si on doit remonter à l'aviron contre le vent. Le mât posé dans le bateau réduit très sensiblement la résistance due au vent.

Mesker sous voile dans le golfe du Morbihan





# Construire *Mesker*



Détail de voile en Clipper Canvas avec un bel aspect qui fait penser à des fibres naturelles.

Nous avons choisi le gréement dit « de sloup au tiers ». La grand-voile est une voile « au tiers », c'est-à-dire une voile quadrangulaire, avec une vergue suspendue au tiers de sa longueur (en fait un peu moins), d'où son nom ! La bôme reste sur le côté du mât, sans articulation. Ainsi on peut transporter la voile roulée, la bôme et la vergue comme un ensemble. À l'avant, on hisse un foc qui est libre (c'est-à-dire non endraillé sur un étai comme c'est courant sur un voilier moderne).

## Mât et espars

Les mâts et espars (bôme et vergue) de *Mesker* peuvent être réalisés soit en une seule pièce de bois massif, soit en lamellé-collé. La première solution sera adoptée chaque fois que l'on dispose d'un bois de suffisamment belle qualité : pas ou peu

de nœuds ; débit et séchage écartant le risque de déformation de l'esper. Sinon on peut coller plusieurs plis en suivant les recommandations des pages 18 et 39. Il est aussi possible de faire un mât creux pour gagner du poids, mais cela se justifie peu pour un bateau de la taille de *Mesker*. Par défaut, la nomenclature de bois massif prévoit un mât en deux plis, ce qui permet de réaliser facilement la mortaise du réa de drisse. Voir page 49 pour la pose de l'axe du réa.

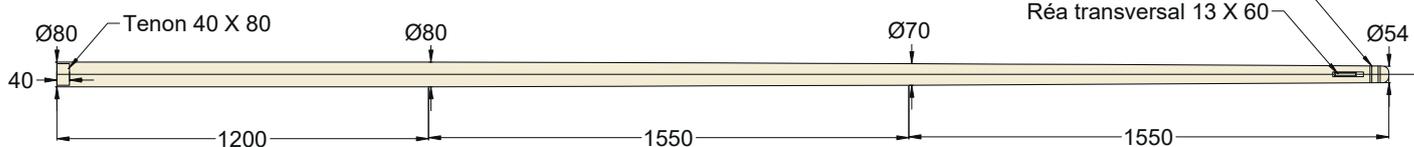
## Voiles

Les voiles sont à commander à un voilier, en lui remettant une copie du plan de voilure qui lui permettra de faire un devis. Il existe plusieurs types de tissus parmi lesquels il vous faut choisir :

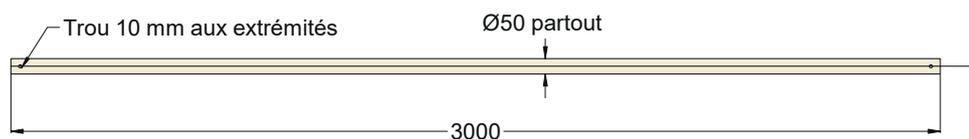
- **Toile à voile moderne et courante en polyester de couleur blanche.** Choisir un grammage aussi faible que possible car ces tissus sont fortement imprégnés de résine, pour les rendre peu déformables : 130 g/m<sup>2</sup>.
- **Toile à voile moderne de couleur écru ou ocre rouge.** Cela donne un caractère plus traditionnel au bateau. Ces tissus sont en général un peu moins imprégnés, mais le grammage minimal est plus élevé, 170 g/m<sup>2</sup> environ. Éviter les couleurs ocre rouge sombre qui ont un aspect brillant peu esthétique.
- **Toile en polyester à fibres discontinues.** Elle a un aspect proche du coton. On la trouve commercialisée sous les marques Oceanus (North Sails) ou Clipper-Canvas. C'est le choix fait sur le prototype du *Mesker* en photo sur ce hors-série. La couleur est écru ou ocre. Ces voiles sont très belles et agréables à manipuler, le seul regret étant un grammage fort (environ 300 g/m<sup>2</sup>).

Plan 13 : Mât et espars

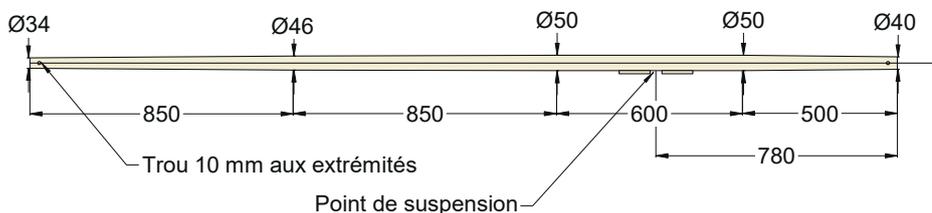
### Mât, longueur 4.3 m



### Bôme, longueur 3 m



### Vergue, longueur 2.8 m



Grand-voile et sa vergue



Palan d'étarquage de la bôme le long du puits de dérive. Il est très important pour une voile au tiers de hisser la vergue à bloc et ensuite d'étarquer par le bas pour supprimer les plis dans la voile. Le palan doit être réglé en fonction de l'allure et de la force du vent

## Accastillage et gréement

Le tableau page ci-après donne la liste des pièces d'accastillage et des cordages nécessaires. Une image de chaque élément facilite la compréhension, d'autant qu'il existe parfois des termes différents pour la même pièce. La liste représente ce qui me paraît le meilleur choix pour naviguer en sécurité et bien tirer parti du bateau. Le tableau, le plan de voilure, le plan d'ensemble également, permettent de comprendre les emplacements et l'utilisation de chaque pièce.



Pied de mât avec la poulie de retour du cordage permettant d'étarquer la bôme



Le point d'amure du foc est fixé à l'étrave par un amarrage ou, mieux, par une erse à bouton, dite aussi manille textile, en Dyneema (fibre de polyéthylène ultra résistante). On trouve sur Internet des vidéos montrant comment faire

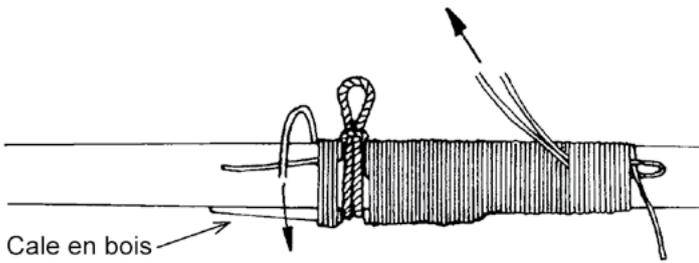


Un margouillet de chaque bord sert à l'écoute de foc. Il est ligaturé à la serre des bancs pour permettre de modifier sa position (donc ne pas percer la serre comme sur cet exemple!). Voir Plan 09 pour sa position

# Construire Mesker

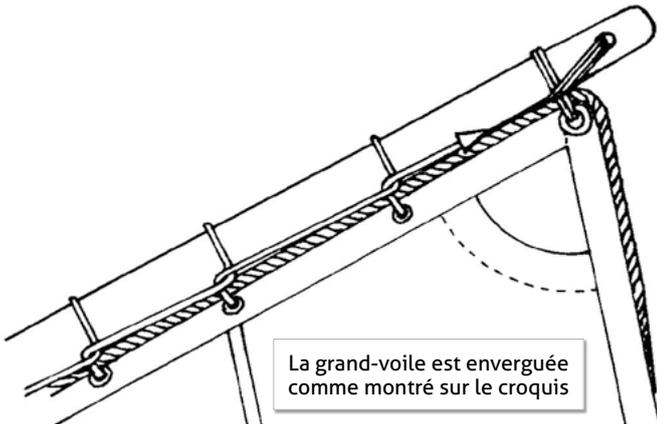
## Liste d'accastillage

<p>Aiguillet inférieur bronze (vendu par « À l'abordage »).</p>		<p>Tourelle de grand-voile avec coinneur, pour écoute 8 mm.</p>	
<p>Aiguillet supérieur bronze (vendu par « À l'abordage »).</p>		<p>2 poulies simples céloron Hye (réa 35 mm), pour palan d'éтарыage de bôme.</p>	
<p>2 fémelots bronze (vendu par « À l'abordage »).</p>		<p>Poulie à ringot céloron Hye (réa 35 mm), pour palan d'éтарыage de bôme.</p>	
<p>Rocambeau bronze ou acier galvanisé. Diamètre intérieur 90 à 100 mm (mât de 80).</p>		<p>Taquet coinneur pour palan d'éтарыage de bôme (cordage 8 mm)</p>	
<p>7 taquets frêne 175 mm environ. 1 petit taquet 100 mm environ sur le côté du gouvernail.</p>		<p>Bouchon de nable à expansion, diamètre 22 mm minimum.</p>	
<p>Pitons à œil 6 mm, sur étrave.</p>		<p>Poulie inox à plaquer pour cordage 6 mm en extrémité de bôme.</p>	
<p>3 pontets inox, petit modèle. Dispositif de frein de barre. 1 pontet inox pour vis 5 mm pour poulie d'amure en pied de mât, intérieur tableau sous trou de godille.</p>		<p>3 clamcleats à ouverture latérale (2 gauche et 1 droit).</p>	
<p>1 m rond bronze ou laiton diamètre 14 mm pour tolets de nage et l'axe de dérive.</p>		<p>2 manilles diamètre 5 mm. 1 manille diamètre 8 mm autour de la pantoire de grand-voile.</p>	
<p>2 m demi-rond laiton 6 x 12 environ pour bande molle avant.</p>		<p>20 m tresse ou cordage polyester écri 8 mm : drisse de grand-voile (9), drisse de foc (9), éтарыage bôme (2).</p>	
<p>1 m plat ou demi-ovale laiton 5 x 20 environ pour bande molle arrière.</p>		<p>30 m cordage / tresse polypropylène écri 8 mm : écoute de grand-voile (10), écoute de foc (8), pantoire de grand-voile (2), palan d'éтарыage de bôme (4).</p>	
<p>Réa de drisse céloron épaisseur 13 mm, diamètre 60. Axe inox adapté.</p>		<p>20 m cordage / tresse polypropylène écri 5 mm : palan de bôme, bosses de ris, relevage dérive...</p>	
<p>2 margouillots pour cordage 8 mm (écoute de foc). Voir emplacement sur Plan 09.</p>		<p>15 m cordage / tresse polypropylène écri 4 mm : laçage grand-voile sur vergue, cordage de gouvernail.</p>	
<p>3 poulies havraises pour cordage 8 mm (ou poulies céloron) pour écoute de grand-voile et drisse de foc.</p>		<p>50 m tresse 3 mm, de préférence marron, pour fourrures et laçages : vergue, rocambeau, avirons...</p>	



Cale en bois

Le point de suspension de la vergue est réalisé avec deux petites cales de bois ligaturées à la vergue. Cela permet de déplacer le point de suspension s'il ne donne pas satisfaction



La grand-voile est enverguée comme montré sur le croquis



Il est très important de bien étarquer une voile au tiers pour éviter ce pli disgracieux et préjudiciable à une bonne marche. Hisser la voile bien à bloc en tête de mât et ensuite tirer très fort sur le palan le long du puits de dérive.

## DES AMÉNAGEMENTS SONT POSSIBLES

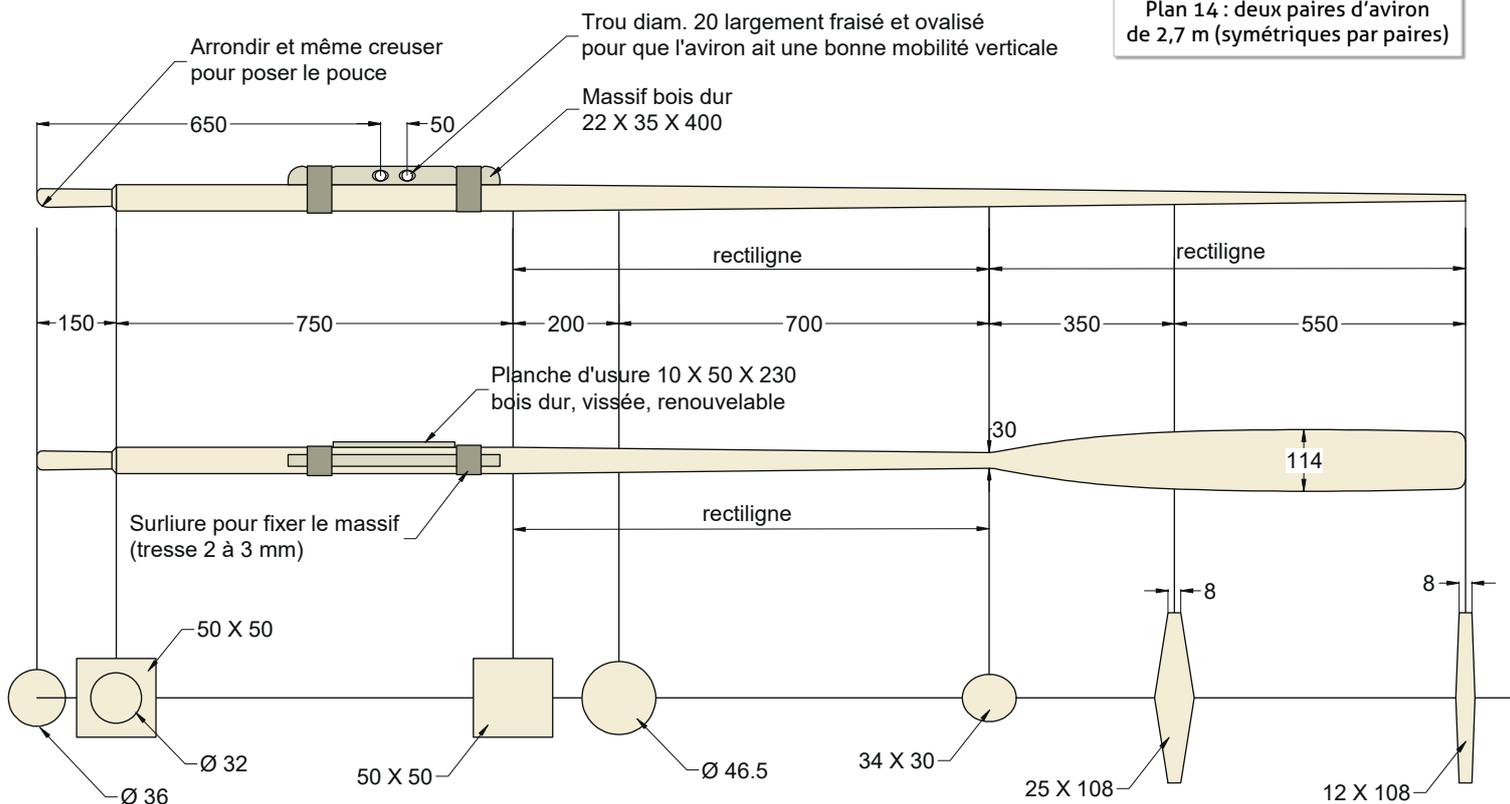
Sur mon *Mesker* personnel, j'ai une possibilité de réglage en navigation de la tension de bordure, le long de la bôme : le cordage de réglage part de l'extrémité de la bôme (on aperçoit le nœud derrière la poulie inox) traverse la bôme, vient dans l'œil du point d'écoute de la voile, puis dans la poulie inox et enfin se bloque sur le clamcleat à ouverture latérale.

Pour les prises de ris, le dispositif est très simple : la bosse de chacun des deux ris part de l'œil de la voile, traverse la bôme dans un trou bien arrondi pour faciliter le glissement et vient dans le clamcleat. Il y en a un de chaque bord. ■



À l'extrémité avant de la bôme, l'œil de la voile est amarré au trou qui est prévu à cet effet. Pour les prises de ris, un simple erseau passé dans l'œil de la voile est passé autour de la bôme

Plan 14 : deux paires d'aviron de 2,7 m (symétriques par paires)



## AVIRONS ET GODILLE

Mesker se déplace facilement à l'aviron. C'est une pratique saine et agréable, surtout en rivière, permettant de se déplacer en silence et d'observer la nature. Le plus efficace est de « nager » (c'est le terme utilisé par les marins pour ramer), à deux personnes. L'effort est moindre et on peut parcourir de grandes distances sur eau calme. La vitesse est alors de 3 nœuds à 3,5 nœuds (5,5 à 6,5 km/h) selon l'effort fourni. La nage doit être régulière, avec un rythme lent si on veut tenir la distance. Tirer d'abord les bras tendus, et ne les replier qu'en fin de mouvement pour moins fatiguer. En fin de poussée, marquer un petit temps d'arrêt. Il permet aux deux rameurs de se synchroniser. Pendant le mouvement de retour des avirons vers l'avant, ceux-ci doivent rester à l'horizontale, juste ce qu'il faut pour ne pas toucher l'eau.

Il est prévu deux paires d'avirons « à œil », venant se placer dans des **tolets** métalliques, légers et très efficaces en mer ouverte. Ces avirons sont munis d'un bloc de bois dur percé de deux trous largement dimensionnés pour ne pas restreindre les mouvements. On utilise l'un ou l'autre trou en fonction du vent et de la mer (un peu comme un dérailleuse de bicyclette en fonction de la pente). Ce mode d'articulation réduit les degrés de liberté des avirons et en facilite l'utilisation, surtout en eau un peu agitée. On peut y substituer des avirons classiques avec dames de nage, qui permettent de « trévirer », c'est-à-dire de faire pivoter la pelle comme on le fait en aviron sportif.



La longueur des avirons permet de les ranger sous les bancs. On les saisit aux serres des bancs.

Lors de la nage, il est préférable de descendre partiellement la dérive. Cela facilite le maintien du cap et rend le bateau plus manœuvrant. Si le gouvernail reste en place, il est conseillé de bloquer la barre dans l'axe du bateau (par exemple au moyen d'un tendeur). À cette fin, visser des petits pontets vissés dans la membrure arrière, de chaque bord.

**Remarque :** conserver à bord un morceau de paraffine que l'on frotte sur les tolets de temps en temps. C'est un excellent lubrifiant, qui supprime le couinement des avirons et ne tache ni la voile ni les vêtements.

Les avirons ont été dessinés spécifiquement pour la nage. On peut les utiliser occasionnellement pour godiller dans un port, mais sans forcer. Ceux qui veulent en faire un usage régulier pourront télécharger un plan de godille plus robuste.



La godille permet de se déplacer facilement, en particulier dans un endroit encombré, par exemple pour rejoindre la cale de mise à l'eau

Les tolets traversent le plat-bord et viennent s'encaster dans la butée rivetée au bordé. Je préfère ne pas percer trop large pour éviter toute prise de jeux, et donc laisser les tolets en place. Si les tolets risquent de sortir, les percer sous le plat-bord et nouer une petite ligne pour les en empêcher



La pratique de l'aviron élargit fortement le domaine d'utilisation et d'exploration du bateau (photos Ronan Coquil)



## MOTEUR HORS-BORD

Il est possible de fixer un moteur hors-bord au tableau de *Mesker*. Si le bateau est gréé, avec son gouvernail, le moteur est placé d'un côté, suffisamment loin de l'axe pour ne pas restreindre le mouvement de la barre. Si on sort uniquement au moteur, celui-ci peut être installé dans l'axe, à la place du gouvernail.

Les moteurs hors-bords sont prévus pour être fixés au tableau au moyen d'un étrier. Celui-ci est généralement muni de picots pour bien s'accrocher au tableau. Pour éviter de dégrader le tableau, poser une protection, soit du commerce vendue pour cela, soit une doublante de bois massif dur simplement huilé.

Moteur hors-bord arbre long monté sur un llur, bateau un peu plus grand que notre *Mesker*



Une très petite puissance suffit, c'est-à-dire un moteur d'annexe de 2 à 3 ch. Si le moteur est utilisé de façon fréquente, on peut monter à 4 voire 5 ch, mais les moteurs de 5 ch pèsent déjà plus de 25 kg et sont de maintenance délicate. Mercury-Tohatsu fait un moteur de 3,5 ch qui est un bon compromis. Il est aussi possible d'utiliser un moteur électrique, le meilleur étant à mon sens le « Travel » de Torqeedo.

Le moteur doit de préférence être à arbre long. Il est possible d'utiliser un arbre court en eau calme, le poids de l'équipage étant sur l'arrière, mais ce n'est pas très satisfaisant.

Si on utilise souvent le moteur, il est conseillé de le munir d'une allonge de barre, permettant au barreur de s'asseoir sur le banc du milieu. Le bateau est alors plus équilibré et marche mieux.

## PEINTURE ET VERNIS

Nous regroupons ici tout ce qui concerne les peintures et vernis, en gardant à l'esprit que **certaines opérations sont à faire au cours de la construction** détaillée précédemment. C'est le cas du puits de dérive, des caissons de flottabilité et des surfaces de contact de pièces de bois assemblées qui doivent toujours recevoir quelque chose : peinture, colle, mastic... On peut aussi peindre l'extérieur de la coque avant retournement si on veut éviter plusieurs retournements.

Voyez page 40 pour les recommandations concernant la peinture et les vernis.

La coque est peinte avant l'ajout des éléments de bois vernis



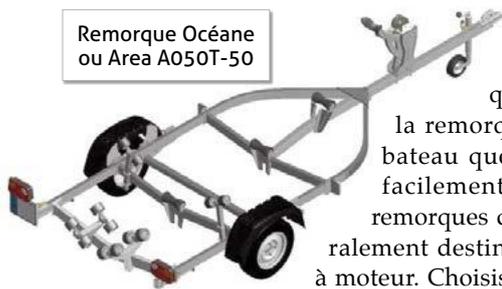
Toujours utiliser du ruban à masquer de bonne qualité (souvent de couleur bleu)



L'application peut se faire à la brosse ou au rouleau laqueur. Pour obtenir un très bel aspect, on peut travailler à deux, l'un applique au rouleau, l'autre lisse avec une brosse ou un pad (brosse en mousse)

## REMORQUE ROUTIÈRE

Remorque Océane  
ou Area A050T-50



Avec son fond plat (sole) et son étrave élancée qui monte bien sur la remorque, *Mesker* est un bateau que l'on met à l'eau facilement. De nombreuses remorques conviennent, généralement destinées à des bateaux à moteur. Choisissez une remorque articulée avec treuil et une charge utile de 300 kg environ. Ces remorques ne sont pas freinées, ce qui est une source de problème en moins (les freins n'aiment pas l'eau de mer). Elles ne sont pas non plus immatriculées.

La meilleure remorque que j'ai trouvée est l'Océane ou Area A050T-50, de 350 kg de charge utile. La plaque des feux peut simplement pivoter sur le côté lors des mises à l'eau et la disposition des rouleaux est parfaite. ■

## RÉGLEMENTATION

Pour avoir le droit de naviguer en mer, votre bateau doit faire l'objet d'une **immatriculation** auprès des affaires maritimes (quartier d'immatriculation au choix). C'est maintenant une formalité assez simple et gratuite. Vous aurez toutefois à fixer sur votre bateau une plaque indicatrice, un numéro de coque européen et un numéro d'immatriculation. Une fiche téléchargeable sur Internet vous donne tous les détails.

En pratique, vous avez à signer un document certifiant que votre bateau est **conforme à la réglementation**. Cela vous est acquis dès lors que vous avez construit conformément aux plans de ce hors-série. Toutefois, en raison des variations qui existent entre les bateaux construits sur les mêmes plans, un **test de redressement** est normalement à faire sur chaque bateau (voir article page suivante). Le faire une fois, par beau temps, est de toute façon recommandé. Vous serez mieux préparé si un jour vous chavirez de façon accidentelle, loin de toute assistance.

*Mesker* est prévu pour naviguer en catégorie C (maxi force 6 pour simplifier) avec 4 personnes.

**Remarque :** l'immatriculation aux affaires maritimes permet de naviguer en eaux intérieures. Compte-tenu de sa longueur inférieure à 5 m, et sous réserve d'une puissance moteur inférieure à 4,5 kW, aucune formalité n'est requise en navigation intérieure pour notre *Mesker*, sauf réglementation spécifique locale.

**Attention :** en France, la réglementation vous impose d'avoir un minimum de **matériel de sécurité à bord**. On en trouve la liste officielle un peu partout et dans les catalogues des vendeurs généralistes pour la plaisance. Il vous faut en particulier un gilet de sauvetage pour chaque équipier. ■

Avec son fond plat, *Mesker* peut se poser sur la grève en attendant sa remorque



## LE TEST DE REDRESSEMENT

Votre bateau doit faire l'objet d'un test de redressement. En principe, c'est au moment de son immatriculation. En pratique, dès que les conditions vous le permettront ! Il faut en effet le faire en un lieu où il y a suffisamment d'eau pour chavirer complètement le bateau, et disposer de l'équipage maximal prévu pour le bateau. Les instructions qui suivent sont une transcription en image de la réglementation (norme ISO 12217-3). Il existe de nombreux tests possibles suivant les types de bateau. Celui décrit ici est par exemple dit « essai de redressement après chavirage ». Il ne concerne que des bateaux non pontés de moins de 6 m (d'un type similaire à *Mesker*), en catégorie C ou D. Le test se fait avec les voiles hissées, par mer calme et sans vent. C'est bien sûr plus favorable, mais mieux vaut quand même s'assurer que l'on va s'en sortir dans des conditions plus difficiles. N'hésitez pas à me contacter : je pourrai vous aider bénévolement si besoin.

1



La première étape est de faire chavirer le bateau. Ne riez pas, ce n'est pas si facile ! Il s'agit ici du test d'un grand voile-aviron construit par Skol ar Mor.

3



**Attention :** l'équipage est souvent tenté de rester accroché au bateau, avec l'espoir vain d'échapper à la baignade. Il faut absolument l'éviter car cela ne fait qu'entraîner le bateau dans un chavirage complet.

2



Avec de la chance, votre bateau a une dérive métallique verrouillable en position basse, un mât creux et il reste à l'horizontale. Il faut vraiment essayer d'enfoncer le mât dans l'eau avant de conclure que le bateau n'ira pas plus loin. Le redressement est alors assez facile

Une fois le bateau complètement chaviré, il faut le redresser. Ce test doit se faire autant que possible avec une seule personne. S'il en faut plusieurs, vous devez savoir qu'en naviguant avec un équipage plus faible, vous ne pourrez pas redresser : vous prenez donc un risque plus élevé. Quand le bateau a une dérive, c'est plus facile de redresser, surtout si un dispositif de verrouillage de la dérive en position basse est prévu. Ce n'est pas le cas de *Mesker*, mais un perçage est prévu dans la dérive pour y fixer un petit cordage. Il permet, si la dérive est rentrée dans son puits (cas très probable) de la récupérer. ■

4



La dérive permet de faire levier pour redresser comme sur cet *Ilur*. Mon fils Nicolas est à la manœuvre. Merci à lui et aux autres (moi, je préfère prendre les photos !).

7



Il nous faut maintenant démontrer que l'équipage complet peut monter dans le bateau toujours plein d'eau et reste suffisamment stable. L'équipage a le droit de se tenir aux endroits les plus favorables pour cela. Dans le cas de cet *Ebihen*, cela fonctionne très bien. Le baril bleu est plein de ferraille pour simuler le poids du moteur.

5



Si le bateau n'a pas de dérive, ou si elle est coincée dans le puits, c'est plus difficile. On pourra éventuellement prévoir des prises sous la coque, par exemple intégrées dans la quille, ou des lattes de protection. Notez que vous avez droit à trois tentatives de 5 minutes chacune. Exemple sur ce *Picoteux* construit par Skol ar Mor.

8



Mais sur cet autre bateau, c'est très juste. Le règlement précise que le bateau doit flotter en assiette approximativement horizontale avec pas plus du tiers du plat-bord (ou livet) submergé. Donc ici, il faut ajouter un peu de flottabilité ou réduire l'équipage maxi à trois personnes.

6



Enfin, le bateau est redressé. Il faut alors démontrer qu'une première personne peut monter dedans et qu'il lui est possible de vider. Voilà ce que cela donne sur un *Morbic 12*. Il a de la flottabilité latérale abondante et donc peu d'eau à l'intérieur et flotte assez haut. L'équipier doit peser au moins 75 kg pour valider le test.

9



Enfin, il faut montrer que le bateau peut être vidé par la seule personne qui a redressé le bateau (mais une fois la preuve faite, on peut venir lui donner un coup de main !).

# Construire *Mesker*

## **MESKER... SOUS VOILE !**



Vent arrière en baie du Pouliguen. On voit le cordage d'étriquage de la grand-voile et le margouillet qui sert de filoir d'écoute de foc, ligaturé à la serre des bancs.



Le barreur, surtout s'il est seul, s'assoit le plus en avant possible. Il a alors accès au taquet d'écoute de foc sur le chapeau du puits de dérive.



Golfe du Morbihan : un voile-aviron, surtout avec son fond plat, permet une merveilleuse exploration du littoral.



*Mesker* remonte au vent en rivière d'Auray.



Toujours en rivière d'Auray, François Vivier à la barre.



Bonne brise avec 1 ris dans la grand-voile. *Mesker* reste très maniable.



Observez le rangement des avirons sous les bancs, amarrés aux serres des bancs.



Une extrémité de l'écoute de grand-voile coulisse sur la pantoire (cordage reliant les deux courbes de tableau). Elle revient ensuite aux pieds du barreur, avec un taquet coinçant sur platine orientable, non visible bien sûr.



Navigation par petit temps en baie de Bourgneuf. La vue du barreur. Une paire d'avirons est restée sur les bancs, prête à servir. ■

## En images...

Quelques bateaux construits à partir de la centaine de plans réalisés par François Vivier



*Enez-Koalen*, réplique d'un homardier de Loguivy (nord de la Bretagne) construit en 1989 par Yvon Clochet à Tréguier de façon purement traditionnelle, bordé chêne sur membrures franches.



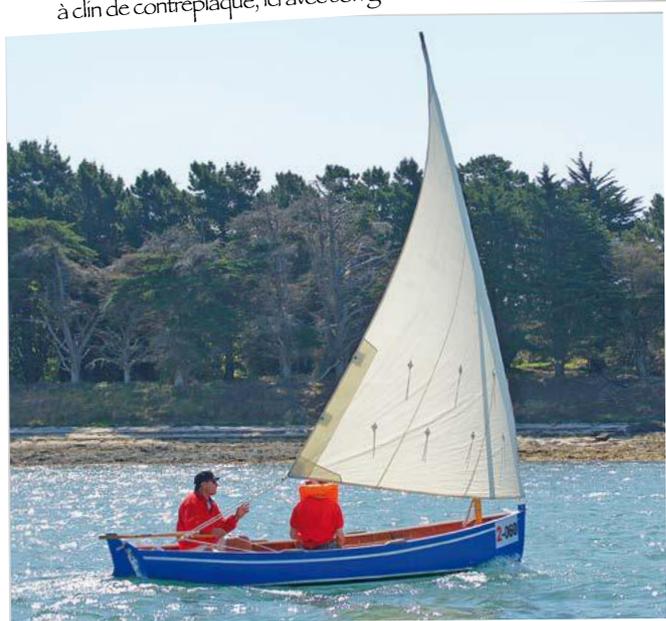
*Jeanne-J*, réplique d'une chaloupe de Noirmoutier, construite en 2008 par le Chantier des Ileaux en construction traditionnelle, mais avec utilisation d'un tracé numérique sur calque polyester des principales pièces de charpente.



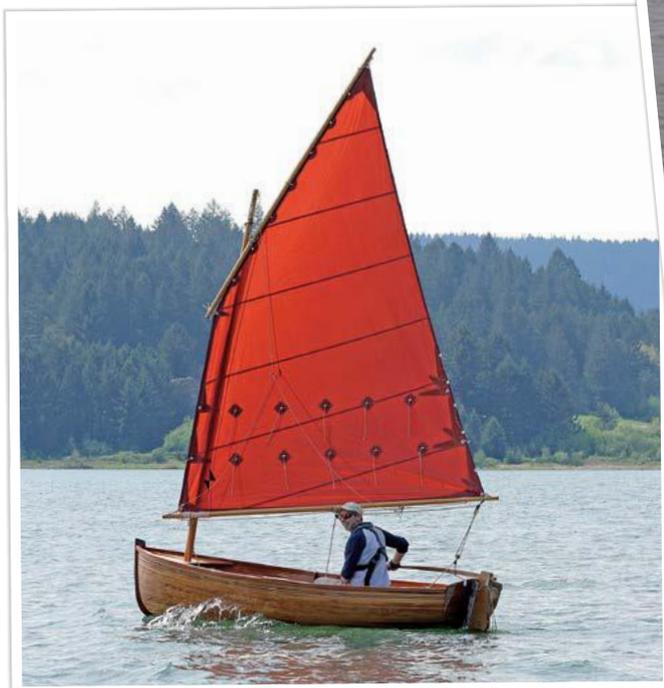
*Youkou-Lili*, le premier bateau construit par l'auteur en 1985 à clin de contreplaqué, ici avec son gréement initial à livarde.



*Biche*, dernier thonier de l'île de Groix, totalement reconstruit par le chantier du Guip en 2009-2010. La charpente était en très mauvais état, au point que le bateau était fortement déformé. Un relevé des formes par photogrammétrie et des mesures de détails de charpente ont permis de reconstituer les formes originales.



Un *Aber* en construction amateur en petites lattes. Un des premiers plans de voile-aviron, dessiné en 1984.



Le premier *Morbic II*, construit en 2018 aux États-Unis en strip planking, c'est-à-dire en petites lattes stratifiées intérieur et extérieur.



*Crezic*, un voile-aviron construit en 2014 par le chantier Icarai à Cherbourg en contreplaqué cousu-stratifié.



*Doris des bancs*, construit en 2013 de façon traditionnelle par le chantier Duboscq à Granville.



*Pen-Hir*, le voilier de l'auteur, construit en 2010 par le chantier Icarai à Cherbourg. Structure en contreplaqué de bouleau et bordé en bois moulé de contreplaqué.



*Koulmig 23*, construction amateur avec un bordé à bouchain et bois moulé de contreplaqué de bouleau.

# Un canot à moteur en bois-époxy

***Kerisper* est un canot à moteur d'aspect traditionnel, pour la promenade ou la petite pêche amateur, en eaux abritées comme en mer. Il est conçu dans le même esprit que *Mesker*, mais plus grand, et pour le moteur. La principale différence avec un voilier est le tableau, bien plus large, pour permettre au bateau de planer sans se cabrer. L'autre particularité est le choix d'une construction bois moderne, du type contreplaqué cousu-stratifié. Toutefois la préceinte, le bordé supérieur, est à clin, ce qui donne du relief à la coque et la rend plus élégante.**

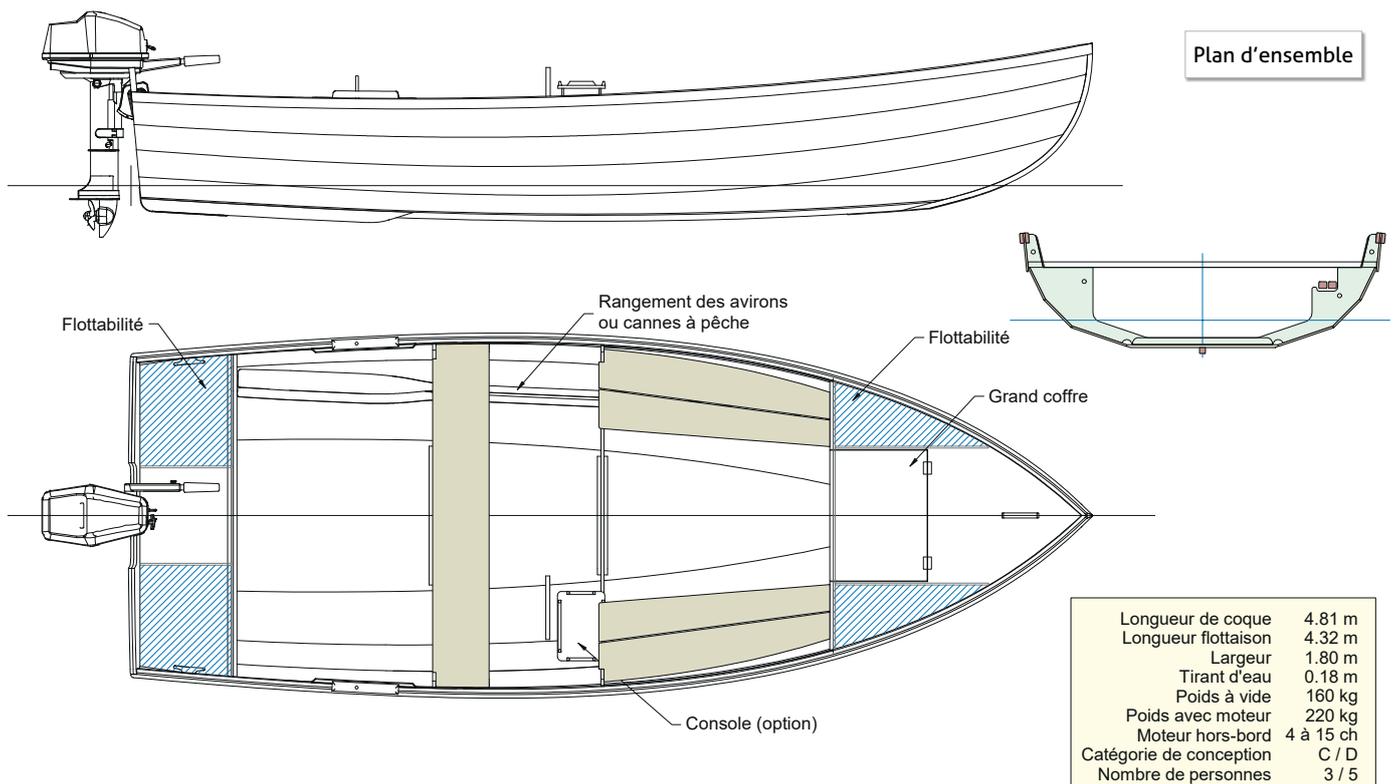
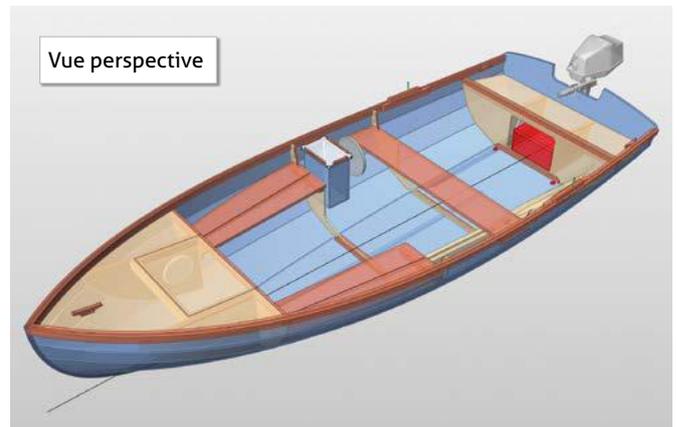
*Kerisper* a les caractéristiques suivantes :

- Pratique, en particulier avec son fond plat, qui permet des mises à l'eau faciles et d'aborder une grève. L'étrave élancée protège l'équipage des embruns et facilite la remontée sur une remorque.
- Tableau échancré pour recevoir un moteur hors-bord à arbre long de 15 ch maximum, offrant une vitesse maximale de 18 nœuds (à faible charge). Un moteur de 6 ch est suffisant pour propulser cette coque de type semi-planant.
- Console de barre et commande moteur à distance optionnelle.
- Conception moderne et simple en bois-époxy, de type cousu-stratifié, particulièrement accessible à tout constructeur amateur débutant : on assemble les éléments de la coque au moyen de colliers en plastique de type électricien et on « soude » ces éléments entre eux au moyen de joint époxy. La construction se fait à partir d'un kit de contreplaqué en découpe numérique. Un manuel très détaillé est fourni.
- Sûr avec ses caissons de flottabilité.
- Offrant la possibilité de se déplacer à l'aviron.

Et tout cela sans sacrifier l'esthétique d'un très joli canot classique.

Un premier exemplaire est en construction sur la base d'un kit préparé par le chantier Grand-Largue. Les plans étant réalisés par mes soins (François Vivier Architecte Naval).

Il est aussi possible de construire le même bateau en construction traditionnelle, sur le même mode que *Mesker*. Les plans devront être adaptés mais l'auteur est disposé à faire ce travail.

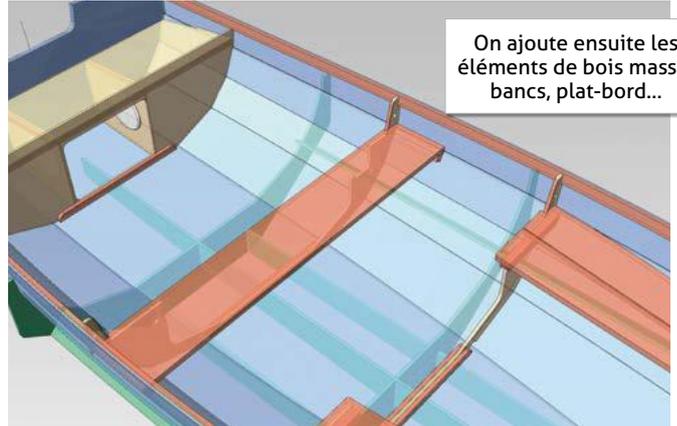


## LES ÉTAPES DE LA CONSTRUCTION

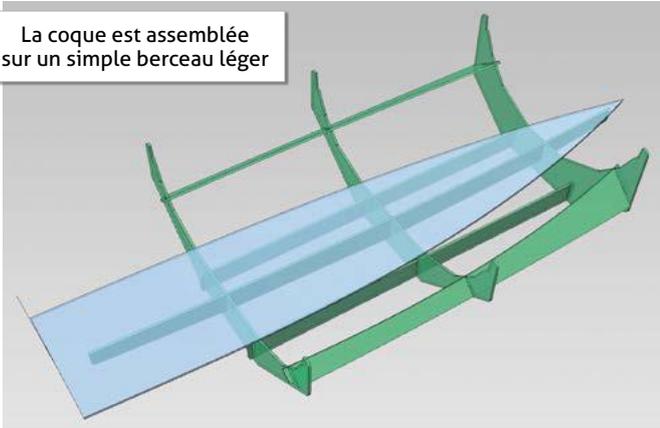
Les bordés en découpe numérique sont assemblés par des joints zigzag collés



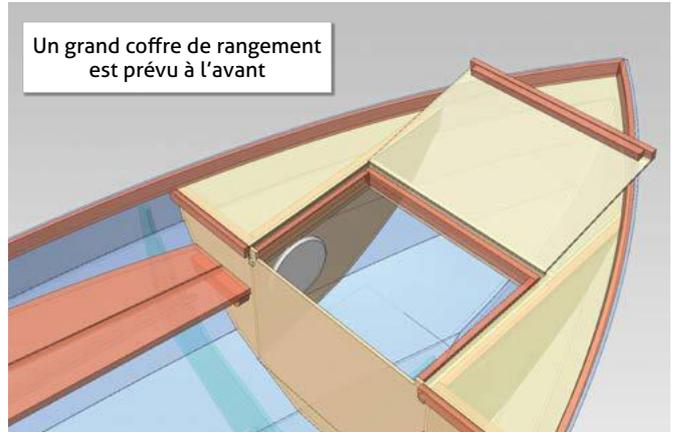
On ajoute ensuite les éléments de bois massif, bancs, plat-bord...



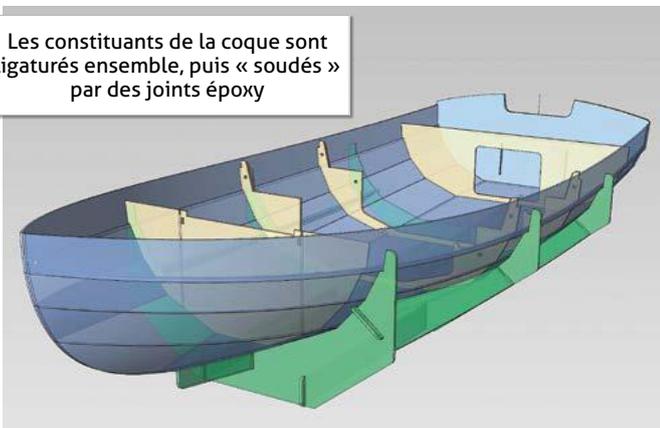
La coque est assemblée sur un simple berceau léger



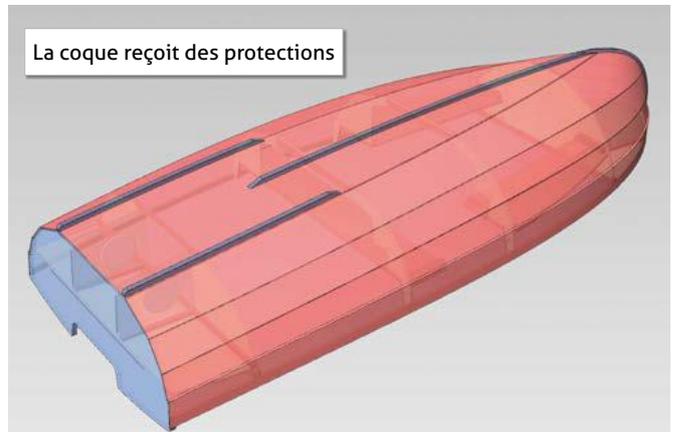
Un grand coffre de rangement est prévu à l'avant



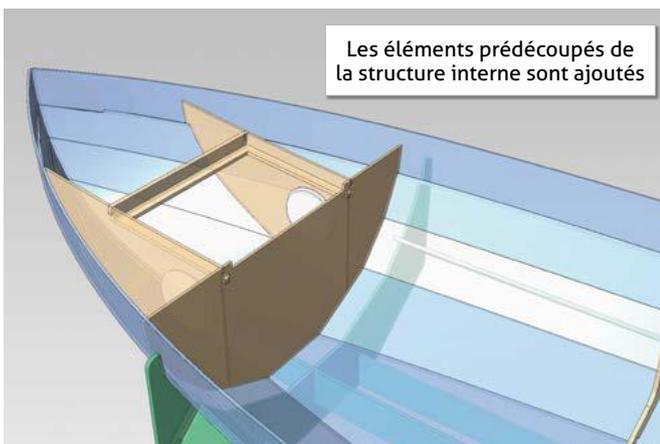
Les constituants de la coque sont ligaturés ensemble, puis « soudés » par des joints époxy



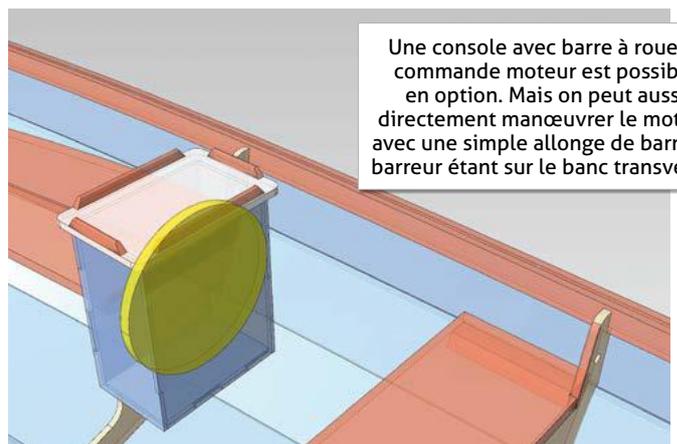
La coque reçoit des protections



Les éléments prédécoupés de la structure interne sont ajoutés



Une console avec barre à roue et commande moteur est possible en option. Mais on peut aussi directement manœuvrer le moteur avec une simple allonge de barre, le barreur étant sur le banc transversal



# Carnet d'adresses

## FOURNITURES « MARINE »

Ces sociétés proposent un large éventail du matériel nécessaire à la construction de bateaux traditionnels :

- **À l'Abordage** (Internet : [www.alabordage.fr](http://www.alabordage.fr) tél. : 05.46.52.04.25) : cette société basée à La Rochelle propose accastillage et cordages traditionnels, outils de charpentier de marine, bandes molles laiton, Ettan, contreplaqué, peinture, vernis... Livraison partout en France et étranger.



- **Classic-Marine [Angleterre]** (Internet : [www.classicmarine.co.uk](http://www.classicmarine.co.uk)) : accastillage et cordages traditionnels, c'est le fournisseur anglais de référence.
- **Toplicht [Allemagne, Hambourg]** (Internet : [www.toplicht.de](http://www.toplicht.de)) : accastillage et cordages traditionnels, le catalogue le plus complet.

## FINITIONS / ÉPOXY

Finitions traditionnelles ou systèmes modernes, vous trouverez tout ce qu'il vous faut auprès des sociétés suivantes :

- **Vernis marins** (Internet : [vernismarins.com/fr/](http://vernismarins.com/fr/)) : cette société de La Rochelle propose une vaste gamme de produits de finition pour bateaux (verniss, teintes, dégriseur, décapant...). Elle livre partout en France et étranger.



- **Sicom** (Internet : [www.sicom.com/fr](http://www.sicom.com/fr) OU [www.boutique-resine-epoxy.fr](http://www.boutique-resine-epoxy.fr)) : système époxy marine
- **Resoltech** (Internet : [www.resoltech.com](http://www.resoltech.com)) : système époxy marine
- **SF composite** (Internet : [www.sf-composites.com](http://www.sf-composites.com)) : distributeur de la marque Resoltech
- **West system** (Internet : [www.agl-marine.com/west-system-epoxy.php](http://www.agl-marine.com/west-system-epoxy.php)) : système époxy marine

## COLLE CHÊNE

L'emploi de chêne pour la construction de bateaux impose l'utilisation d'une colle particulière, que vous pouvez vous procurer auprès de :

- **Make wood good** (Internet : [www.makewoodgood.com/product/oak-teak-glue-wood-glue/](http://www.makewoodgood.com/product/oak-teak-glue-wood-glue/)) : colle époxy spécialement formulée pour le chêne

## VOILES

Pour tout ce qui concerne les voiles, contactez :

- **Voilagil** (E-mail : [voilagil@gmail.com](mailto:voilagil@gmail.com) – tél. : 06.22.94.42.22 – adresse : 11 bd Pasteur 56230 Questembert) : voiles traditionnelles, en particulier Oceanus ou Clipper Canvas

- **Voilerie Granvillaise** (Internet : [www.voileriegranvillaise.com](http://www.voileriegranvillaise.com) – tél. : 02.33.50.62.28 – adresse : Port du Herel 50400 Granville) : voiles traditionnelles



- **Voilerie Tarot** (Internet : [www.voilerie-tarot.fr](http://www.voilerie-tarot.fr) – tél. : 02 51 21 22 87 – adresse : 3 quai Amiral de la Gravière, Port Olona, 85 100 Les Sables d'Olonne) : voiles traditionnelles

- **Voilerie Rochard** ([www.voilerie-rochard.fr](http://www.voilerie-rochard.fr) – tél. : 03.23.58.12.30 – adresses : 7 rue Leuck Mathieu 75020 Paris / 2 place de la Victoire 02500 Hirson) : voiles traditionnelles

## ÉQUIPEMENTS POUR BATEAUX

Auprès de ces autres fournisseurs généralistes pour la plaisance, vous pourrez trouver accastillage moderne, matériel de sécurité, peintures, vernis, mastic, kit epoxy... :

- **UShip** (Internet : [www.uship.fr](http://www.uship.fr) – tél. : 02.97.24.80.80)
- **Accastillage Diffusion** (Internet : [www.accastillage-diffusion.com](http://www.accastillage-diffusion.com))
- **SVB** (Internet : [www.svb-marine.fr](http://www.svb-marine.fr) – tél. : 01.84.88.45.98)



- **Rue de la Mer** (Internet : [www.ruedelamer.com](http://www.ruedelamer.com) – tél. : 04.42.03.88.86)
- **Orange Marine** (Internet : [www.orange-marine.com](http://www.orange-marine.com) – tél. : 04.26.78.20.71)

## VISSERIE

- **Theix inox diffusion** (Internet : [www.tid-inox.com](http://www.tid-inox.com) – tél. : 02.97.66.88.99 – adresse : rue Louis Braille ZA de Saint-Léonard Nord 56450 Theix) : visserie et accastillage inox, vente par correspondance aux particuliers en petites quantités.

- **QBM Marinex** (Internet : [www.marinex.fr](http://www.marinex.fr) – tél. : 02.97.65.74.89 – adresse : ZA de Bellevue 56700 Merlevenez) : visserie et accastillage inox, vente par correspondance.

## CHANTIERS NAVALS, KITS BATEAUX

Vous souhaitez vous lancer dans la construction de votre bateau en partant sur de bonnes bases ? Ou acheter un bateau tout fait ? Découvrez des plans complets et bénéficiez de conseils en contactant :

- **François Vivier Architecte Naval** (Internet : [www.vivierboats.com](http://www.vivierboats.com) – tél. : 02.28.54.97.86) : auteur de ce hors-série, François Vivier est architecte naval et propose à la vente de nombreux plans de bateaux en construction bois.



- **Grand-Largue** (Internet : [www.grand-largue.fr](http://www.grand-largue.fr) – tél. : 02.99.88.91.93 – adresse : Zone d'Activité de la Ville au Coq 35800 Saint-Briac-sur-Mer) : chantier naval, kits de bateaux sur plans de F. Vivier.

- **Arwen Marine** (Internet : [www.arwenmarine.com](http://www.arwenmarine.com) – tél. : 06.80.37.50.18 – adresse : 1 rue de Roye 60280 Clairoix) : Arwen Marine est un constructeur de bateaux voile-aviron légers construits en contreplaqué époxy. Il pratique aussi la vente de kit et la construction accompagnée : possibilité de construire son bateau au chantier avec son assistance. Son site est très riche, avec des pages sur l'utilisation des époxy et autres techniques, ainsi qu'un glossaire de termes maritimes très complet.

- **Chantier du Guip**, à Brest, à Lorient, et à l'île aux Moines (Internet : [www.chantierduguip.com](http://www.chantierduguip.com) – tél. : 02.98.43.27.07) : le n° 1 français de la construction navale bois.

- **Chantier des Ileaux**, à Noirmoutier (Internet : [www.chantierdesileaux.com](http://www.chantierdesileaux.com) – tél. : 02.51.39.68.93) : maîtrise à la fois la construction traditionnelle et la construction bois composite.

- **Chantier naval Bernard**, à Saint-Vaast-la-Hougue (Internet : [www.chantier-naval-bernard.com](http://www.chantier-naval-bernard.com) – tél. : 02.33.54.43.47) : très actif en charpente traditionnelle.

## FORMATION

La charpente navale est un métier qui s'apprend ! Pour des informations à ce sujet :

- **Skol ar Mor** (Internet : [www.skolarmor.fr](http://www.skolarmor.fr) tél. 02.40.19.37.91 – adresse : Salorge de Kercabelllec, 1300 rue Bel Air 44420 Mesquer) : organisme de formation à la Charpente navale. Diplôme professionnel en deux ans et CAP en un an.



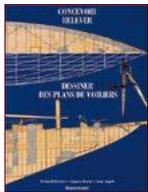
- **Les Ateliers de l'Enfer** (Internet : [www.lesateliersdelenfer.fr](http://www.lesateliersdelenfer.fr) – tél. : 02.98.92.14.20 – adresse : 25 boulevard du Général de Gaulle, 29100 Douarnenez) : organisme de formation à la Charpente navale et la Voilerie. CAP charpente navale en un an.



## LIVRES

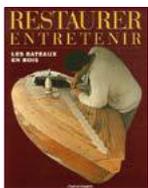
Il n'existe malheureusement pas beaucoup de livres en français traitant des techniques traditionnelles de construction de bateaux en bois, la plupart étant des éditions déjà anciennes, épuisées chez l'éditeur (mais Internet a l'avantage de permettre des achats d'occasion) :

- **Construction bois, techniques modernes**, de François Vivier, éd. Chasse-Marée, 1996. Cet ouvrage rend accessible à tous la construction de bateaux en bois, en substituant aux méthodes de charpente traditionnelle des techniques modernes simplifiées : construction en petites lattes ou clins de contreplaqué.
- **Construire un bateau en bois**, de Xavier Buhot-Launay, éd. Chasse-Marée, 1988 : excellente initiation à la charpente traditionnelle, avec de nombreux dessins illustrant la construction d'un canot de 3,4 m et d'un cotre de Carantec de 5,6 m.
- **Bois de Marine, les bateaux naissent en forêt**, de Jean-Marie Ballu, rééd. Institut pour le Développement Forestier, 2014 : livre de référence primé par l'Académie de Marine, avec un fort contenu historique sur la construction navale en bois depuis six siècles.



- **Concevoir, Relever, Dessiner des plans de voiliers**, de Bernard Ficatier, Hugues Roche et Jean Angeli, éd. Chasse-Marée, 2004 : l'ouvrage de référence sur le tracé des formes de bateaux.

- **Traité de construction des bateaux en bois**, de Henri Dervin, rééd. Chasse-Marée, 1990 : un ouvrage fondamental écrit par un architecte naval qui a commencé sa carrière en 1923. Extrêmement complet, y compris avec des règles d'échantillonnage de la coque et du grément toujours utilisées de nos jours pour des restaurations ou reconstructions de bateaux en bois traditionnel.



- **Restaurer et entretenir les bateaux en bois**, collectif, éd. Chasse-Marée, 2006 : ouvrage très complet axé sur la restauration de bateaux traditionnels en bois.

- **Savoir réparer et restaurer son bateau en bois avec l'époxy**, des frères Gougeon et Emmanuel Van Deth, éd. Vagnon, 2010 : utilisation des systèmes époxy, West System en particulier pour la réparation et restauration, bien utile aussi dans le cadre d'une construction.
- **Guide de la manœuvre des petits voiliers traditionnels**, collectif, éd. Chasse-Marée, 2001 : un petit livre très utile pour celui qui veut naviguer sur un petit bateau à grément traditionnel comme Mesker, y compris sur l'usage des avirons.
- **Manuel de matelotage et de voilerie à l'usage des plaisanciers**, de Georges Devillers, rééd. Chasse-Marée, 2001.
- **L'Art de la godille**, de Gildas Roudaut, éd. Le Canotier, 2015 : ouvrage récent traitant de la godille, tant sa réalisation que son utilisation.
- **Le Cours des Glénans (8<sup>e</sup> édition)**, collectif, rééd. Seuil : la première édition, de 1961, m'avait déjà passionné. Sans cesse mis à jour, ce livre reste la bible pour ceux qui veulent pratiquer la voile.



- **Le Guide des termes de marine**, de Bernard Cadoret et Michel King, éd. Chasse-Marée/Glénat, 2009 : sous un petit format, un dictionnaire déjà très complet.

- **Architecture navale, connaissance et pratique**, de Dominique Paulet, Dominique Presles et Frédéric Neuman, rééd. Dunod, 2018 : on s'éloigne du bateau bois avec ce livre où on trouve tous les fondements de l'architecture navale. C'est le seul ouvrage en français sur le sujet.

Voici maintenant quelques livres en anglais qui ont aussi pour avantage d'être généralement disponibles :

- **The Dinghy Cruising Companion**, de Roger Barnes, éd. Bloomsbury : de loin le meilleur livre sur la pratique « voile-aviron » et en particulier la randonnée nautique sur un petit bateau transportable. Tout y est, du choix du bateau à l'équipement à emporter, de la manœuvre du bateau aux techniques de navigation.
- **Boatbuilding Manual**, de Robert Steward, complété par Carl Cramer, éd. Mc Graw Hill : cinquième édition, la première ayant déjà 40 ans. Un excellent manuel, très complet, portant sur les techniques traditionnelles et modernes, facile à lire.
- **The Gougeon Brothers on Boat Construction** : le livre des Gougeon qui sont les pionniers de la construction bois-époxy. Téléchargeable gratuitement : [www.westsystem.com/wp-content/uploads/GougeonBook-061205-1.pdf](http://www.westsystem.com/wp-content/uploads/GougeonBook-061205-1.pdf)
- **Clinker Plywood Boatbuilding manual**, de Iain Oughtred : livre très illustré sur la construction de petits bateaux à clins de contreplaqué. Iain Oughtred est mondialement connu pour ses plans de petits bateaux traditionnels.
- **Devlin's Boatbuilding: How to Build Any Boat the Stitch-and-Glue Way**, de Samuel Devlin, éd. Mc Graw Hill : ce livre ne traite que de la construction cousue-stratifiée, mais il a l'avantage d'être très clair et bien écrit.

## FORUMS

Sur Internet, vous trouverez des espaces d'information et de discussion entre passionnés de plaisance et/ou de construction navale :

- **Bateaux-Bois.com** ([www.bateaux-bois.com](http://www.bateaux-bois.com)) : c'est le site dédié aux passionnés français de construction navale. Il propose des plans de bateaux, des exemples de réalisations, mais aussi et surtout un forum de discussion très intéressant, bien fréquenté et structuré. Un lieu idéal pour échanger avec d'autres passionnés.



- **Hisse et Oh** ([www.hisse-et-oh.com](http://www.hisse-et-oh.com)) : ce site qui se présente comme un « média collaboratif des amoureux de la mer » propose de nombreuses rubriques essentiellement sur la plaisance : forums de discussion, annuaire de professionnels, petites annonces, inscription à un club (achats groupés, ventes privées)...
- **Chasse-Marée** ([www.chasse-maree.com](http://www.chasse-maree.com)) : la revue mensuelle Chasse-marée propose des articles variés sur tout l'univers maritime, dont la charpente navale. Sur son site Internet, elle propose un forum de discussion.



## SITES INTERNET

Une sélection de sites Internet valant le détour pour la qualité des contenus et conseils que vous y trouverez :

- [www.youtube.com/watch?v=uNPBU06tFQ](http://www.youtube.com/watch?v=uNPBU06tFQ) : émission de FR3 Littoral sur l'architecte naval François Vivier et ses voile-aviron (avancer jusqu'à 11 mm 18 sec).
- [www.dailymotion.com/video/xjaluy](http://www.dailymotion.com/video/xjaluy) : vidéo sur les voile-aviron François Vivier, lors de la semaine du Golfe 2011.
- [www.youtube.com/channel/UCoRQYFF19HuHVfDKCTRPVQ](http://www.youtube.com/channel/UCoRQYFF19HuHVfDKCTRPVQ) : Lucas construit un Beg-Meil sur plans F. Vivier et publie des vidéos des étapes successives de la construction. Suivez également son actualité sur sa page Facebook : [www.facebook.com/lucas.mainferme](http://www.facebook.com/lucas.mainferme)



- [tropix.cirad.fr](http://tropix.cirad.fr) : caractéristiques détaillées des essences forestières tropicales et tempérées.
- [voileaviron.org](http://voileaviron.org) : le site de la Fédération Voile-Aviron, dont l'objet est la promotion de la pratique de navigation voile-aviron.
- [www.naviguerautrement.org](http://www.naviguerautrement.org) : voile-aviron dans les Pertuis, une association dynamique pour les pratiquants voile-aviron.
- [www.cnsl.fr](http://www.cnsl.fr) : le site d'une association nantaise avec quelques articles techniques intéressants.
- [shop.inorope.com/croisiere-cotiere](http://shop.inorope.com/croisiere-cotiere) : site marchand sur lequel on trouve des tutoriels vidéo pour réaliser des manilles textiles et autres travaux de matelotage à partir de fibres modernes.
- [www.nico-matelotage.com](http://www.nico-matelotage.com) : blog sur le matelotage, les nœuds, les cordages...
- [www.youtube.com/watch?v=bpCmk1V0l2M](http://www.youtube.com/watch?v=bpCmk1V0l2M) : vidéo expliquant la pratique du joint-congé époxy (West System).
- [www.bateaux.com](http://www.bateaux.com) : beaucoup d'information de nature assez diverse, par exemple des articles sur les nœuds à connaître.
- [www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/N550](http://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/N550) : les règles qui s'appliquent à la navigation de plaisance en France.

Sites en anglais :

- [www.woodenboat.com](http://www.woodenboat.com) : Wooden Boat, éditée aux États-Unis, est la revue par excellence sur les bateaux bois et rien que les bateaux bois, cela depuis une quarantaine d'années.
- <https://smallboatsmonthly.com> : un magazine internet, émanation de Wooden Boat, ne portant que sur les petits bateaux d'inspiration traditionnelle.
- <https://watercraft-magazine.com> : une excellente revue anglaise sur les petits bateaux traditionnels.
- [www.classicboat.co.uk](http://www.classicboat.co.uk) : une revue anglaise, plus orientée sur le yachting classique.
- [www.dinghycruising.org.uk](http://www.dinghycruising.org.uk) : le site de l'association Dinghy Cruising, « dinghy », tel qu'utilisé ici, signifiant petit voilier ouvert qui permet de faire des randonnées nautiques.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/BS\\_1088](https://en.wikipedia.org/wiki/BS_1088) : Présentation de la norme BS 1088 sur le contreplaqué marine.
- [www.duckworksmagazine.com/03/r/articles/birdsmouth/mast.htm](http://www.duckworksmagazine.com/03/r/articles/birdsmouth/mast.htm) : technique de réalisation d'un mât ou espars creux par la technique dite bec d'oiseau (bird mouth). On trouve aussi bien des informations sur ce web-magazine américain.

## A

Accastillage ..... 81 ; 82  
 Accores ..... 13 ; 14  
 Acier inox ..... 19  
 Aiguillot ..... 77 ; 78 ; 82  
 Aileron *(se dit aussi talon)* ..... 72  
 Allonge ..... 24  
 Anguillier ..... 25 ; 28 ; 65  
 Antifouling ..... 42  
 Apôtre ..... 21

## B

Bande molle ..... 73  
 Barre ..... 21 ; 77  
 Barrot ..... 5 ; 74  
 Bateau creux ..... 6  
 Bermudien ..... 40  
 Biaxial ..... 47 ; 48  
 Bec d'oiseau ..... 39  
 Bois pour charpente navale ..... 7  
 Bois moulé ..... 9 ; 58  
 Bois tord ..... 8 ; 16 ; 25  
 Bôme ..... 79  
 Bordage ..... 31  
 Bordé ..... 5 ; 6  
 Bordé à clin ..... 6 ; 36  
 Bordé à franc-bord ..... 6 ; 31  
 Bouchain ..... 9 ; 24  
 Bouleau ..... 51  
 Bouterolle ..... 19 ; 29  
 Brion ..... 14 ; 21  
 Brochetage ..... 32 ; 33

## C

Cage d'hélice ..... 23  
 Calfatage ..... 34 ; 35  
 Canap ..... 37 ; 71  
 Carlingue ..... 22  
 Carène ..... 42  
 Carvelle ..... 6 ; 18  
 Chapeau *(du puits de dérive)* ..... 72 ; 75  
 Charpente axiale ..... 13 ; 20 ; 21  
 Chevillage ..... 18 ; 21 ; 22 ; 26  
 Clin ..... 6 ; 36 ; 37 ; 38 ; 54  
 Clore ..... 32 ; 33  
 Cockpit ..... 21  
 Collage ..... 10 ; 46 ; 50  
 Contreplaqué ..... 9 ; 12 ; 18 ; 50 ; 51 ; 54  
 Coffrer ..... 34  
 Cousu-stratifié ..... 10 ; 55 ; 56 ; 57  
 Coupe d'eau ..... 23  
 Couple ..... 7 ; 14 ; 26

## D

Découpe numérique ..... 12 ; 54  
 Demi-coque ..... 15  
 Droit ..... 15 ; 16

## E

Échantillonnage ..... 7 ; 24  
 Équerrage ..... 16  
 Époxy ..... 10 ; 44 ; 49 ; 50  
 Estain ..... 22  
 Espar ..... 39

Étambot ..... 21  
 Étrave ..... 66  
 Ettan ..... 69  
 Étuve ..... 26 ; 27 ; 36  
 Emplanture *(de mât)* ..... 40 ; 76

## F

Franc-bord ..... 14  
 Fémelot ..... 78

## G

Gabarits ..... 24 ; 30  
 Gabarit de couple ..... 13  
 Galbord ..... 17 ; 31 ; 36  
 Genou ..... 24  
 Guirlande ..... 73  
 Gouvernail ..... 77

## H

Herminette ..... 25  
 Hiloire ..... 21  
 Hors-bordé ..... 15  
 Hors-membre ..... 15  
 Humidité ..... 53

## I

Imprégnation ..... 10 ; 45  
 Inox ..... 19

## J

Jaumière ..... 21  
 Joint-congé ..... 46 ; 47

## K

Kit ..... 54

## L

Lamellé-collé ..... 10 ; 17  
 Largeur ..... 14  
 Lest ..... 21 ; 23  
 Ligne d'eau ..... 14  
 Lissage ..... 15 ; 31  
 Lisse ..... 21 ; 58  
 Liston ..... 72 ; 73  
 Livet ..... 14  
 Longueur de coque ..... 14  
 Longueur flottaison ..... 14

## M

Maille ..... 25  
 Maillet de calfat ..... 35  
 Mannequin ..... 14 ; 67 ; 68  
 Mastic colle polyuréthane ..... 38 ; 50 ; 69 ; 71  
 Mât ..... 39 ; 80  
 Mât creux ..... 40  
 Marsouin ..... 22  
 Membrane ..... 5 ; 7 ; 13 ; 20 ; 64  
 Membrane découpée ..... 24 ; 25  
 Membrane dévoyée ..... 25  
 Membrane franche ..... 23 ; 24  
 Membrane lamellée ..... 29 ; 30 ; 65 ; 72  
 Membrane ployée ..... 17 ; 26  
 Minium ..... 22

## N

Nable ..... 76 ; 82

## O

Okoumé ..... 51  
 Osmose ..... 10

## P

Pad ..... 42  
 Partage de bordé ..... 31  
 Peinture ..... 40  
 Petites lattes ..... 17 ; 51 ; 52 ; 53  
 Plat-bord ..... 72 ; 73  
 PPU ..... 50  
 Préceinte ..... 31 ; 36  
 Primaire ..... 41 ; 43

## Q

Quête *(de mât de tableau...)* ..... 76  
 Quille ..... 20 ; 21

## R

Râblure ..... 14 ; 21  
 Ralingue ..... 40  
 Réa ..... 39 ; 80 ; 82  
 Rempli ..... 31  
 Résine ..... 10 ; 44  
 Résorcine ..... 50  
 Ribord ..... 31  
 Rivets à bateau ..... 19 ; 29 ; 38  
 Rouf ..... 21

## S

Safran ..... 21 ;  
 Scarf ..... 18  
 Scie à ruban inclinable ..... 25  
 Sergé ..... 48  
 Serre des bancs ..... 72 ; 74  
 Serre-bauquière ..... 21 ; 58 ; 76  
 Sole ..... 69 ; 72  
 Stratification ..... 48 ; 49  
 Strip planking ..... 10

## T

Tableau ..... 14 ; 21 ; 22 ; 38 ; 66  
 Talon ..... 52 ; 72  
 Tapon ..... 20  
 Taquet ..... 30 ; 65  
 Taquet (pour cordage) ..... 82  
 Tas ..... 19 a ; 29  
 Tirant d'eau ..... 14  
 Tissu de verre ..... 48  
 Tolet ..... 72 ; 85  
 Toletière ..... 73 ; 85  
 Tour ..... 16  
 Tracé, traçage ..... 14 ; 15  
 Trévire ..... 36

## V

Varangue ..... 7 ; 21 ; 24 ; 64  
 Vergue ..... 79 ; 80 ; 81  
 Vernis ..... 40  
 Virure de bordé ..... 31  
 Voile-aviron ..... 78  
 Voûte ..... 21 ; 22

## Y

Yacht classique ..... 5

## Formule A

Abonnez-vous 1 an =  
6 numéros + 1 hors-série



## Formule B

Abonnez-vous 1 an =  
6 numéros + 1 hors-série + l'accès  
aux versions numériques sur tablette



En tant qu'abonné(e), vous bénéficiez de remises  
chez nos partenaires.



Renvoyez ce bulletin d'abonnement ou abonnez-vous en ligne  
sur notre boutique [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr) Rubrique Revues/Abonnement

### BULLETIN D'ABONNEMENT

**BOUVET** - ABT - 10, av. Victor-Hugo - CS60051 - 55800 REVIGNY  
Tél. 03 29 70 56 33 - Fax 03 29 70 57 44 - [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr)

Code **ABOU0031**

À découper ou photocopier

- |   |                                  |                                  |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> <b>OUI, je m'abonne au BOUVET</b>                                  | France<br>métropolitaine*        | DOM (avion)<br>Union Européenne* |
| <input type="checkbox"/> Formule A 1 an (6 numéros + 1 hors-série)                          | <input type="checkbox"/> 37 €    | <input type="checkbox"/> 43,70 € |
| <input type="checkbox"/> Formule B 1 an (6 numéros + 1 hors-série + versions numériques)    | <input type="checkbox"/> 45 €    | <input type="checkbox"/> 52 €    |
| <input type="checkbox"/> Formule A 2 ans (12 numéros + 2 hors-séries)                       | <input type="checkbox"/> 68,60 € | <input type="checkbox"/> 81,90 € |
| <input type="checkbox"/> Formule B 2 ans (12 numéros + 2 hors-séries + versions numériques) | <input type="checkbox"/> 81 €    | <input type="checkbox"/> 98 €    |
- 
- |   |                                  |                                  |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> <b>OUI, je m'abonne au BOUVET et à BOIS+ et je profite de 20% d'économie</b> |                                  |                                  |
| <input type="checkbox"/> Formule A 1 an (10 numéros + 2 hors-séries)                                  | <input type="checkbox"/> 59,90 € | <input type="checkbox"/> 70,90 € |
| <input type="checkbox"/> Formule B 1 an (10 numéros + 2 hors-séries + versions numériques)            | <input type="checkbox"/> 69,90 € | <input type="checkbox"/> 81,90 € |

Règlement :  par chèque ci-joint, à l'ordre de : Le Bouvet  
 par carte bancaire n°                       
 expire le     CVC     Signature :   
(trois derniers chiffres du n° figurant au verso de votre carte) (uniquement pour CB)

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code postal

Ville .....

E-mail .....

Merci d'écrire votre e-mail de façon très lisible pour recevoir vos accès aux versions numériques sur tablette et smartphone.

- J'accepte de recevoir par e-mail :
- Les informations et nouvelles offres de BLB-bois  oui  non
  - Les offres des partenaires de BLB-bois :  oui  non

\* Tarif autres destinations, consultez [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr)



Tous les hors-séries du Bouvet sont sur [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr)