

32

LES AMÉNAGEMENTS

Je ne vais pas traiter de la conception des aménagements, mais de ce qui est particulier aux bateaux métalliques. Les aménagements doivent être amovibles en grande partie. Ils doivent être conçus pour être démontables et rendre l'accès au bordé commode, aussi doivent-ils être construits dans une chronologie rigoureuse et inverse de celle du déshabillage qu'il faudra faire pour visiter le bordé.

Je ne doute pas que les peintures de l'intérieur puissent être bien faites. Dans ce cas, elles dureront une large dizaine d'années. Mais lors d'un abordage, d'une réparation ou d'une modification, on peut avoir besoin d'accéder au bordé pour y travailler l'acier et le repeindre. Et puis, comme dans une maison, on peut avoir envie de changer la disposition des aménagements d'une cabine ! On en profitera pour démonter les aménagements de ce poste-là, et pour repeindre le bordé. Rarissimes sont les obligations de repeindre tout l'intérieur et de démonter tous les aménagements. J'en connais quelques cas, très rares. Mais les raisons de ces gros travaux étaient des bêtises que l'expérience actuelle ne rend plus possible pour ceux qui cherchent tant soit peu à s'informer auprès de sources compétentes et expérimentées ! Se méfier de ceux dont la connaissance est seulement théorique, même approfondie !

CHRONOLOGIE

Tout d'abord la structure aura été percée pour recevoir les vissages des aménagements. S'il n'y a pas d'élément de structure là où on veut fixer un cloison, on soude les pattes percées sur les lisses plutôt que sur le bordé.

On évitera de souder trop de bases d'aménagements en profilés d'acier doux car ce sera un travail plus long qu'avec des tasseaux de bois et ce sera plus lourd. On peut utiliser des cornières de 15 ou 20 mm en inox si on le désire. On choisira de l'inox 304.

● On commence par les cloisons et demi-cloisons transversales,

● on pose des tasseaux contre toutes les membrures en intercalant, entre le bois et le métal, un joint synthétique évitant le pourrissement du bois par l'eau de condensation qui pourrait s'écouler par instants (pendant les travaux, l'hiver). Ces tasseaux dépassent des fers pour que le vaigrage ne touche pas le métal.

● on visse sur des tasseaux les cloisons longitudinales aux cloisons transversales déjà en place. On dispose ainsi les façades de meubles.

● puis, de la même façon on dispose les façades d'équipets, les encadrements de placards, etc.

Tout ce qui est vertical et longitudinal

● on met en place les dessus de banquettes, cuisine, meubles, amovibles ou pas.

Le bois est traité au fur et à mesure de sa pose définitive au Bondex non gras ou autre produit fongicide.

● puis on fabrique les petits compartimentages des équipets.

● on redécoupe au fur et à mesure la mousse d'isolation (voir ce chapitre) qui, jusque-là, était en grands panneaux pour éviter la condensation pendant les travaux. Et on place les panneaux ainsi coupés à leurs bonnes dimensions entre les cloisons et les meubles. Le principe étant que pour accéder au bordé entre deux meubles ou au fond de l'un d'eux, il suffit d'ôter proprement un panneau et non d'arracher une partie d'une vaste surface qui soit à cheval sur plusieurs éléments différents.

● une fois les meubles achevés, on place le vaigrage qui habille et retient la mousse.

Le vaigrage, comme la mousse, est en petits panneaux et ne se trouve pas derrière plusieurs éléments différents. Il s'encastre entre les meubles et entre les cloisons.

On le fera en contre-plaqué ou en lattes. En lattes, ce sera plus facile. Voyez le chapitre sur l'isolation.

● les planchers sont encastrés entre les meubles. On peut les fabriquer au fur et à mesure qu'on pose les façades de meubles. Jamais il ne faut d'abord poser les planchers puis bâtir les meubles sur eux. A la différence d'une maison, les planchers sont mis en place après la fabrication des meubles, des plus grands (couchettes, placards) aux plus petits (équipets).

LES MATÉRIAUX

Ainsi, il y aura un minimum d'éléments à démonter pour accéder au bordé.

Les aménagements sont faits en contre-plaqué CTBX. Les meubles en 10 mm ; les planchers en 15 mm ; le vaigrage en 5 mm ; les cloisons en 10 ou 15 mm ; 19 mm pour les grands bateaux de plus de 12 mètres.

Ils sont vissés avec des vis laiton ou inox au molybdène dans des tasseaux en pin de 15 x 15 ou 20 x 20.

Les aménagements sont pré-montés. Puis on les démonte, on traite le bois au Bondex (non gras), on peint et remonte les panneaux.

On peint alors la finition de l'extérieur des meubles. On peut visser et coller les éléments définitifs = cloisons transversales, façades des meubles principaux. Le reste est seulement vissé.

Les planchers et panneaux amovibles (dessus de banquettes...) seront assurés en place par des loqueteaux ou des taquets excentriques.

L'ISOLATION

C'est un point capital du confort thermique et phonique, mais aussi de la bonne santé des peintures intérieures, du bordé et des vivres.

Avec l'aération qui complète l'action de l'isolation et que je traite au chapitre suivant.

Isoler un bateau métallique (conducteur thermique) est indispensable, nécessaire !

Voici le principe de la condensation. Il s'agit d'une différence de pression due à une différence de température. La condensation se forme du côté le plus chaud d'un matériau. Prenons le bateau l'été. La nuit, il a fait frais. A l'intérieur du bateau, l'air est plus frais que dehors dès que la température extérieure monte. Vers 9 ou 10 heures, apparaît une condensation plus ou moins forte selon la différence de température nuit-jour et selon l'hygrométrie.

Cette condensation se fait à l'extérieur du bateau. Elle est très gênante si on veut peindre le bateau. On la réduit en mettant un chauffage dans le bateau, la nuit.

Le soir, l'hiver surtout, l'air sera plus froid dehors que dedans. Une « rosée » apparaîtra alors, mais à l'intérieur du bateau.

Lorsque vous vivez dans le bateau, l'intérieur est plus chaud. La condensation se forme à l'intérieur.

Une seule solution = mettre les deux faces du métal, tout le métal donc, à une seule température. Comme on ne peut pas mettre le bateau dans une « housse », on met l'isolation à l'intérieur. L'acier ou l'aluminium (car les alliages d'aluminium étant plus conducteurs que l'acier sont encore plus sujets à la condensation !) isolé de l'air chaud de l'intérieur du bateau sera tout à la température extérieure et il n'y aura pas du tout de condensation !

Des gens de peu de logique ont dit, dans le passé, qu'il fallait laisser une couche d'air entre l'isolant et le métal. Non, voyons ! Car cette couche d'air est plus chaude que l'air extérieur et il y a de la condensation, c'est prouvé ! Non, l'isolant se plaque contre le métal !

Pour l'aluminium, si on veut on peut le coller. Pour l'acier, on l'encastre entre les

éléments de structure et l'expérience montre qu'il tient tout à fait bien ainsi !

L'isolant ne peut en aucun cas être de la laine de verre. Elle pompe l'humidité de l'air. Ce sera une mousse synthétique. Soit du polystyrène, soit du polyuréthane. Je préfère le polystyrène qui n'a pas tendance à se transformer en poussière sous les vibrations et variations de température. On trouve du polystyrène ignifugé conçu pour le bâtiment et qui convient bien. Mais s'il ne brûle pas, il dégage des gaz nocifs. Aussi, ma préférence va-t-elle en valeur absolue vers le PVC. Cette mousse de polychlorure de vinyle ne brûle pas, ne dégage pas de gaz nocifs et est étanche même à la vapeur d'eau. Comme elle coûte plus cher, on se la procurera en panneaux déclassés pour défauts d'équerrage et d'aspect. On choisira les densités les plus faibles = 33, 40 ou 55 kg/m³.

En France, on la trouve sous le nom de Damicell ou Klegecell, Airex en Suisse ou Reticell en Allemagne, Klegecell ailleurs. C'est d'ailleurs un procédé français. La mousse de PVC pourra être choisie pour isoler la cuisine, les cabines. La mousse de polystyrène pourra être préférée, à cause de son prix, pour les endroits secondaires.

On isole ainsi le pont, le bordé supérieur jusqu'à 10 ou 20 cm sous la flottaison, et la voûte arrière. On n'isole pas la coque sous la flottaison car l'eau, fraîche l'été et tiède l'hiver, est un excellent régulateur thermique.

La mousse est coupée au couteau (mal aiguisé) en rectangles encastrés à force entre les lisses. Le pont est le plus exposé. Il doit aussi être le mieux isolé. On remplit de mousse tout l'espace entre les tôles et le vaigrage. Le chant des barrots est habillé de feuilles de mousse de 2 à 3 mm d'épaisseur, vendues en rouleaux. Le vaigrage est vissé dans les tasseaux placés contre tous les barrots à travers ces feuilles de mousse et retient toute l'isolation du pont qui est donc totalement étanche.

Dans le haut du bordé, le problème est déjà moins important. On encastre entre les lisses une épaisseur de mousse de 3 à 4 cm. Plus, si on veut. Ce n'est pas nécessaire sauf peut-être dans les cabines.

Le vaigrage, lui, est posé contre les tasseaux fixés aux membrures. Ainsi, il pourra y avoir un espace entre la mousse et le vaigrage. Mais non pas entre le bordé et la mousse ! C'est sans doute de là que vient la confusion !

Les membrures et surtout les tirants sous cadènes et tous les fers qui risqueraient d'apparaître à l'intérieur doivent être consciencieusement emmaillotés de bandes de mousse et habillés de bois. Aucun fer, absolument aucun, ne doit être apparent au-dessus de la flottaison et surtout au niveau du pont. Tous doivent être isolés et habillés de bois !

Je ne suis pas favorable à la projection de mousse contre le bordé, méthode qui rend l'accès à la tôle difficile en cas de nécessité de réparation !

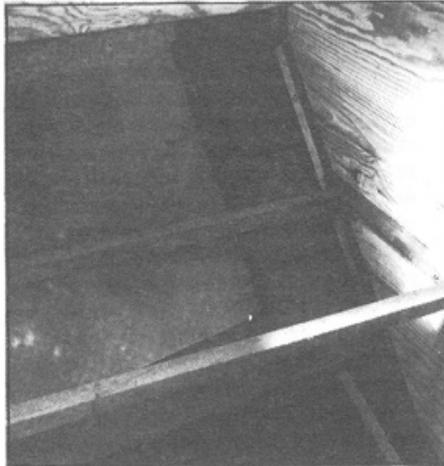


Photo D 64 : Détails des tasseaux qui vont recevoir une couchette.

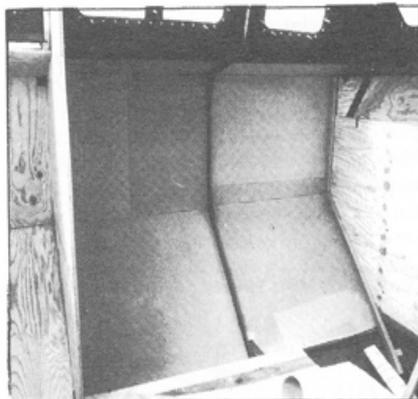


Photo D 65 : Aménagements à leur premier stade. De la mousse est encastrée entre les éléments de structure sur deux épaisseurs.

HABILLAGE DU ROOF ET DU PONT

Habiller (vaigrer) le pont et le roof est un travail léger mais difficile à cause de la multiplicité des découpes. Voici quelques idées pour se faciliter le travail autant que possible, ce qui est ma préoccupation principale et il faut reconnaître que c'est dès la conception du bateau que l'architecte facilite ou complique la tâche des propriétaires ! Alors autant la faciliter !

Que ce soit en bois, contre-plaqué, polyester ou métal, les hiloires de roof sont un casse-tête chinois à habiller, isoler, vaigrer. A l'extérieur, les vitrages fixes font saillie, le matériau dont est faite l'hiloire est découpé à chaque hublot et laisse voir son épaisseur... plus ou moins régulièrement taillée ! A l'intérieur, les écrous et vis du boulonnage obligatoire et réglementaire dépassent. Petits reliefs vaguement ronds, espacés d'à peu près 5 à 7 cm. Pas gai tout ça ! Ne rien mettre pour cacher tout cela, ou mettre très peu de chose pour « habiller sans cacher » et voici que goutte la condensation du petit matin. Et, surprise, il y a toujours, juste en dessous, ou bien votre couchette, ou vous, ou votre petite camarade que vous aviez eu tant de mal à venir voir votre « yatche » ou bien encore les cartes de la table à cartes amoureusement vernie.

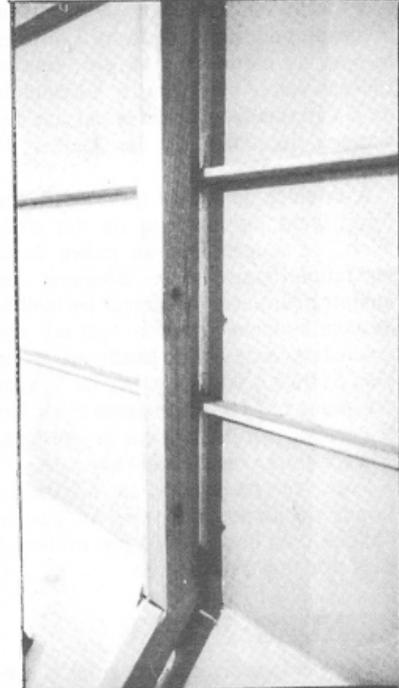


Photo D 62 : Un tasseau de vaigrage fixé contre une membrure. Il n'y a pas encore de mousse entre les lisses.



Photo D 63 : Détail de vaigrage (en haut à droite), d'isolation (en bas à droite), de cloison (à gauche) et de tasseaux.

Mettre quelque chose et se pose le double problème : quoi et comment ?

Va bien falloir trouver quelque chose !

La découpe de l'hiloire, sa structure

Tout commence là, selon la façon dont l'hiloire est conçue, découpée et structurée, tout changera au moment du vaigrage.

En principe (!) la construction acier moderne se fait par le bordage à l'envers d'une structure où sont déjà en place les barrots de pont et de roof. Une fois le retournement effectué, on borde les passavants et les plages avant et arrière du pont. Puis on borde le toit du roof, la séparation qui fait la face arrière du roof, l'avant du cockpit et, en général, la descente. Ensuite se bordent les hiloires ainsi que le devant du roof, ainsi que l'arrière

si le cockpit est central. On garde parfois le cockpit pour la fin, de façon à différer la pose du moteur (qu'on peut le plus souvent passer par la partie horizontale de la descente) et faciliter le passage des cloisons découpées ou des feuilles de contre-plaqué.

A ce sujet, je signale qu'il suffit une fois l'avant du roof, ou un des côtés posés, de couper 5 cm au milieu de la séparation entre deux découpes de hublots pour passer en largeur les feuilles de contre-plaqué (environ 1,25 m). On ressoudra cette petite bande en pleine tôle. Surtout pas dans le bas ou le haut des hublots ! Même bien après avoir fait la peinture. En prenant ces précautions, cela n'entraîne aucune mauvaise suite.

Voyez sur les dessins, les différentes façons de découper la tôle au bas de l'hiloire... en haut il n'y a pas le choix ! Et la structure de cette zone.

PEINDRE - VITRER

Dès que le sablage a été fait et la première couche de peinture de protection passée (au zinc, merci !) ou dès que la pré-peinture a été dégraissée, retouches

faites, Wash-Primer puis première couche passée, l'immédiat souci est de mettre hors d'eau l'intérieur du bateau. A ce stade, les trous sont percés pour tout ce qu'il y a à boulonner (poulie à plat pont sur leurs omégas, capots de pont sur leurs supports, altu ou plexi sur les découpes de roof, de pont et de coque, guindeau, etc...), toutes les soudures de pont sont faites, toutes les découpes aussi, les calepieds et mains courantes en inox soudés, les ronds d'inox soudés sur le pavois, enfin tout ce qui se perce, se soude, se meule, se découpe ! L'extérieur et l'intérieur sont peints, le moteur posé et ligné.

Avant de fixer les vitrages puis d'aménager, il faut peindre. Mais pour peindre au chaud et au sec à l'intérieur, il faut poser les vaigrages !!

Aussi peint-on les 10 cm autour des vitrages fixes et des supports de panneaux de pont. « Dans les règles de l'art », selon les conseils du fournisseur et en respectant les temps de séchage entre couches et les températures et hygrométrie autorisés, on applique sur ces 10 cm la totalité des couches de peinture de protection et de finition. Sur la coque, on

n'applique pas la dernière ou les deux dernières finitions qui seraient déjà abîmées par les derniers travaux. Mais sur ces 10 cm, absolument toute la gamme est peinte. Pensez qu'en général on gagne à souligner d'une couleur soutenue les hiloires de roof où les découpes de vitrages apparaîtront en sombre. Une teinte plus soutenue, harmonisée à celle des « altu » ou « plexi » sera bienvenue et affinera la ligne du bateau.

Cette peinture posée, vous découpez, percez et boulonnez les vitrages fixes. Vous verrez tout à l'heure que, selon le type d'habillage choisi, il faut déjà penser à laisser, ou pas, dépasser 4 à 6 vis à métaux, à l'intérieur du bateau. Une autre fois, nous parlerons de la pose de ces vitrages fixes. Beaucoup de Rubson, ou de joint Sika. C'est le secret de l'étanchéité. On en met autour de la découpe sur 3 cm de large, le recouvrement du vitrage fixe sur la découpe. On en met aussi sur la vis avant de l'enfiler dans le trou et de placer de l'autre côté la rondelle inox et l'écrou. Vis, rondelle et écrou sont en inox au molybdène = 18-10 ou 18-12 MO. La vis est à tête plate ou ronde large mais non fraisée. Naturellement, on peint aussi 10 cm côté intérieur ! Surtout ne finissez pas « proprement » l'extérieur de ces 10 cm. Etalez et tirez les peintures depuis la découpe vers « l'extérieur ».

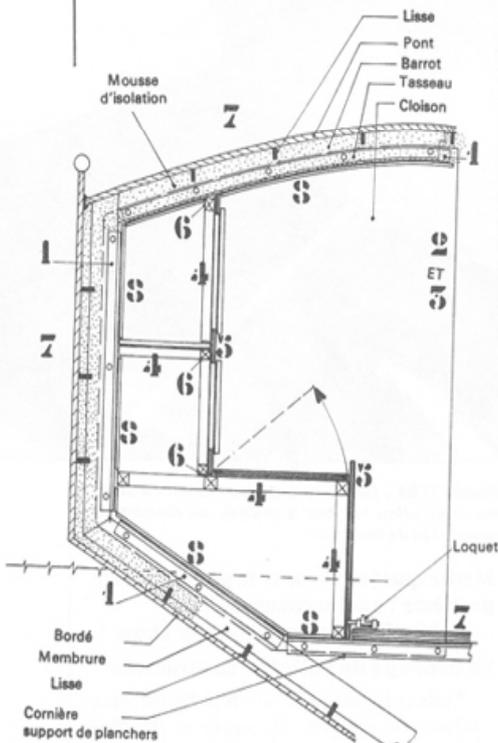
Les vitrages fixes sont posés ! Diverses tâches vont suivre : les aménagements, l'équipement, la finition. Et un jour il faudra « se les habiller », ces côtés de roof, ces hiloires !

HABILLER - ENCADRER

En gros, il faut :

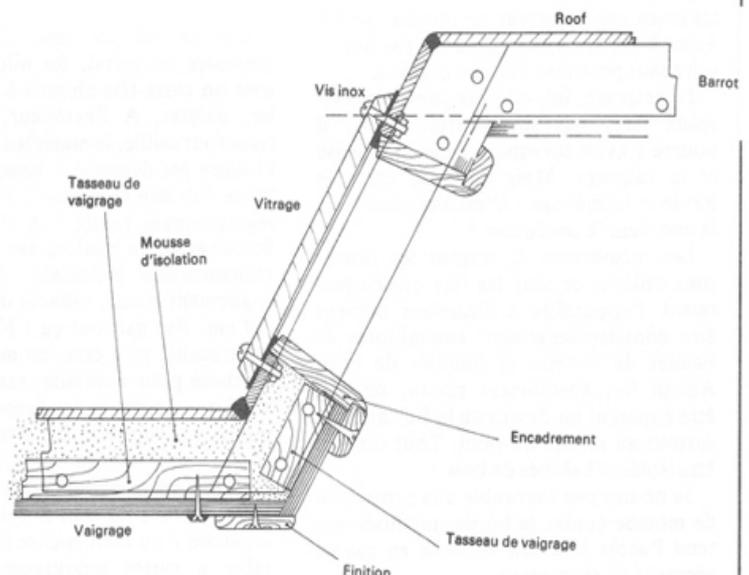
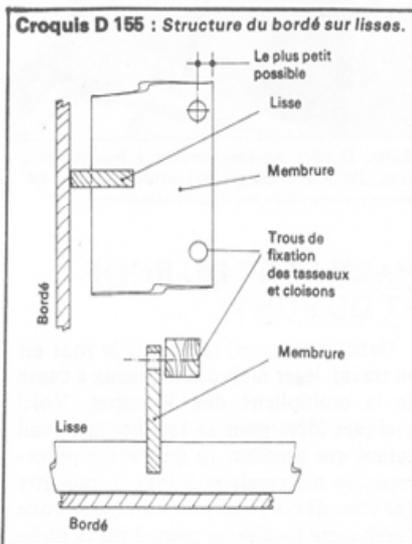
- cacher la découpe,
- tendre une surface agréable à l'œil par-dessus la tôle, sa structure, les boulons.

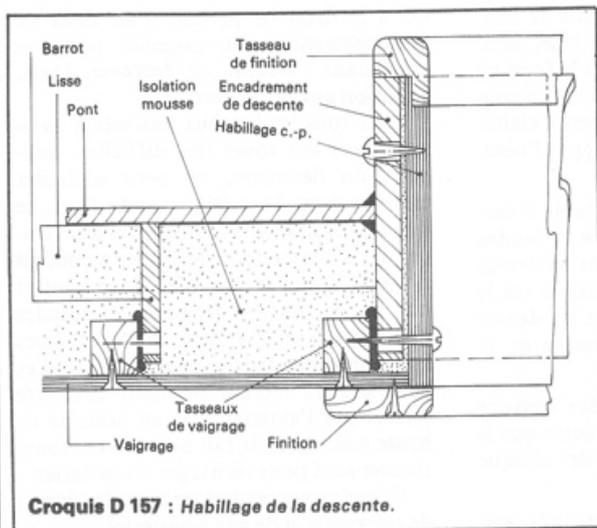
Croquis D 156 : Vaigrage du roof et encadrement de vitrage.



Croquis D 154 : Chronologie de construction des aménagements.

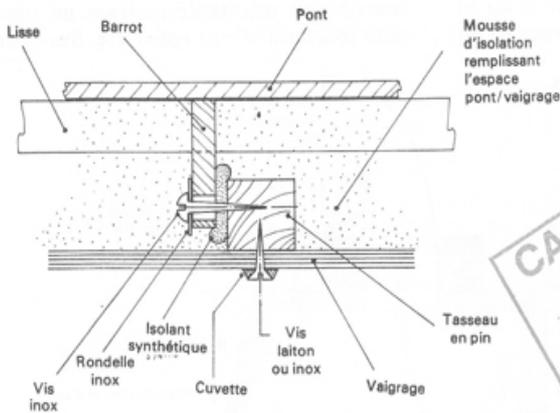
1. Pose des tasseaux de vaigrages 20 x 20.
2. Cloisonnement transversal principal : cloisons.
3. Cloisonnement transversal secondaire : demi-cloisons.
4. Tasseaux d'aménagements.
5. Façades de meubles et d'équipets.
6. Tasseaux secondaires sur ces façades.
7. Plancher et découpe définitive des plaques de mousse qui ont été placées juste après la finition des peintures mais laissées en grandes surfaces ne correspondant pas toujours à la répartition des aménagements.
8. Vaigrage et fonds d'équipets se font en dernier. Reste ensuite la finition de l'ensemble.





Croquis D 157 : Habillage de la descente.

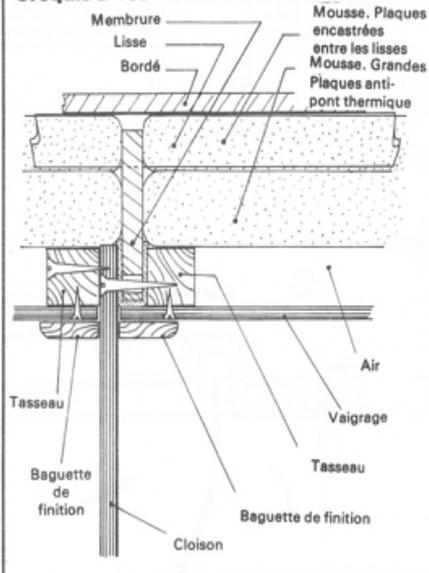
Croquis D 159 : Ni les tasseaux ni le vaigrage ne doivent toucher la structure métallique.



Mousse d'isolation remplissant l'espace pont/vaigrage

Tasseau en pin

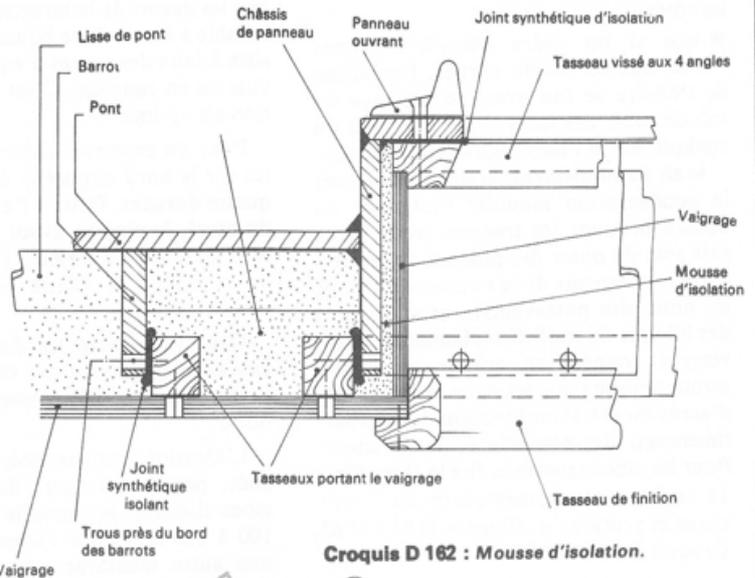
Croquis D 160 : Isolation, tasseau, cloison.



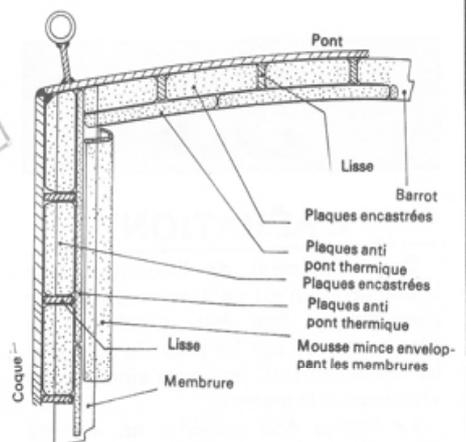
caches en plastique faits pour cet usage et vendus dans les commerces de bricolage et décoration d'appartement.

Le lattage = vous posez des tasseaux formant un cadre autour de l'hioloire et des découpes de hublots sur ce cadre, vous tendez des lattes en long ou verticales. Ces lattes sont en principes du type « frissette » de pin ou de mélèze, à chevauchement. Ce qui permet un clouage (laiton) masqué par la latte suivante. Un

Croquis D 158 : Vaigrage de pont. Finition du vaigrage autour d'un panneau de pont.



Croquis D 162 : Mousse d'isolation.



cadre en bois assimile la découpe du métal, celle des lattes et les écrous. Entre lattes et métal, une épaisseur maximum de mousse ignifugée (polystyrène) ou ininflammable (PVC-Damicell, déclassé) va éviter la condensation.

Le contre-plaqué : un cadre de tasseaux en pin recevra un bandeau de contre-plaqué qui, tout comme les lattes du choix précédent, retient une forte épaisseur de mousse. Des encadrements en bois (pin, résineux, acajou, teck, padouk, etc) assureront le rôle décrit ici avant ainsi que l'esthétique.

L'habillage « mou » est le plus facile surtout si vous pouvez vous procurer les caches en plastique dissimulant, sans les rendre inaccessibles, les écrous fixant les vitrages.

Le lattage permet encore une certaine « souplesse », c'est-à-dire une certaine maladresse dans les découpes. Des baguettes habilement fixées masqueront les bords de ces panneaux difficiles à réaliser.

Le contre-plaqué demande la fabrication d'un gabarit en carton avant de découper le bois si on ne veut pas gâcher des panneaux !

CAROFF - DUFLOS
 Architecture Navale
 20- rue du Château
 43270 ALLÈGRE

● mais tout cela doit rester démontable si c'est « en dur », ou facilement arrachable.

● en tout cas, on doit pouvoir accéder aux boulons du vitrage pour remplacer une vitre cassée, étoilée ou rayée, pour refaire l'étanchéité.

● donc il faut « encadrer » par l'intérieur, la découpe de l'acier.

● il faudra aussi combattre la condensation : isoler.

Les différentes méthodes sont :

La pose d'un revêtement mou par collage, Buflon ou moquette. Evitez les colles époxyde (Araldite) trop « solides » qui rendraient l'arrachage impossible et le, colles néoprène pour la raison inverse ! Ce revêtement est posé par dessus une couche de mousse de polystyrène (d'épaisseur 2 à 3 mm en rouleau). Il peut être pincé autour des écrous par un cadre en bois ou polyester moulé.

On peut aussi arrêter proprement ces matériaux au bord de la découpe, la moquette en léger débord après avoir ôté de petits ronds à chaque écrou. Pour masquer le boulon et le trou dans la moquette, on enfle sur les écrous des

Notez enfin :

- que le devant de roof s'habille comme les côtés,
- que si un cadre amovible permet l'accès aux écrous du vitrage, l'habillage de l'hiloire se fait avant le vaigrage du toit de roof, des faces avant et arrière du cockpit, avant l'habillage des passavants.

Mais naturellement, pour ne pas laisser la condensation mouiller l'intérieur du bateau pendant les travaux, vous aurez pris soin de poser des plaques de mousse entre les éléments de la structure du roof, du pont, des passavants... et si possible des hiloires de roof. Ces plaques, primitivement coupées en grands panneaux, seront ensuite séparées selon les nécessités d'accès du métal en fonction du compartimentage, des placards et des équipets. Pour les aménagements, lire le Hors Série 14 : « Les aménagements intérieurs, technique et pratique ». (Photos D 62 à D 65. Croquis D 154 à D 162).

d'aération. De même, les dessus de couchettes pourront être à claire-voie, ainsi que les dessus de banquettes et le fond de la table à cartes. Une bonne solution consiste à faire des portes d'équipets à claire-voie ou en cannage. C'est léger et l'aération est optimum.

Pour un ensemble cuisine, table à cartes sur le bord opposé et carré, il faudra quatre dorades. Deux à l'avant au-dessus du carré, le plus en avant possible sur le roof et deux à l'arrière, l'une au-dessus de la cuisine et l'autre au-dessus de la table à cartes.

Dans l'ensemble les dorades devront être aussi éloignées l'une de l'autre que le permettent les dimensions de chaque poste.

L'aération moteur doit être très soignée, pour les bateaux destinés aux régions chaudes. Je conseille une dorade de 100 à 120 mm pour l'admission d'air et une autre identique pour l'évacuation.

On a le droit de prendre l'air dans les aménagements, par exemple par une grille dans l'escalier de descente. Mais, attention aux refoulements !

Pour tous les bateaux destinés à naviguer dans des zones très difficiles, quillards ou dériveurs, on peut souhaiter clore le pont hermétiquement. Dans ce but, les dorades seront pourvues d'un clapet à vis permettant de clore le conduit d'entrée d'air, si possible par le haut et non par le bas. On fermera ces dorades par l'intérieur. La molette devra alors être accessible dans le conduit d'air. Les aérateurs du moteur peuvent, eux, être fermés par l'extérieur car en principe en haute mer, on ne le fait pas souvent fonctionner sauf pour recharger les batteries.

Il faudra penser à clore aussi les événements de réservoirs et de bac à batteries.

On peut opter pour des dorades composées d'une boîte avec manche à air amovible et orientable coiffant un tube cette fois muni d'une collerette. Sur cette



Début d'aménagement et d'isolation d'une vedette à moteur. Selon la saison, les priorités ou « l'envie », une fois les peintures intérieures faites, on peut passer à la pose des cloisons ou de l'isolation... ou un mélange des deux...





Fabrication des gabarits des futures cloisons d'Impermanence, Chatam 43 à coque acier et pont inox. Leur pose dans le bateau pas encore isolé.

La mousse sera, ici, projetée sous pression, ce qui permet de poser les cloisons avant. Cette méthode ne donne plus un accès aisé au métal. Je crains des retenues humides qui peuvent créer des zones de corrosion par aération différentielle sur l'alu nu. Sur l'acier peint cela convient mieux.

Pour l'isolation il existe la mousse de polystyrène expansé ignifugé (la moins coûteuse, dans les grandes surfaces de bricolage), la mousse de PVC expansé (densité inférieure ou égale à 33. Coûteuse, mais non feu et imputrescible. Chez les fournisseurs spécialisés. Essayez d'en trouver « déclassée ».) et la mousse projetée : polyuréthane en général.





Prépositionnement des cloisons et meubles avant la pose de l'isolation dans ce Chatam en alu.

Un grand, très grand merci « aux Boulals » (voyez leur blog sur Boulal, leur Chatam 40, chez Mr. Google !) et à André Langevin, Chatam 43 « Impermanence » (de même voyez l'intéressant blog d'André Langevin), deux Amateurs inspirés dont les photos sont parmi celles qui illustrent ces deux articles sur les aménagements.

Suite dans Aménagements-2

Aménagements-2

Quelques exemples d'aménagements de divers Chatam.



Chatam 43 DI à salon de pont.



Chatam 43 DI à salon de pont construit aux USA.



Cuisine et toilettes du **Chatam 40** Boulal en cours de construction.



Cuisine partiellement en cours dans un **Chatam 52**.



Autre cuisine en cours dans un **Chatam 60** à cockpit central et carré arrière.



Carré d'un **Atlantis 400** (version professionnelle du Chatam 40) DI à salon de pont.



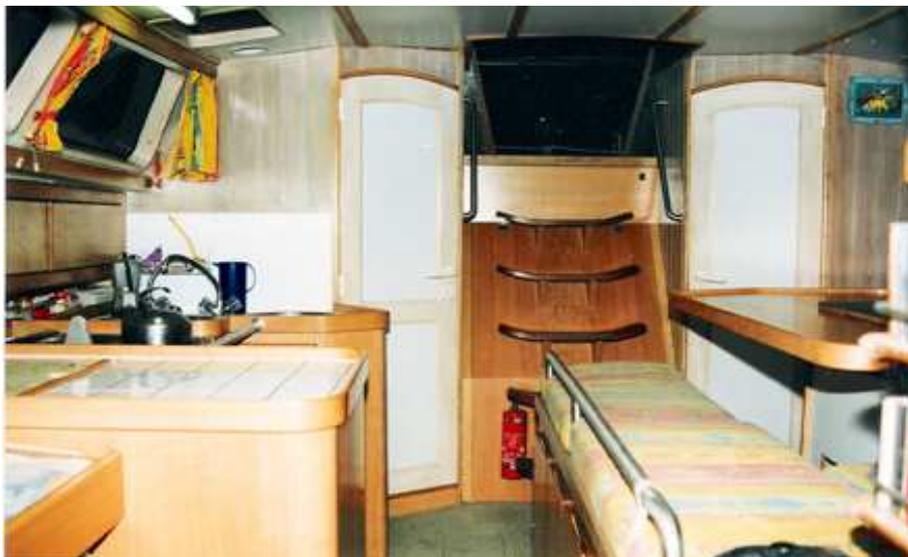
Salon de pont d'un **Chatam 47** au chantier Simbad.



Poste de navigation d'un **Atlantis 430** (années 95)



Poste de navigation d'un **Chatam 52**. L'ordinateur joue plusieurs fonctions à la fois... Une grande table à cartes devient de moins en moins nécessaire. Le poste de nave sert aussi de bureau à tout faire.



Salon de pont d'un **Chatam 40**.



Lit double dans la cabine arrière d'un **Chatam 52**.



Cabines de propriétaires en avant du salon de pont, à côté du puits de dérive dont le dessus sert de tablette de chevet.

Voyez d'autres exemples dans les différents albums de photos de ce site, et dans les rubriques qui comportent les dessins d'aménagements. Les dossiers comportent les plans d'aménagements, standard, et en général des variantes supplémentaires.

Coque en acier : les anodes.

12

LA PROTECTION CATHODIQUE DES BATEAUX EN ACIER DOUX

Ce chapitre est un de ceux qui prêtent le plus à controverses, à tel point que les sociétés qui font profession de calculer et poser les anodes sur un bateau en acier doux refusent de généraliser et n'opèrent qu'unité après unité. Il faut bien, pourtant, dégager quelques généralités pour qu'une approche de ce sujet soit possible pour le plus grand nombre.

La migration ionique dépend de plusieurs facteurs, dont certains sont peu contrôlables :

- la différence des potentiels de dissolution des métaux en présence ;
- le rapport des masses de ces métaux ;
- la mise à la masse continue ou momentanée ;
- les fuites résiduelles de mises à la masse involontaires ;
- la salinité de l'eau de mer, sa teneur en chlorures ;
- la pureté de l'eau de mer, sa teneur en animalcules et salissures ou résidus chimiques ;
- la pureté de l'air et sa teneur en résidus industriels ou domestiques ;
- la température de l'eau de mer, et la température ambiante plus généralement parlant ;
- l'usure des anodes mises en place.

Pour dégager des généralités et pour qu'un architecte naval puisse faire un plan de pose des anodes, il faut concevoir qu'entre le bateau le mieux protégé et le

bateau du même modèle le moins bien protégé, il existe une fourchette dont le seuil est la disposition suffisante et le haut, par voie de conséquence, sera excessif.

A cette fourchette correspondra enfin une réponse type d'anodes en masse, nombre et disposition. Je souligne que cette réponse ne peut être qu'une approximation.

L'acier étant nettement moins dangereux que les alliages légers en ce domaine, ce type d'approximation est plus commode à établir.

Cependant, seul un contrôle à flot avec un millivoltmètre permet d'être certain que l'installation est correcte. Il est d'ailleurs possible de fabriquer un tel système avec deux fils et deux lucioles. On peut, en appliquant les fils sur la coque, voir s'il y a des fuites et si elles sont négatives ou positives.

Cette réserve sur la difficulté de protéger un bateau en acier est encore plus grande et je félicite S. Langevin d'avoir dit tout haut ce que beaucoup pensent tout bas, que « l'aluminium n'était pas à prendre à la légère » en construction individuelle. Tout comme l'équipement électrique et la motorisation d'une coque pontée en alliage léger achetée à un constructeur professionnel !

La suite ne concerne que l'équipement de voiliers en acier doux E.24, E.26 ou E.36. Le cas de l'aluminium est analysé par ailleurs dans cet ouvrage, de même que celui des aciers inoxydables.

LE COUPLE GALVANIQUE

Il existe trois types principaux d'effets de pile :

- le couple galvanique entre deux métaux de potentiels de dissolution différents ;
- l'effet de pile entre deux zones d'une même construction présentant des hétérogénéités de structure cristalline ou de traitements. Par exemple, une zone écrouie par une mise en formes et une zone recuite par un soudage. Il s'agit de micro-couples ;
- l'effet de pile entre une zone aérée normalement et une autre privée d'oxygène par la stagnation de salissures humides.

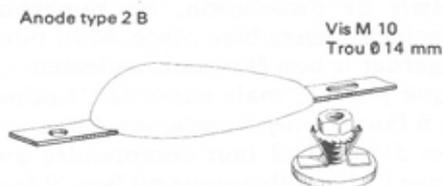
Dès qu'il y a différence de potentiel de dissolution et électrolyte, il y a corrosion de l'élément le moins noble à l'échelle des potentiels de dissolution, ou le moins oxygéné.

Le phénomène est connu pour l'immersion en eau de mer.

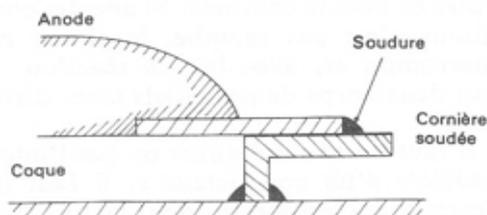
Il l'est moins pour la présence d'eau douce. Par exemple, les filières en câbles d'acier inoxydable qui se corrodent dans leur gaine en plastique. Le phénomène est dû à la présence d'eau de condensation dans les gaines et non d'eau de mer. La présence de traces de chlorures pouvant cependant être aggravante. L'eau de condensation contient de l'acide carbonique et de l'oxygène dissout. Il se forme des micro-couples dans le métal, dus à des

197

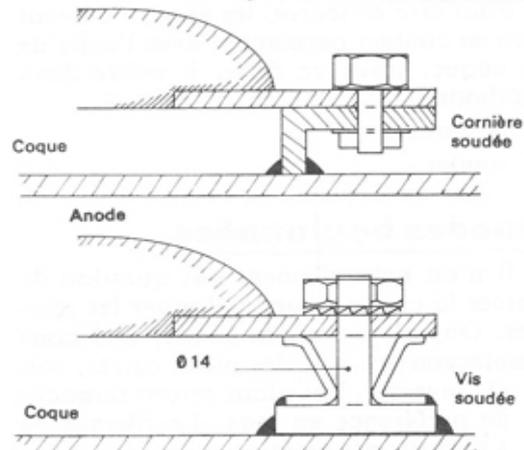
Croquis C 73 : Jonction boulonnée spéciale pour fixation des anodes.



Croquis C 75 : Anode soudée.



Croquis C 74 : Anodes vissées.



hétérogénéités de sa surface et à la conductibilité de l'électrolyte qui pourtant paraît anodin : de l'eau... pure !

On répond en général aux risques de corrosion de l'acier doux par le zinc utilisé sous plusieurs formes :

- dépôt électrolytique = tôles électro-zinguées ;
- dépôt par projection à chaud = tôles métallisées ;
- dépôt par peinture à froid = peintures riches en zinc ;
- anodes en zinc fixées à la coque.

Les trois premières solutions ont pour rôle principal de résoudre le problème de la corrosion entre deux points de la coque d'acier. La quatrième complète ce rôle et protège l'ensemble contre les couples galvaniques créés par des apports d'autres métaux.

Entre deux zones d'un même métal peut se créer un micro-couple. Des hétérogénéités du métal en sont la cause. Ces hétérogénéités proviennent de différences de structure cristalline, de traitements thermiques différents, de traitements mécaniques différents. Les potentiels de dissolution de ces points qui restent du même métal sont différents mais tous deux se situent dans des valeurs proches l'une de l'autre et en substituant au point qui jouait le rôle d'anode et risquait de se détruire un métal d'une valeur nettement inférieure, moins noble, électro-négative par rapport au moins électro-positif des deux zones, on détourne la réaction. Alors, toutes les zones métal électro-positif (l'acier) prennent la fonction unique de cathode par rapport au revêtement fait du métal électro-négatif (le zinc).

C'est le principe de l'unité face à l'adversité.

La couche protectrice de zinc déposée par l'un des procédés mentionnés plus haut joue ce rôle unificateur.

Par contre, si un passe-coque ou une hélice en bronze sont fixés sur le bateau en acier, leur électro-positivité, par rapport à la coque, endommagerait celle-ci. On substitue à l'acier, qui jouerait un rôle d'anode, des masses d'un métal plus électro-négatif que lui par rapport au bronze qui reste la cathode. Le zinc est le métal le plus employé pour ces « anodes de substitution ». Le magnésium et l'aluminium sont deux autres possibilités, mais plus onéreuses.

LES ANODES EN ZINC

Le principe est de relier par un contact conducteur permanent au métal à protéger (la coque du bateau en acier doux) un métal qui lui est électro-négatif dans le tableau des potentiels de dissolution. Par rapport à un troisième métal électro-positif, l'acier (acier inoxydable, cuivre, bronze), ces anodes se substituent à l'acier doux et détournent sur elles la réaction corrosive électrochimique. Le métal initial devenu cathode se trouve immunisé de la corrosion.

Le zinc est utilisé depuis près de deux siècles pour ce rôle d'anodes peu coûteuses, qui ne réclament pas d'entretien et durent longtemps.

La quantité d'anodes à mettre en place dépend d'un certain nombre de facteurs énoncés en tout début de ce chapitre.

Divers facteurs en modifient la consommation.

FACTEURS AUGMENTANT LA CONSOMMATION D'ANODES :

- les eaux chaudes des régions subtropicales ;
- l'eau polluée des ports ;
- des courants chauds ou acides léchant certaines régions tempérées ou industrialisées ;
- une masse importante d'un métal électro-positif soudée à l'acier inox ou bouillonnée : bronze, cuivre, laiton ;
- le manque de peintures de protection au zinc dans une ou plusieurs régions immergées de la carène ;
- la porosité des peintures de finition ;
- la baisse de masse des anodes de substitution ;
- l'insuffisance de masse des anodes en zinc ;
- la mise à la masse d'appareils électriques ;
- la mise à la masse des métaux électro-positifs, même s'ils ne sont pas soudés : arbre, hélice, passe-coque, vanne en inox, cuivre, bronze.

FACTEURS DIMINUANT LA CONSOMMATION D'ANODES :

- les eaux froides des hautes latitudes Nord ou Sud ;
- la présence d'eau douce froide et non polluée, près de glaciers polaires, près de grands fleuves non pollués ;
- des courants froids léchant des côtes de régions chaudes (Portugal) ;
- l'isolation par des montages utilisant des matériaux synthétiques de métaux électro-positifs : arbre d'hélice, mèche de gouvernail ;
- une quantité suffisante d'anodes en zinc ;
- le bon état de ces anodes, leur bonne fixation à l'acier de la coque ;
- la diminution des masses de métaux électro-positifs par rapport à l'acier.

Ainsi, on remplacera une hélice en bronze par une hélice en inox, ou mieux encore en aluminium ; un arbre de moteur en bronze par un arbre en inox. On remplace un passe-coque ou une vanne en bronze par un passe-coque en matériau synthétique ou en acier galvanisé et une vanne en matériau synthétique (Delrin, PVC) ou inox. Ou bien on fixe la vanne en bronze au bout d'un passe-coque en acier galvanisé montant au-dessus de la flottaison en charge.

On fera attention à choisir des sondeurs, lochs, en matériau synthétique et sans bague en cuivre ou bronze.

Le moteur sera tout à fait isolé ou tout à fait mis à la masse, considérant et l'angle des métaux et celui du câblage qui réclame de toute façon un parfait montage. Pour ma part, je préfère tout isoler !

LA QUANTITE D'ANODES

Elle se calcule selon deux axes : la surface à protéger et la masse des anodes.

● La surface à protéger : 1 dm² de zinc protège normalement :

- 8 m² d'acier bien peint ;
- 4 m² d'acier anciennement ou mal peint ;
- 2 m² d'acier non peint.

Il faut calculer la surface immergée du bateau pour en déduire la surface des anodes. Pour que les constructeurs puissent décider de leur achat d'anodes, l'architecte doit leur indiquer la dimension et la masse des anodes et la surface à protéger. C'est indispensable.

Par exemple :

Pour 100 m² de surface de carène bien peinte, il faudra :

$$1 \text{ dm}^2 \times \frac{100}{8} = 12,5 \text{ dm}^2 \text{ de zinc}$$

● La masse des anodes :

— pour les anodes, sur spécification de la Marine nationale française, la surface utile développée par anodes de type Z est de 8 dm².

$$\text{Exemple : } \frac{12,5}{8} \text{ dm}^2 = 1,56 \text{ anode.}$$

Pour des anodes pesant par exemple 12 kg, le poids total est de 1,56 × 12 = 18,72 kg.

Il faudra de 18 à 19 kg de zinc sous forme de plusieurs anodes placées là où des hétérogénéités le nécessitent, sous la flottaison.

DUREE DES ANODES

S'il faut entre 10 et 12 milliampères d'intensité de courant par m² et 1,34 gramme de zinc par ampère heure =

$$0,0012 \text{ AH} \times 1,34 \text{ g} \times 100 \text{ m}^2 = 1,6 \text{ g/h}$$

donc 1,6 gramme par heure.

Avec 19 kg de zinc, on table sur :

$$\frac{19}{0,016} = 12.000 \text{ heures}$$

Les anodes seront consommées en un an et quatre mois. Théoriquement, car si le bateau se déplace, il y aura sans doute des modifications du milieu accélérant ou ralentissant la consommation.

De plus, cette consommation est calculée en système statique alors qu'on se trouve en écoulement permanent, que le bateau navigue ou qu'il soit fixe dans des

courants de marée. Et aussi, au fur et à mesure de la fonte des anodes, le rapport entre le poids de zinc et la surface à protéger augmente et la consommation augmente aussi.

D'après le calcul précédent, un bateau dont la surface mouillée est de 100 m² (environ un bateau de 15 m) sera protégé par 19 kg d'anodes de zinc pendant près d'un an et demi en eaux froides ou peu polluées, ou un an en eaux polluées ou subtropicales.

EMPLACEMENT DES ANODES

Il existe plusieurs écoles et le risque est grand pour celui qui aura mis une quantité insuffisante d'anodes sur un bateau mal peint, et placées n'importe où. Comme il faut cependant dégager des généralités, voici ce que je prescris dans mes plans :

● soit un système d'anodes placées dans le plan horizontal de l'axe de l'hélice avec une paire d'anodes sur l'aileron de gouvernail ou le gouvernail dans le prolongement de l'arbre d'hélice ;

● soit une paire d'anodes sur l'aileron ou le gouvernail dans le prolongement de l'arbre d'hélice ; une paire d'anodes sur la coque au droit du plan de l'hélice et à une distance de l'axe égale au diamètre de l'hélice + 10 %.

Les autres paires d'anodes étant à la même distance de l'axe du bateau.

Longitudinalement, les anodes s'étendent entre le premier tiers de la longueur de flottaison et le niveau de l'hélice, par paire, plus une paire sur l'aileron de gouvernail.

On utilise le plus souvent en plaisance les anodes des types :

● 1 B. Anode ronde de 1 kg, diamètre 128 mm, épaisseur 23 mm, surface utile 1,30 dm² ;

● 2 B. Anode en forme de demi-œuf, de 2,2 kg, de 142 mm de long et 92 mm de large, épaisseur 44 mm, surface utile 1,50 dm².

Pour tout renseignement, il faudra se documenter auprès du Centre technique du zinc.

FIXATION DES ANODES

Pour être efficaces, les anodes doivent être en contact permanent avec l'acier de la coque. Pour ce faire, il existe deux méthodes.

- boulonner ;
- souder.

Anodes boulonnées

Il n'est naturellement pas question de percer la coque pour boulonner les anodes. On soude sous la coque, aux bons emplacements, soit des pions carrés, soit des U inversés. Les pions seront taraudés et de préférence en inox. Le filetage ne sera bien sûr pas peint !

Les U seront percés et on les prévoit assez écartés de la coque pour passer les écrous entre eux et le bordé.

En général, les anodes sont serrées avec des rondelles indesserrables. Les anodes ne doivent pas être peintes, ni leurs pattes de fixation, ni les boulons, ni les filetages.

Il existe des boulons qu'on soude à l'envers contre le bordé et sur lesquels on serre directement l'anode.

Attention ! Si des salissures venaient à s'accumuler entre le boulon et les pattes de fixation de l'anode, le courant serait interrompu et l'anode ne jouerait plus son rôle protecteur.

Anodes soudées

Une soudure est un moyen parfait pour assurer la continuité électrique entre l'anode et le bordé... à condition qu'elle soit bien faite et que les points de soudure ne cassent pas.

On soude sur la coque des pions carrés de 40 x 40 x 5 mm en acier ou inox.

On pointe les pattes des anodes sur ces pions.

On peut aussi souder sur la coque des U inversés. Les anodes sont pointées sur ces U. Comme la surface de ces pions ou de ces U ne doit pas être peinte pour le soudage, ils seront en acier galvanisé ou en inox.

Ma préférence va au montage soudé, mais s'il est bien fait, le montage boulonné présente de bonnes garanties.

Ainsi, bien protégée par ses peintures au zinc et ses anodes, en limitant des masses de métaux électropositifs, la coque en acier a fort peu de chances d'être la victime d'une corrosion galvanique. Voyez le chapitre correspondant pour les coques en aluminium et aussi les chapitres sur les peintures et les textes généraux sur les formes de corrosion.

LA COMPATIBILITE DE L'ACIER AVEC DES EQUIPEMENTS FAITS D'UN AUTRE METAL

Lorsqu'on consulte un tableau des potentiels de dissolution, on remarque que l'acier est assez bien placé. Mais pour sauvegarder le bon état, non seulement de la coque pontée, mais aussi de l'équipement, il faut se plier à certaines règles.

Tout d'abord, il faut comprendre que pour que l'effet galvanique ait lieu, il faut que le circuit électrique soit fermé, c'est-à-dire en boucle continue. Si une des conditions n'est pas remplie, le circuit est interrompu et, avec lui, la réaction. Il faut deux corps de potentiels assez différents.

Il faut un contact direct ou par l'intermédiaire d'un conducteur et il faut un électrolyte, c'est-à-dire, pour ce qui nous

concerne, de l'eau de mer, circulant ou stagnant.

Voire de l'eau douce qui, au contact de dépôts salins séchés et d'autres substances ou sels minéraux, se charge de suffisamment de chlore pour provoquer l'électrolyse.

Des éléments de potentiels différents, sans présence d'eau de mer, ne réagissent pas.

Ainsi, sur le pont, peut-on considérer que lorsqu'il n'y a pas de risque de stagnation d'eau de mer, on peut associer deux métaux de potentiels différents tels qu'aluminium et acier inoxydable. On le rencontre dans la fabrication des poulies. Mais que ces poulies stagnent dans une flaque d'eau de mer et la réaction se déclenche.

Considérant que même sur le pont, il y a risque de stagnation d'eau de mer, on monte de façon isolée par une interposition de semelle ou bague synthétique :

● des chandeliers et balcons en aluminium dans des embases en acier ou en aluminium.

● des vis en inox dans des objets ou un pont en aluminium.

Par contre, on considère que la peinture du pont en acier est largement assez isolante (car je vous rappelle qu'il faut un contact pour déclencher la réaction) pour qu'on puisse monter directement sur le pont, peint, le pied de mât et de l'accastillage en aluminium et en inox.

Sur le mât, on monte ouvertement des ferrures en inox sur le tube en aluminium d'une part, grâce à la présence de l'anodisation ou de la peinture. Et, d'autre part, parce qu'on considère qu'il y a vraiment peu de risques de stagnation d'eau de mer à cette hauteur.

Sous l'eau, le problème est plus important.

Il y a risque de corrosion avec perte d'acier lorsqu'on monte trop d'inox ou de bronze au contact de l'acier = boulonné pour la liaison bronze-acier ou bronze-inox.

L'acier doux étant « électro-négatif » par rapport à l'acier inoxydable et tous deux par rapport au bronze, on évite donc soigneusement de serrer un passe-coque en bronze sur une coque en acier (même peinte !). Et on se méfiera des lochs, speedo, sondeurs en matériau synthétique mais munis d'une bague en bronze ou d'un joint torique en cuivre ou en laiton. Pas d'antifouling au cuivre ou au plomb. Tout ceci étant encore plus vrai pour une coque en aluminium !

Par contre, il est vrai qu'on peut monter une hélice en bronze sur une coque en acier pourvu que la ligne d'arbre soit très bien isolée de la coque. Mais la présence du bronze provoque une consommation accrue des anodes. Alors, pourquoi se créer des problèmes ?

Mieux vaut pour une coque en acier se procurer une hélice en aluminium, voire en acier ou en inox, forgés. A éviter, le bronze, à cause de

l'effet électrolytique sus décrit, et la fonte à cause des risques de bris de pale qui déséquilibrent l'hélice et peuvent voiler l'arbre.

● **L'idéal : l'aluminium.**

Dans ce cas, l'hélice se trouverait jouer le rôle d'anode consommable si un déséquilibre venait à se produire du fait du remplacement des anodes en zinc.

Il n'y a pas de risque important d'électrolyse entre un arbre d'hélice en inox correctement isolé et une coque en acier.

Il n'y a pas non plus de risque de corrosion entre la mèche de gouvernail et le reste du bateau si la mèche est isolée par ses bagues synthétiques.

Mais il y a une légère électrolyse entre toute masse d'inox et l'acier de la coque. C'est une des raisons pour lesquelles la présence d'anodes est indispensable sur la coque. Les anodes sont une substitution proposée à l'inox électropositif par rapport à l'acier pour qu'il ne consomme pas le métal de la coque. Si bien que la présence d'anodes autorise qu'une certaine quantité d'inox soit boulonnée ou soudée. Le zinc, fondant plus tôt que l'acier dans la réaction avec l'inox, protège l'acier.

Voyez pour une explication plus complète le chapitre sur les anodes.

On ne boulonnera pas d'aluminium sur une coque en acier sous la flottaison car c'est la destruction assurée pour la pièce en alliage léger. Pas de moteur S-Drive avec embase en aluminium sur une coque en acier !

Voyez le chapitre correspondant, sur la compatibilité de l'aluminium avec les autres métaux constituant les pièces d'équipement, vous verrez la similitude des situations à la différence près que l'aluminium est électro-négatif par rapport à tous les matériaux sauf le zinc !

A l'intérieur du bateau, il peut y avoir de la stagnation d'eau de mer dans la quille. Bien que celle-ci ait été peinte avant la pose du lest, il faudra veiller à isoler un lest en plomb d'une coque en acier. Une méthode simple consiste à résiner la quille du quillard ou les fonds du dériveur avec une résine à l'eau du type Torolite par exemple. Puis on pose ou descend le lest. Ou on le coule.

On pratique une étanchéité et un remplissage des vides entre les blocs du lest et l'acier en y coulant soigneusement cette même résine. Il faut éviter que l'eau de mer puisse s'infiltrer sous le lest.

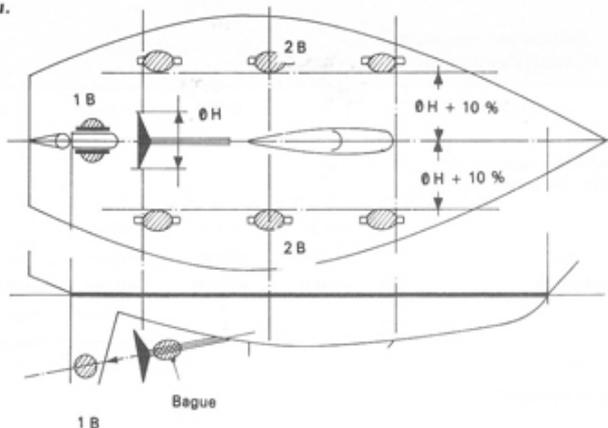
Cela ne serait pas extrêmement grave, mais autant être un peu perfectionniste lorsqu'il s'agit du bateau pour lequel on a cassé sa tirelire et à la finition duquel on a passé tant de temps !

A l'intérieur du bateau en acier, il y aura peu d'autres précautions à prendre sur ce thème. Voyez les chapitres sur les autres formes de corrosion, qui conseillent d'éviter la stagnation d'eau et préconisent, pour faire circuler l'eau douce ou de mer, de pratiquer des anguillers partout où c'est possible. Pensez aussi à passer avec une pâte adéquate toute pièce d'inox soudée à la coque ou au pont.

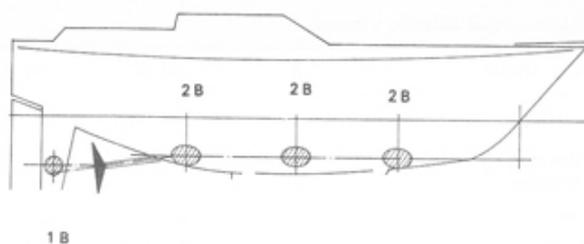
Je signale aussi le montage au chantier META de vannes en bronze peu coûteuses sur des passe-coques en acier doux, soudés à la coque mais qui montent au-dessus de la flottaison en charge (photos C 49 à C 56, croquis C 73 à C 78).

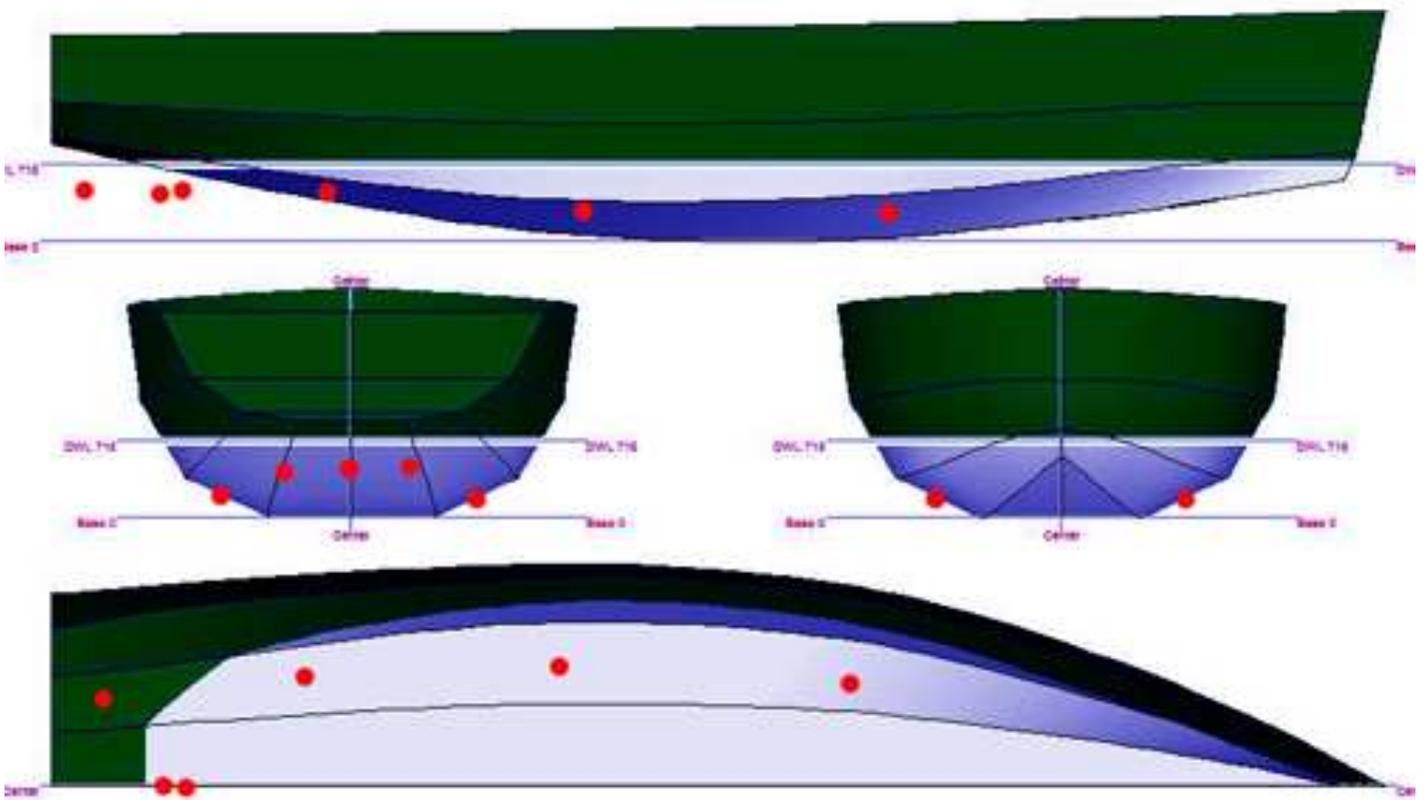
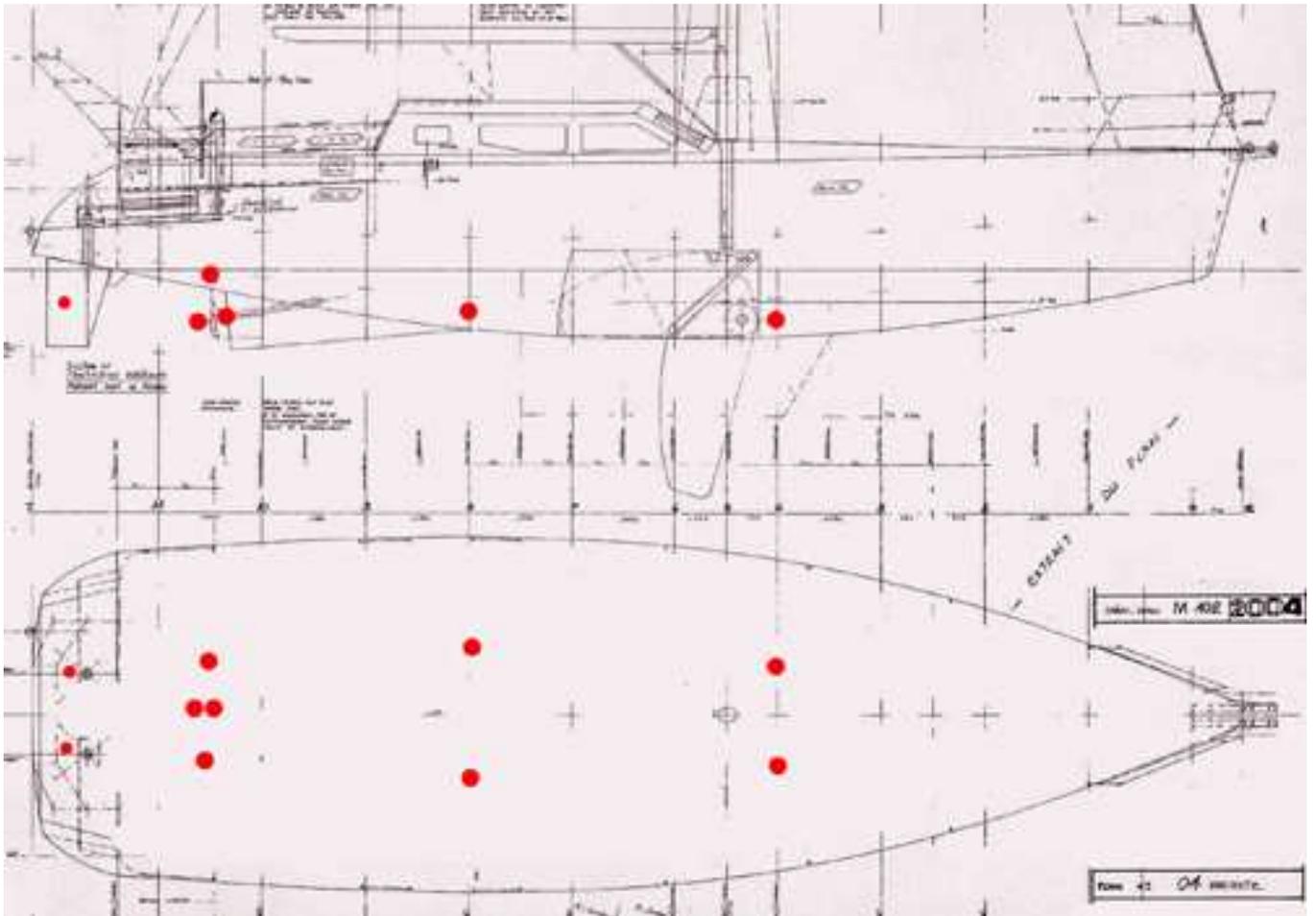
200

Croquis C 76 : Disposition empirique des anodes parallèlement à l'axe du bateau.



Croquis C 77 : Disposition empirique des anodes dans un plan parallèle à la flottaison, au niveau de l'hélice.









15

LE BORDAGE DE LA COQUE

Border une coque en formes est le travail du dessinateur-projeteur, combiné au travail du chaudronnier et à celui du soudeur.

Rares sont les amateurs et les artisans capables de mener à bien le bordage d'un bateau en acier en formes.

Je m'attache ci-après à développer le bordage d'un bateau à double bouchain. Le travail est le même pour un bateau à simple ou à triple bouchain. Pour des raisons esthétiques, on peut préférer l'un ou l'autre. Il est impossible d'affirmer sérieusement que trois bouchains donnent moins de travail que deux ou qu'un !!

PRESENTATION DES TOLES

Pour déterminer les découpes des tôles, on pourrait aisément se baser sur un développé de bordé. Or, on s'aperçoit que le nerf des tôles modifie leur réaction quand on les tend sur une forme. De plus, de menues erreurs suffisent à rendre impossible la pose d'une tôle découpée d'après un développé de bordé tracé par les méthodes de dessin classique. De même, je ne suis pas du tout convaincu par les conseils de relever le gabarit des tôles sur une feuille mince d'isorel, ou de contre-plaqué. Toujours parce que le « nerf » de la tôle sera différent d'une feuille à une autre, selon le sens de la fibre et la tension de roulage qu'elle avait supportée dans la bobine d'où elle a été coupée.

Pour l'artisan qui compte faire plusieurs coques de même modèle (les ponts peuvent être différents) — une bonne méthode consiste à relever le gabarit de découpe des tôles en bordant un des premiers bateaux en tôles galvanisées de 10 à 15 dixièmes.

L'amateur utilisera la méthode suivante, ainsi que l'artisan qui travaille à l'unité.

Une fois la structure entièrement dressée, le fer de quille en place et les lisses dans leurs encoches, à l'aide de palans ou du portique, vous levez les tôles une à une et les posez sur la structure.

On commence par les tôles de l'arrière qui sont les plus faciles à poser.

La tôle de fond est présentée la première.

On la dispose pour qu'elle recouvre le faux couple en arrière du tableau arrière, le fer de quille et la ligne de brisure inférieure. On ne s'occupe pas de la découpe de l'arrière. On relève par l'intérieur la trace du fer de quille sur la tôle pincée

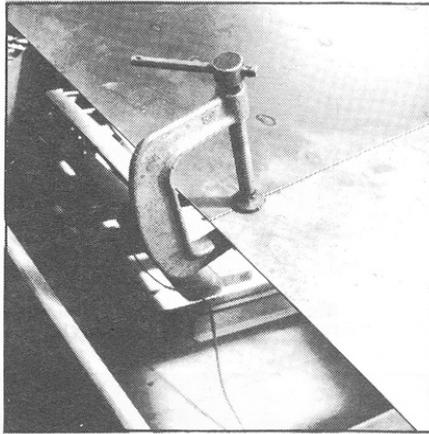


Photo D 20 : Ajustage des tôles au serre-joint.

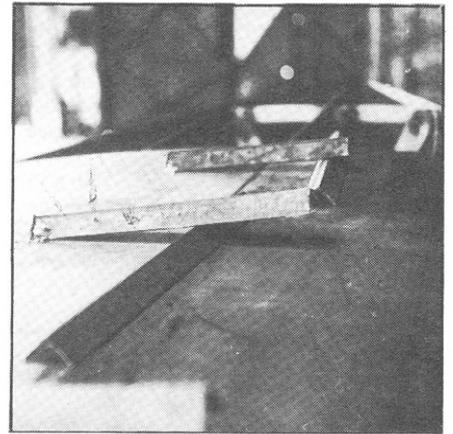


Photo D 21 : Fers plats servant de leviers pour amener une tôle à sa place.

Photo D 22 : Tenue des tôles pour exécuter une soudure montante sans les déformer.

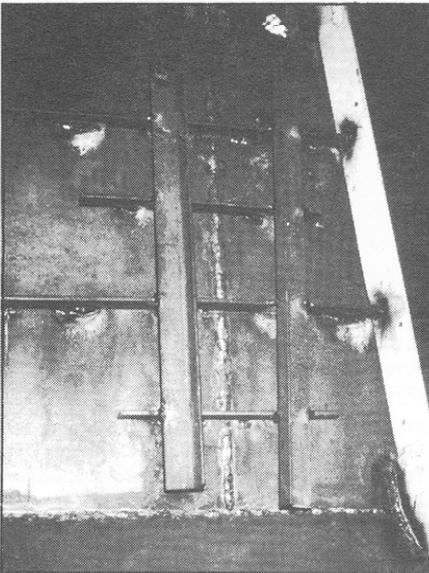


Photo D 23 : Les tôles au pied du cône d'étrave. Notez à droite les tôles pointées et à gauche les tôles ajustées à la perfection avant leur pointage.

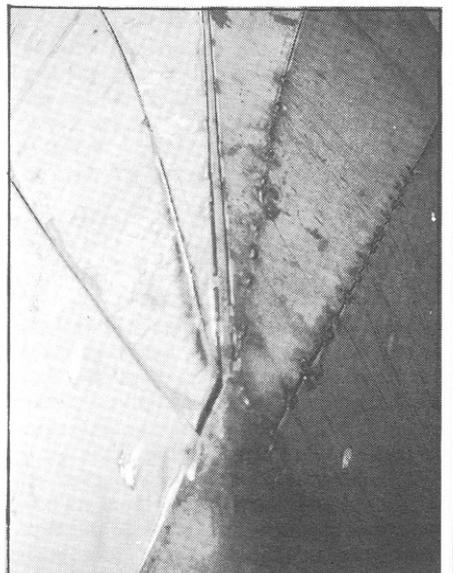


Photo D 24 : Cône d'étrave obtenu par pliages successifs.

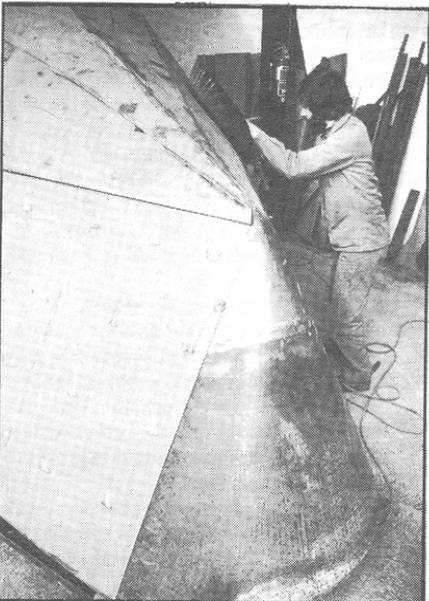
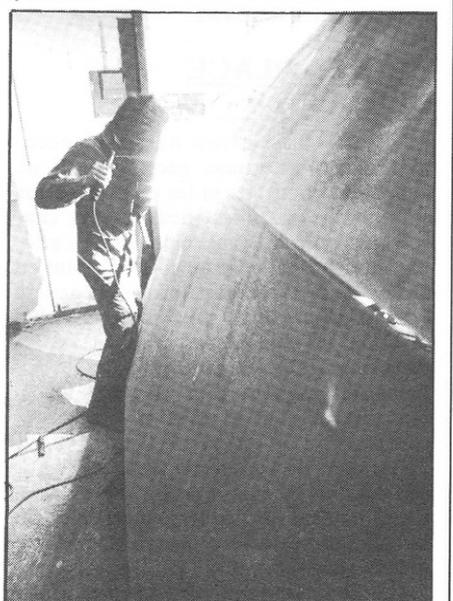


Photo D 25 : Soudage semi-automatique (photo Brument).



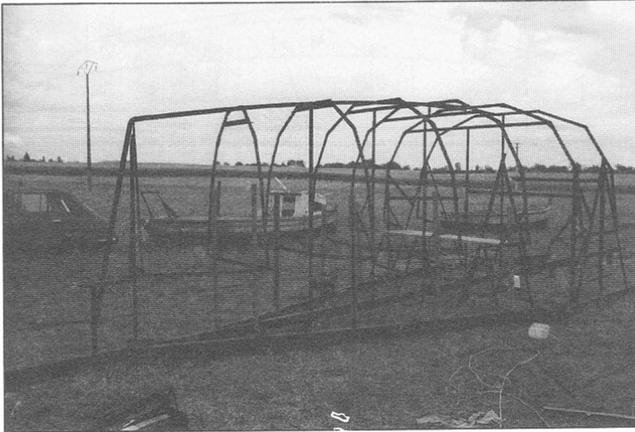


Photo D 26 A : Parfait marbre à IPN central qui démontre le peu de préparation de terrain nécessaire. (Chatam-Extrem)



Photo D 26 B : Une rareté : ni roue, ni portique, mais un tracteur transformé en élévateur pour poser les tôles en place : génial ! (Photos Y. Naveau)

contre lui par des serre-joints. Puis, on relève chaque angle de gousset de la brisure. Si les goussets ne touchent pas la tôle, il faut avoir pointé dans l'angle de la brisure, soit un gros clou dont la pointe désigne l'angle, soit un triangle de tôle dont l'angle aigu rend le même service.

Une tôle de 4 mètres sera ainsi marquée de quatre à cinq pointes et de la ligne du fer de quille.

On dispose tout de suite la tôle de fond qui se trouve devant la première qu'on a laissée en place. On relève le recouvrement sur la première tôle, la trace du fer de quille, les points de brisure. On procède ainsi pour une troisième tôle vers l'avant en s'arrêtant à 1 m de l'extrémité avant du panneau de fond.

Puis on dépose ces tôles qu'on aligne au sol selon les repères de recouvrement.

On les serre ensemble, on les pointe pour qu'elles ne bougent pas les unes par rapport aux autres.

A l'aide d'une latte, on joint les points relevés contre les angles de brisures.

Ces tôles, une fois découpées, doivent être présentées sur l'autre côté du bateau pour vérifier... la symétrie. Elles peuvent, si tout va bien, servir de gabarit de découpe pour le second bord.

MISE EN PLACE DES TOLES

Là se pose le problème des poids.

Une tôle de 1.000 × 3.000 × 3 pèse 72 kg.

Une tôle de 1.200 × 4.000 × 3 pèse 115 kg.

1.200 × 4.000 × 4 pèse 154 kg (en 3.000, elle pèse 115 kg).

1.200 × 4.000 × 5 pèse 192 kg.

Si bien qu'un bordé de fond d'un bateau de 10 mètres va peser environ 200 kg (en 3 mm) et le bordé supérieur d'un bateau de 12 m pèsera environ 280 kg. Ceci pour un bateau à double bouchain.

Un bordé de bateau à triple bouchain de 12 m pèsera environ 230 kg.

On voit bien que le problème n'est pas différent selon le nombre de brisures. Il se résume à savoir si on assemble les tôles au sol pour lever ensuite l'ensemble d'un bordé (de fond, moyen, puis supérieur), ou si on lève les tôles une à une pour les assembler sur la structure.

C'est donc une question de moyens de levage.

Mais un portique léger en IPN de 80 et un palan de 500 kg, à chaînes, suffisent à lever seuls un panneau de bordé : à mon avis, c'est la bonne solution !

Je vous conseille donc de souder à plat les soudures transversales qui relient les tôles d'un même bordé. Ces soudures seraient verticales si elles étaient exécutées sur la structure. A plat, il sera plus aisé de souder, de meuler et de planer les tôles pour faire disparaître les déformations.

Avant de souder, il faut bien pointer

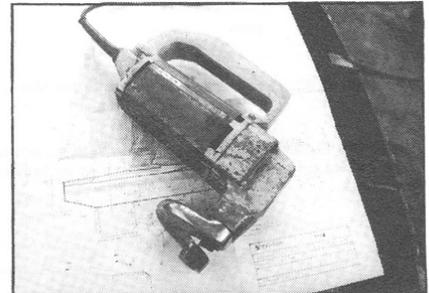


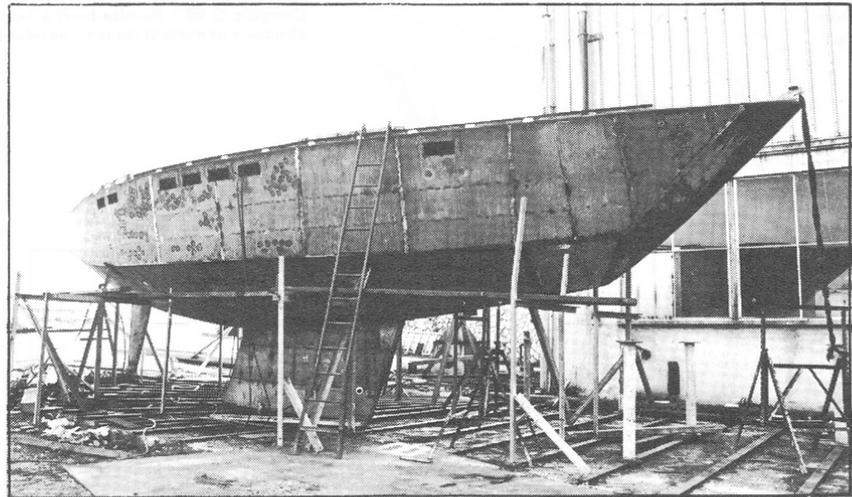
Photo D 27 : Grignoteuse à main, pour constructeur amateur.

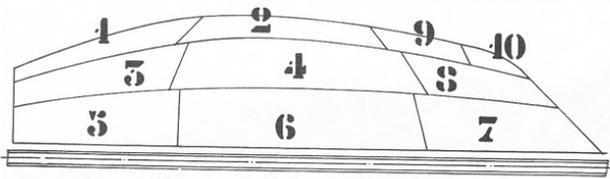
les tôles, un point tous les 5 à 7 cm pour l'amateur, tous les 15 cm pour le professionnel.

On borde ainsi le bateau par les opérations successives de présentation des tôles rectangulaires ;

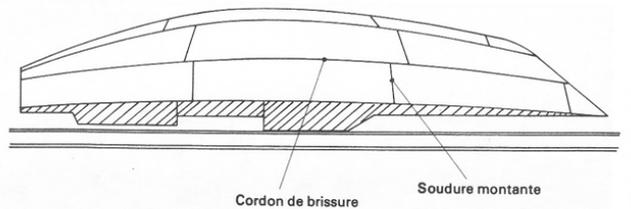
● relevé des points des brisures et des traces des précédentes tôles ;

Photo D 28 : Notez les chaudes de retrait (photo Architectes Navals Associés).

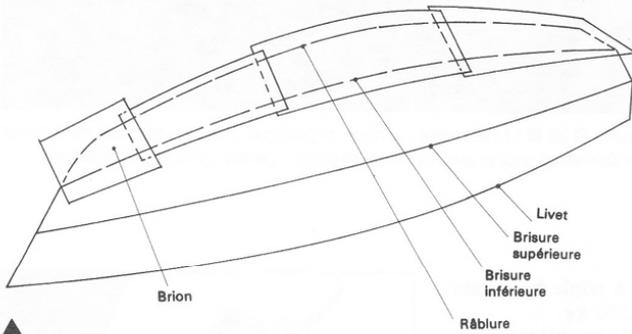




Croquis D 51 : Chronologie du bordage. Les tôles sont posées symétriquement sur chaque bordé, de l'arrière vers l'avant, sauf la tôle n° 10 qui est posée de l'avant vers l'arrière.

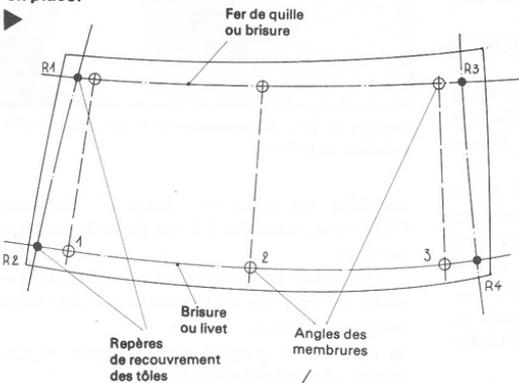


▲ **Croquis D 52 :** Il faut éviter que viennent bout à bout les soudures montantes de deux panneaux de bordé. Il faut les « tuiler ».

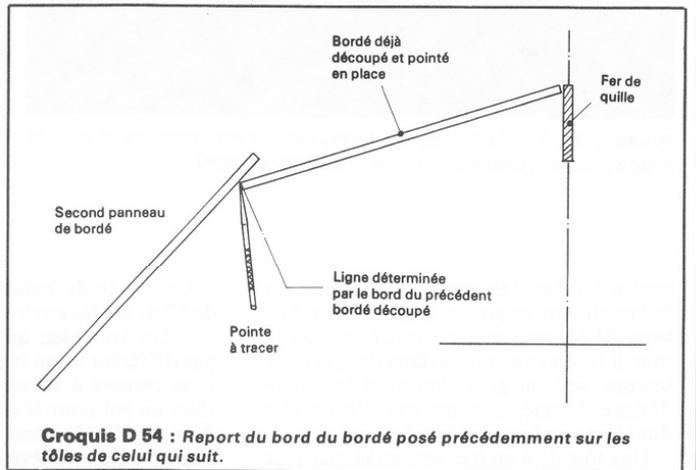
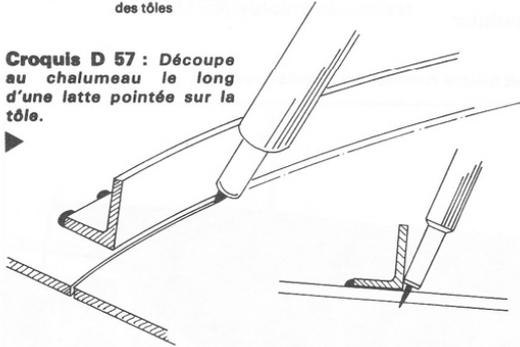


▲ **Croquis D 53 :** Présentation « tuilée » des tôles.

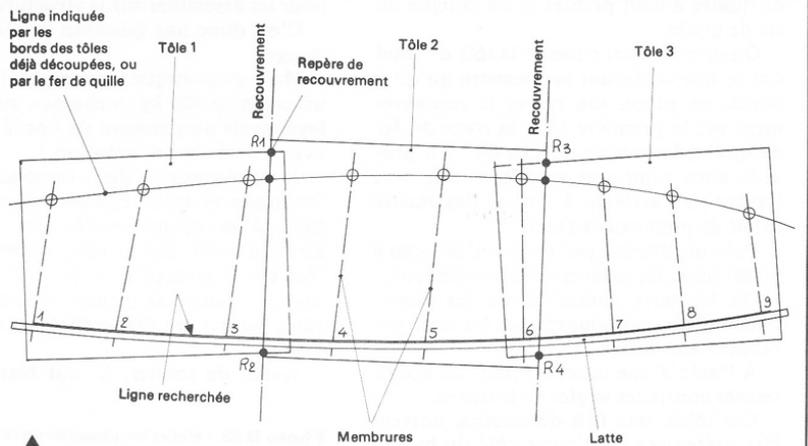
Croquis D 55 : Report sur chaque tôle de bordé des points nécessaires à sa découpe et sa remise en place.



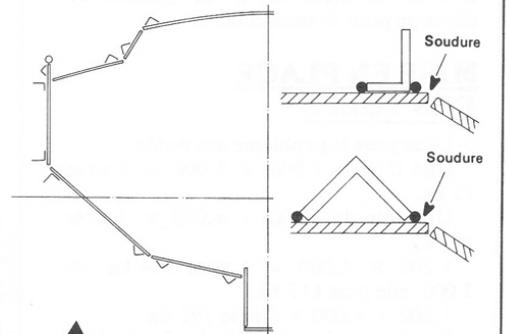
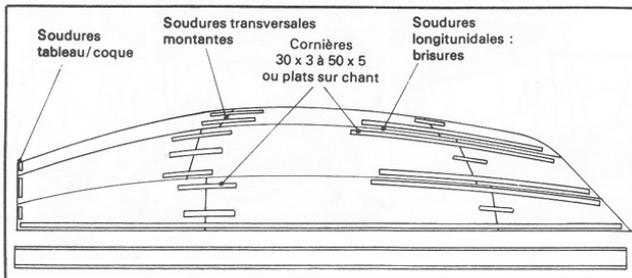
Croquis D 57 : Découpe au chalumeau le long d'une latte pointée sur la tôle.



Croquis D 54 : Report du bord du bordé posé précédemment sur les tôles de celui qui suit.



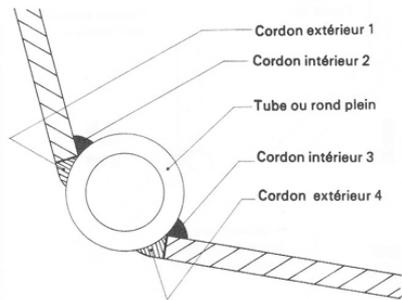
▲ **Croquis D 56 :** Remise bout à bout, au sol, des tôles qui ont été présentées sur la structure et portent les repères nécessaires.



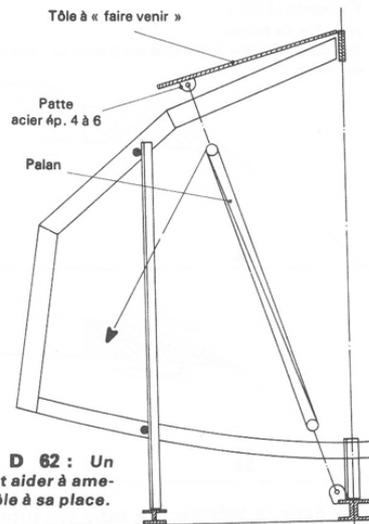
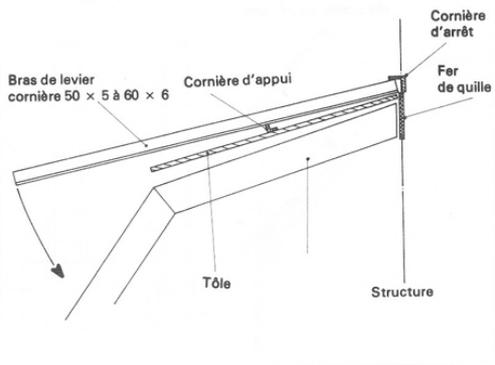
▲ **Croquis D 59 :** Tenue des tôles lors du soudage par des cornières pointées sur l'aile ou sur l'angle.

◀ **Croquis D 58 :** Zones qu'il est utile de brider par des cornières pour éviter les déformations lors du soudage.

Croquis D 60 : Placer un rond ou un tube dans une brisure implique le doublement des cordons, chacun pouvant être composé de deux ou trois passes.

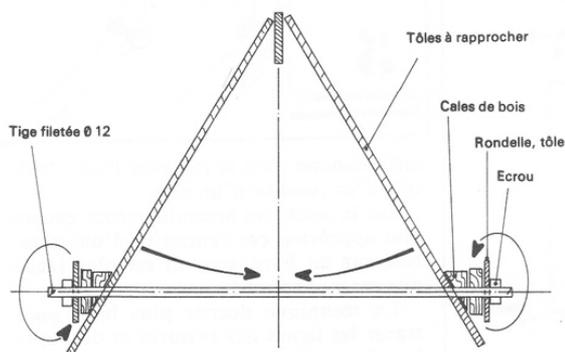


Croquis D 61 : Une tôle peut être amenée en place à l'aide d'un levier.

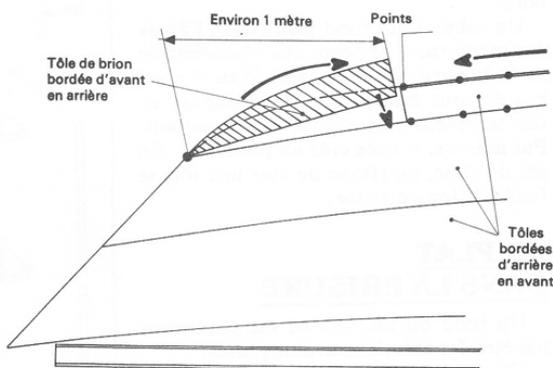


Croquis D 62 : Un palan peut aider à amener une tôle à sa place.

Croquis D 63 : Resserrage de tôles avec une tige filetée.



Croquis D 64 : Bordage de la tôle de brion.



- vérification de la bonne disposition sur la structure ;
- dépose et découpage des tôles, soudage des transversales et remise en place des panneaux de bordé. Pointage des tôles entre elles.
- Libération des lisses ; réglage des lisses ; enlèvement des cales. Chenillage des lisses aux tôles.

POINTAGE DES BRISURES

La peau du bateau est alors préparée, à l'exception de la tôle du pied de l'étrave, plus difficile à réaliser, et du tableau arrière.

Les tôles dépassent à l'arrière du faux couple qui guide les lisses au-delà du futur tableau arrière. Elles dépassent aussi au-delà du niveau normal du livet (angle pont-coque) ou du pavois (prolongement du bordé supérieur au-dessus du pont) formant cale-pied.

Ces découpes seront faites plus tard. A l'envers pour la pose du tableau arrière, après le retournement pour le livet ou le pavois.

Les panneaux de bordé doivent maintenant être liés par le pointage. Un espace très régulier de 1 à 2 mm, entre les tôles a été refendu au disque à tronçonner. La

régularité de cet écartement est importante pour l'acier, très importante pour l'inox et capitale pour les alliages d'aluminium.

Les tôles toutes remises en place sont pointées entre elles. Des points espacés de 1 mètre environ les font tenir entre elles et en place sur la structure. Puis les points sont resserrés pour parvenir à un espacement de 5 à 7 cm pour un amateur, et 10 à 20 centimètres pour un soudeur professionnel.

Les points seront faits par l'extérieur.

Vous avez remarqué que je n'ai pas parlé de la quille. Voyez le chapitre réservé à sa construction — vous y constaterez qu'en général la quille est faite avant de border la coque, qu'elle ait été construite in-situ sur la structure, ou au sol, et grutée ensuite sur la structure.

LES BRISURES

Pour un bateau à bouchains vifs, il est bien certain que la découpe et le soudage des brisures sont les opérations les plus délicates. La solidité et l'esthétique des coques en dépend. Il a existé plusieurs techniques de fabrication de ces brisures, dont peu subsistent, car la plupart ont montré, d'elles-mêmes, qu'elles étaient erronées ou inutilement complexes.

Voici un bref descriptif des essais faits

ces dernières années, puis des conseils pour bien souder les brisures. Notez que la technique qui consiste à arrondir les brisures au TAS, comme les angles de roof, voire le livet, est exposée à part dans les techniques d'avenir, car il me semble que cette méthode est un progrès vers un entretien plus facile et une esthétique plus agréable que les artisans comme les amateurs devraient faire leur.

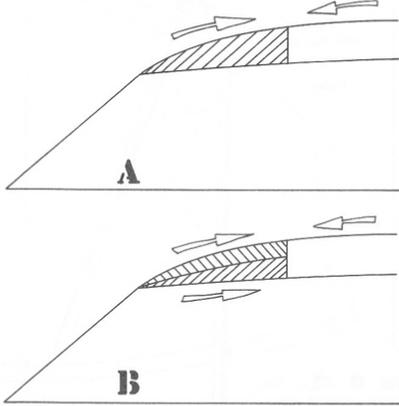
UN TUBE OU UN ROND DANS LA BRISURE

Certains ont pensé que souder un rond (plein) ou un tube (creux) dans la brisure en facilitait la découpe, en améliorait la solidité et réduisait les risques de déformations. Pour avoir pas mal vu de bateaux avec ou sans rond, je peux affirmer que les déformations ne sont ni plus ni moins nombreuses dans un cas que dans l'autre.

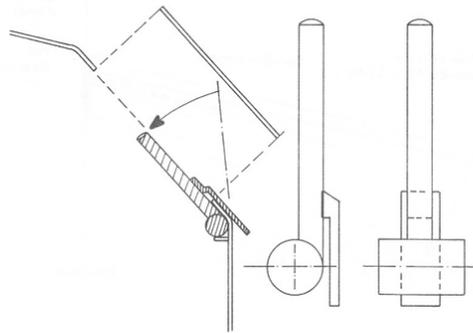
Par contre, il est certain qu'ajouter un rond ou un tube donne plus de travail. De chaque côté du tube, il faut un cordon intérieur et un cordon extérieur. Soit quatre cordons ! C'est pour cela que les déformations ont autant de « chances » d'être importantes que lorsqu'on ne met

Croquis D 65 :

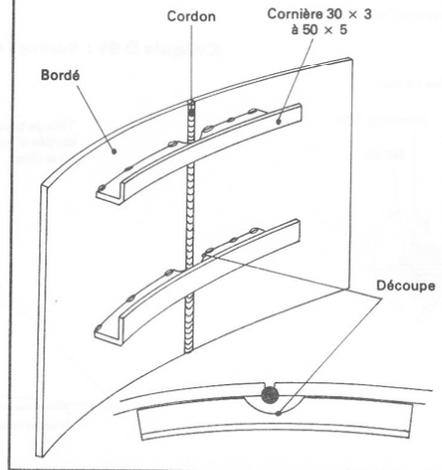
A : tôle de brion
B : tôle difficile à mettre en place et refendue en long.



Croquis D 66 : Outil employé au chantier québécois Francis Thorel pour arrondir les brisures et les angles de pont, roof, etc.



Croquis D 68 : Tenue des tôles par des cornières de façon à éviter les déformations à l'exécution « en place » des soudures montantes.



rien dans la brisure. Le tube est supposé absorber le choc thermique, lequel est plus grand que pour des tôles bord à bord.

Un tube ou un rond placé dans l'angle des membrures apporte une visualisation de la brisure. C'est certain. Mais il n'est pas du tout évident que le découpage en soit tellement plus « droit » pour autant. Par ailleurs, le tube crée un point dur. En cas de choc, on risque de voir une tôle se fendre le long du tube.

UN PLAT DANS LA BRISURE

Un rond ou un tube ne me paraissent pas être des solutions avantageuses.

Un plat le serait-il ?

Dans ce cas, le plat sert à limiter et raidir les tôles d'un des panneaux de bordé. On le place le long de l'angle des brisures, non pas en bissectrice de l'angle, mais à plat contre une des faces des membrures.

Une des tôles est pointée ou soudée sur ce plat. L'autre est raccordée aux deux ensemble. L'inconvénient est que des erreurs de disposition des membrures ne sont pas rattrapables, tout comme avec le tube. Si le plat est pointé contre la tôle, on ne peut guère garantir qu'il n'y aura pas d'infiltration d'eau et de corrosion par aération différentielle. Si le plat est soudé, cela fera plus de déformations !

Cette technique du plat est valable par contre pour appuyer les tôles de pont sur les tôles du haut du bordé.

TECHNIQUE CANADIENNE

Une intéressante technique m'est parvenue du Québec. Le chantier Thorel, spécialiste de la construction de Chatam et Ile Disko au Canada réalise les brisures selon une méthode lente mais élégante.

Il taille les tôles du panneau de fond et du panneau supérieur plus large d'environ 5 cm. Une lisse est à quelques cm de l'angle de la brisure. Elle va servir d'appui. Francis Thorel a réalisé un outil

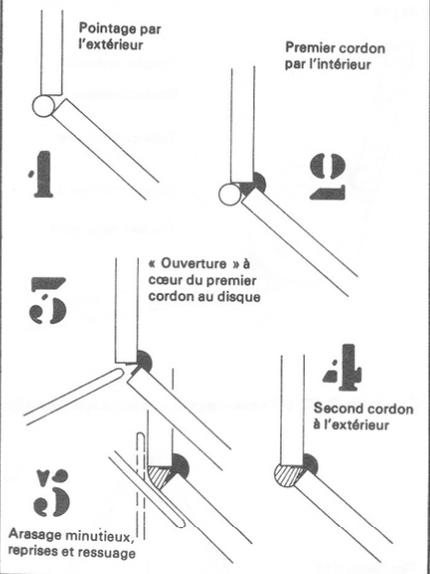
composé d'un rond de 5 à 10 cm de diamètre au bout d'un levier, ressemblant à un maillet, mais que l'on va utiliser à plat. Contre ce « maillet », et laissant entre le tube et lui 4 à 5 mm pour pincer des tôles de 3 à 4 mm, on trouve un plat en forme de spatule. L'ouvrier pince les tôles avec cet outil mis en appui sur la lisse, et « tord » la tôle pour l'aligner avec la pente du panneau moyen. Le rond du « maillet » ne mesure que 4 à 5 cm de long, et est très légèrement arrondi sur cette longueur, ce qui ne provoque nulle casse dans la ligne des tôles. Des essais ont été faits avant d'arrêter les dimensions et les formes de l'outil.

Les tôles des panneaux de fond et de bordé supérieur sont ainsi rabattues sur le bordé moyen qui leur est soudé bord à bord.

Avantages de cette formule : le panneau moyen est plus étroit, les soudures ne sont pas en angle, mais à plat dans un cas de figure dit « bout à bout ». Soudures solides, faciles à meuler et à planer. Peu de déformations. une bonne idée, mais une réalisation un peu lente, donc coûteuse.

A mon avis, les techniques qui consistent à arrondir les brisures sont valables à condition qu'aucun point dur n'y soit

Croquis D 67 : Chronologie de soudage d'une brisure.



créé, comme c'est le cas avec l'interposition d'un rond ou d'un plat.

Sur le pont, ces arrondis seront encore plus appréciés, car l'entretien d'une peinture sur un bord arrondi est plus facile que sur un angle vif.

La technique décrite plus haut pour tracer les lignes des brisures et découper les tôles donne des bouchains de belle qualité, qui « filent » parfaitement.

Voyez aussi la méthode de brisures arrondies au tas qui permet de gagner du temps sur le découpage des tôles et le soudage, outre les avantages déjà signalés quant à l'esthétique et l'entretien.

Le découpage des tôles est fait à la grignoteuse, à la scie sauteuse, ou au disque à découper, voire au chalumeau.

LA TÔLE DE BRION

Un chapitre spécial est consacré à cette tôle qui fait, de chaque côté, le bas de l'étrave : le brion. Le brion présente une cassure plus ou moins nette entre le bas de l'étrave et le ventre du bateau. Maintenant, les architectes modernes ne cherchent plus à dessiner les bateaux en acier de façon qu'ils soient développables selon le vrai sens du mot. On se base sur l'élasticité du matériau dans les épaisseurs courantes, de 3 à 5 ou 6 mm. Mais le brion ne doit pas présenter un vrillage excessif ! L'art de l'architecte est justement d'apprécier jusqu'où il peut aller sans pousser trop loin ! Je signale que cette zone comme d'autres peut parfois très bien « venir » en acier, et n'être pas bordable en aluminium, car l'alliage léger n'offre pas les tolérances et la « bonne volonté » de l'acier ! Comme le contre-plaqué, l'aluminium n'aime pas n'importe quelle forme. Il se tord, se défend. Et si on le contraint trop, il éclate sous un coup de vague plus fort que les autres. Voyez à ce sujet les notes sur la

conception des bateaux dans chacun des matériaux.

Le bordé de fond est présenté et pointé de l'arrière vers l'avant. Il ne faut pas chercher à aller jusqu'à l'extrémité avant de ce panneau si le vrillage est important et imposerait de contraindre exagérément les tôles.

Il existe plusieurs méthodes pour placer la tôle de brion :

- si le vrillage n'est pas trop important, on peut amener les deux tôles les plus à l'avant, symétriquement droite-gauche, en les perçant, les traversant d'une tige filetée (diamètre 8 à 12 mm). On serre de part et d'autre deux écrous qui reposent les tôles par l'intermédiaire de larges rondelles en acier qui répartissent la pression.

- dans ce même cas, on peut pointer sur la face interne de ces tôles des demi-anneaux faits dans des chutes d'acier. On y saisit des palans ancrés sur le marbre de construction.

- si le vrillage ne permet pas d'amener la tôle de l'avant jusqu'au bas de l'étrave, il faut la couper à 1 mètre de l'étrave. L'ensemble du panneau de fond est bordé de l'arrière vers l'avant ; la tôle du brion est pointée au fer de quille et bordée de l'avant vers l'arrière.

Pour amener ce triangle à sa position, il peut là encore être nécessaire d'utiliser une tige filetée ou des palans.

- si la tôle de brion reste récalcitrante à ces attentions, une ultime solution : on la coupe à 1 mètre de l'avant, comme décrit plus haut. Mais de plus, on la coupe en deux dans sa longueur. Chaque moitié est bordée de l'avant vers l'arrière. Eventuellement, on se servira de palans, mais ce sera rarement nécessaire.

En résumé :

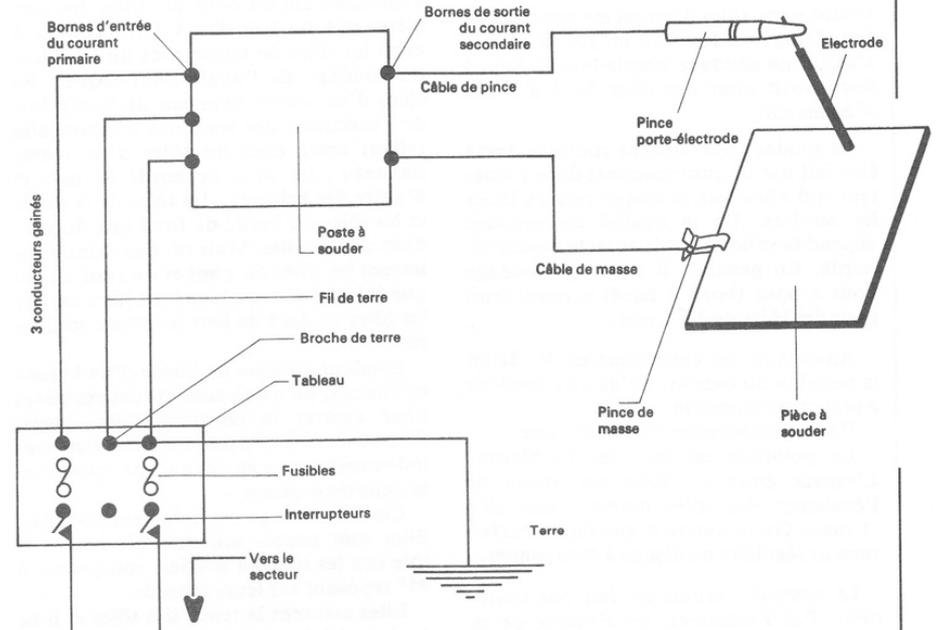
- bordage aisé de l'arrière vers l'avant avec éventuellement usage de palans ou d'une tige filetée.
- bordage plus difficile en repartant de l'avant vers l'arrière, toujours en utilisant, si c'est nécessaire, tige filetée ou palan.
- bordage très difficile et impossible avec ces techniques, on coupe la tôle de brion dans sa longueur et on la met en place de l'avant vers l'arrière.

LIBÉRATION DES LISSES

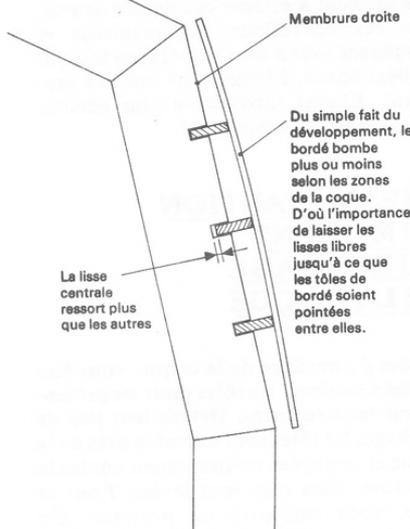
Toutes les tôles du bateau, lorsqu'elles sont mises en place, tendent à « gonfler » ; c'est-à-dire qu'elles prennent du bombé dans le sens transversal de leur sens de bordage. La tôle de brion n'échappe pas à la règle, et gonfle d'autant plus que son vrillage est important.

Il ne faut donc pas essayer d'appuyer avec des leviers sur les tôles pour les mettre à plat. Et on comprend dès lors qu'il est important d'avoir laissé les lisses

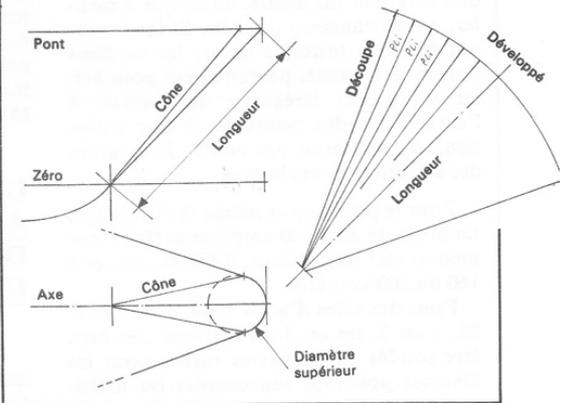
Croquis D 69 : Schéma d'un dispositif de soudage à l'arc.



Croquis D 70 : Bombement naturel du bordé d'une coque à bouchains vifs.



Croquis D 71 : Réalisation d'un cône d'étrave à génératrice droite au moyen d'une plieuse par plis successifs.



trent mieux que les fers de la structure les formes du bateau, et permettent ainsi de juger de leur régularité.

POINTAGE ET CHENILLAGE

Vous l'avez vu, les tôles sont pointées entre elles pour limiter les risques de déformations lors du soudage des brisures. Les lisses, elles, sont chenillées aux tôles et soudées aux membrures, avant le soudage des bordés.

Le chenillage se fait « au pas de pèlerin ». C'est-à-dire qu'on soude un trait de 5 cm de long d'un côté de la lisse ; puis, 5 à 10 cm plus loin et de l'autre côté de la lisse, on soude un second trait de 5 cm. On revient du premier côté, 5 à 10 cm plus loin pour souder le troisième trait. Et ainsi de suite.

libres et de ne pas les avoir pointées aux membrures.

Pour faciliter la construction, les tronçons des membrures sont taillés droit. Or les tôles décrivent de légères courbes. Ce sont les lisses qui vont assurer le passage de la ligne droite des membrures à la ligne courbe des tôles. La lisse centrale demandera à sortir davantage.

Lorsque toutes les tôles du bordé sont mises en place et pointées entre elles comme exposé plus tôt, on libère les lisses des endroits où elles étaient liées par des fils de fer. Et on les pousse vers les tôles ! Car ce ne sont jamais les tôles qu'on plaque contre la structure, mais bien les lisses qu'on pousse vers les tôles qui mon-

SOUDAGE

Le soudage des cordons transversaux reliant deux tôles d'un même panneau de bordé gagne à être fait au sol, à plat. Il s'agit d'un soudage simple bout à bout à bord droit pour des tôles de 3 à 5 mm d'épaisseur.

Le soudage des cordons continus devra être fait par un professionnel dont l'amateur qui aura fait sa coque pourra louer les services. De la qualité du soudage dépend la solidité, mais aussi la beauté du bordé. En général, il s'agit de soudage bout à bout (bord à bord) à bord droit pour des tôles de 3 à 5 mm.

Au-dessus, on chanfreine en V. Selon la position du bateau, il s'agit de soudage à plat ou en corniche.

Voyez les chapitres sur le soudage.

Le pointage est fait par l'extérieur. L'espace entre les tôles est voisin de l'épaisseur des tôles moins 1 mm (E - 1 mm). On le rouvre d'une façon parfaitement régulière au disque à tronçonner.

Le premier cordon est fait par l'intérieur. Par l'extérieur, on s'assure de sa bonne pénétration. Par l'extérieur, en même temps qu'on coupe les points et meule leurs traces, on couvre à cœur le cordon intérieur au disque à tronçonner. Puis on soude le cordon extérieur. Le cordon extérieur est meulé, au disque à meuler, avec beaucoup de soin. Si les passes ont été bien faites, à cœur, les cordons doivent être arasés parfaitement pour éviter un aspect irrégulier qui nuirait à l'accrochage des peintures, à leur entretien, et faciliterait par contre la fixation des salissures et des herbes.

Pour le pointage et même le chenillage, un poste de 80 à 100 ampères suffit. Pour bien souder les cordons, il faudra passer à 160 ou 200 ampères.

Pour des tôles d'acier E 24, 1 ou 2 et E 26, 1 ou 2, les cordons peuvent très bien être soudés en baguettes rutilées pour les diverses positions rencontrées ou multiposition. Il n'est pas nécessaire de souder en basiques.

Mais ceux qui savent manier les baguettes à enrobage basique pourront utiliser ce type d'enrobage. Usuellement, on reconnaît que les baguettes à enrobage basique peuvent apporter une pénétration supérieure, mais « collent » plus et coulent. C'est, à mon avis, une question de formation du soudeur et de tour de main.

L'artisan mieux outillé travaillera en MIG, aussi appelé « semi-automatique ».

TENUE DES TÔLES PENDANT LE SOUDAGE

Le retrait du soudage tend à faire prendre aux tôles le plus court chemin, la ligne droite. Aussi, lorsqu'on prépare les bords

des tôles en vue du pointage puis du soudage, une bonne astuce consiste à pointer à quelques cm du bord des tôles des cornières en L ou T de 40 x 4. On « tiendra » ainsi les tôles de bordé près du livet lors du soudage de l'angle pont-coque ; les tôles d'un même panneau de bordé lors de l'exécution des soudures transversales reliant entre elles les tôles d'un même panneau ; les tôles de bordé de part et d'autre des brisures ; les tôles de la quille et les tôles du bordé de fond lors du soudage de la quille. Mais on tient ainsi également les tôles du pont et du roof à chaque fois qu'une soudure peut faire rentrer les tôles en deçà de leur courbure souhaitée.

Soudant les tôles de bordé d'un bateau en formes, on usera aussi de ces cornières pour assurer la continuité des lignes. C'est une méthode très utile et à peu près indispensable pour éviter ce que l'on appelle les « casses ».

Ces cornières sont solidement pointées. Elles sont posées soit une aile contre la tôle (ou les tôles) à souder, soit posées à 45° reposant sur leurs rebords.

Elles assurent la tenue des tôles et il ne faut pas hésiter à les utiliser à chaque fois qu'une soudure risque, par le retrait, de rompre la continuité des lignes d'un bordé. Certes, un planage au marteau, des chaudes de retrait, puis la détente des tôles arrivent à effacer ces déformations, mais ces opérations qui recuisent et écrouissent tour à tour le métal ne lui sont pas bénéfiques. L'acier y est sensible seulement. L'acier inoxydable plus encore. Mais surtout l'aluminium !

UNE PRÉCAUTION AU MOMENT DU BORDAGE DE LA COQUE

Lors du bordage de la coque, vous êtes amené à soulever les tôles pour les présenter sur les structures. Depuis leur lieu de stockage, les tôles sont amenées près de la coque et appuyées verticalement contre la structure. Puis elles sont levées. Pour ce faire, vous employez un portique. Un plan tire-fond à câble ou à chaîne permet de soulever la tôle sur laquelle vous avez soudé une patte en fer plat formé en U. On utilise aussi des appareils autobloquants qui saisissent les tôles en toute sécurité. Mais on imagine qu'une tôle puisse retomber au sol. Un pied qui se trouverait par là serait tranché irrémédiablement. Il est donc prudent de préparer tout autour du bateau des madriers ou des parpaings, d'environ 20 cm de haut, perpendiculairement au bateau. Une tôle qui tomberait reposerait sur ces protections sans toucher le pied qui n'est pas aussi haut. Une protection pas très difficile à mettre en place et qui peut vous éviter bien des souffrances. (Photos D 20 à D 28. Croquis D 51 à D 71).

16

LE TABLEAU ARRIERE

Le bateau est encore à l'envers. On laisse le plus souvent l'arrière ouvert pour accéder à l'intérieur et souder les cordons des brisures.

Il existe une bonne et simple façon de faire le tableau arrière, ne nécessitant ni travail de dessin, ni projection géométrique. Un architecte qui aura prévu cette astuce aura coté sur le plan de formes un couple plat tout à fait à l'arrière du bateau. Le tableau arrière, arrondi, incliné ou non sera découpé en avant de ce faux couple.

Ce couple est bel et bien construit, de la même façon que les autres, mais dans des fers de récupération. On lui demande d'être exact et rigide. Les lisses y sont encastées et réglables comme dans les autres couples. Les lisses dépassent en arrière de ce couple de quelques centimètres. De même les tôles.

TABLEAU VERTICAL

Si les bateaux d'Eric Tabarly et bien d'autres ont un arrière à tableau vertical, ce n'est pas par hasard.

Pourquoi se priver d'un morceau de pont en faisant un tableau arrière « inversé » ? Et pourquoi se priver d'un bout de voûte, et donc de longueur de flottaison dynamique, en faisant un tableau arrière « à l'ancienne » ?

Ainsi un tableau arrière vertical se justifie-t-il. Mais l'esthétique a aussi ses droits !

En tout cas, un tableau arrière vertical est très facile à construire !

Il suffit en effet de réaliser un gabarit de l'arc de cercle correspondant au cintrage du tableau arrière et de le placer au-dessus du bateau toujours à l'envers, à l'endroit prévu.

On descend au fil à plomb la trace de l'arc de cercle sur les tôles (déjà soudées) du bateau. Il suffit ensuite de découper « selon le pointillé », à la scie sauteuse et au disque à tronçonner.

TABLEAU INCLINE

On procède de la même façon. Mais la verticale donnée par le fil à plomb doit être corrigée par une équerre d'angle selon la pente prévue pour le tableau arrière.

On détermine ainsi la trace biaise du gabarit sur les tôles de la coque.

On découpe tôles et lisses au disque à tronçonner.

BORDER LE TABLEAU ARRIERE

Une fois les tôles de coque découpées,

border le tableau arrière est un jeu d'enfant !

S'il est prévu de découper des hublots dans ce tableau, je vous conseille de le faire avant de le souder au bordé.

Vous présenterez la tôle du tableau contre la découpe de la coque ; vous la pointez ; vous repotez le profil de la découpe sur cette tôle ; vous déterminez si nécessaire le dessin des hublots du tableau ; vous descendez au sol la tôle afin de la découper. Une fois découpée, la tôle est relevée, plaquée, pointée, puis soudée contre la coque.

Ensuite, les renforts du tableau arrière sont placés par l'intérieur. Cela peut d'ailleurs largement attendre le retournement de la coque !

Facile comme tout et sans risque d'erreur !

UNE JUPE

En ces années 80, avec la mode des dériveurs est arrivée la mode des « jupes ». On appelle ainsi le dépassement des tôles de bordé au-delà du tableau arrière. Pour les bateaux de course, il s'agissait d'un artifice de jauge et d'un moyen d'alléger l'extrémité arrière. Pour les bateaux de long voyage, c'est un moyen assez commode pour embarquer et débarquer de l'annexe. On peut aussi y installer une plate-forme de bain où trouveront place le Bib et la bouteille de gaz selon la disposition inaugurée sur *Exploration*.

On bâtit le bateau jusqu'à un faux-couple arrière. Puis on découpe les tôles de bordé suivant des points reportés sur les tôles par visée. Pour ce faire, on dispose à côté du bordé et dans un plan perpendiculaire à l'axe du bateau, deux fers droits ou courbes donnant le profil de la jupe. On fait glisser sur ces fers une règle, bien horizontalement. Son extrémité glisse sur les tôles et détermine par projection la découpe de la jupe.

On découpe les tôles au disque à tronçonner.

Le tableau arrière sera en avant de l'extrémité de la jupe. Mieux vaut le fixer avant le retournement, ou alors il faut avoir attendu le retournement pour couper la jupe ! C'est tout l'un ou tout l'autre !

Pour mettre en place le tableau, vertical ou incliné, plan ou courbe, il faut d'abord couper les lisses !

En effet, si vous soudez le tableau autour des lisses sans les couper, de l'eau pourrait passer sous les lisses ! Mais oui !

Vous tronçonnez les lisses et enlevez la partie des lisses en arrière du tableau.

Vous relevez les cotes de largeur du tableau en vous aidant de sa structure de renfort qui, là, peut être mise en place avant la tôle. Vous découpez la tôle et la mettez en place. Vous la pointez puis la soudez.

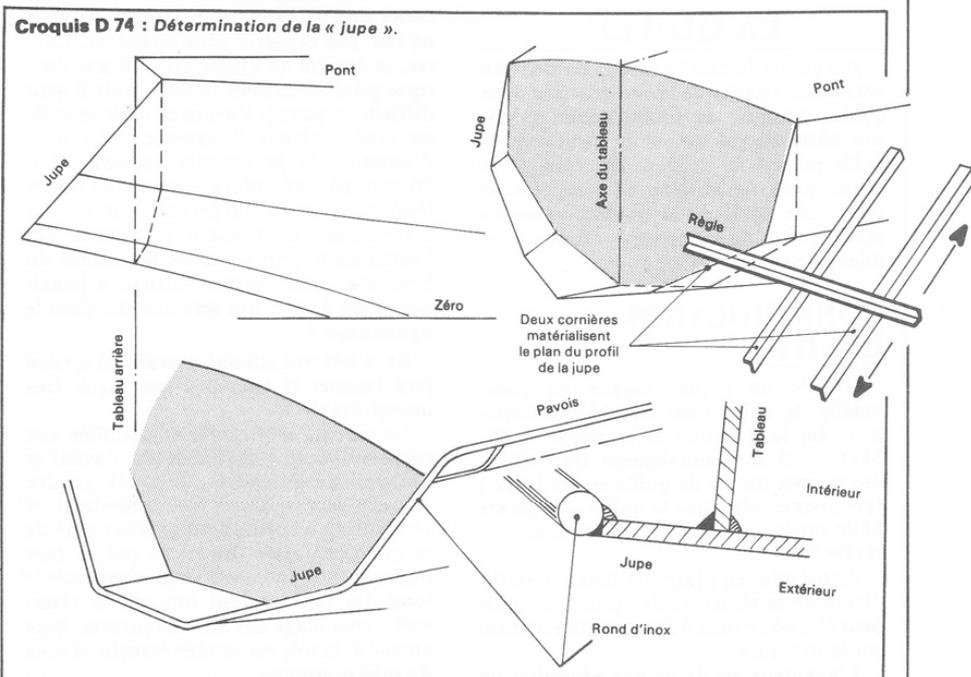
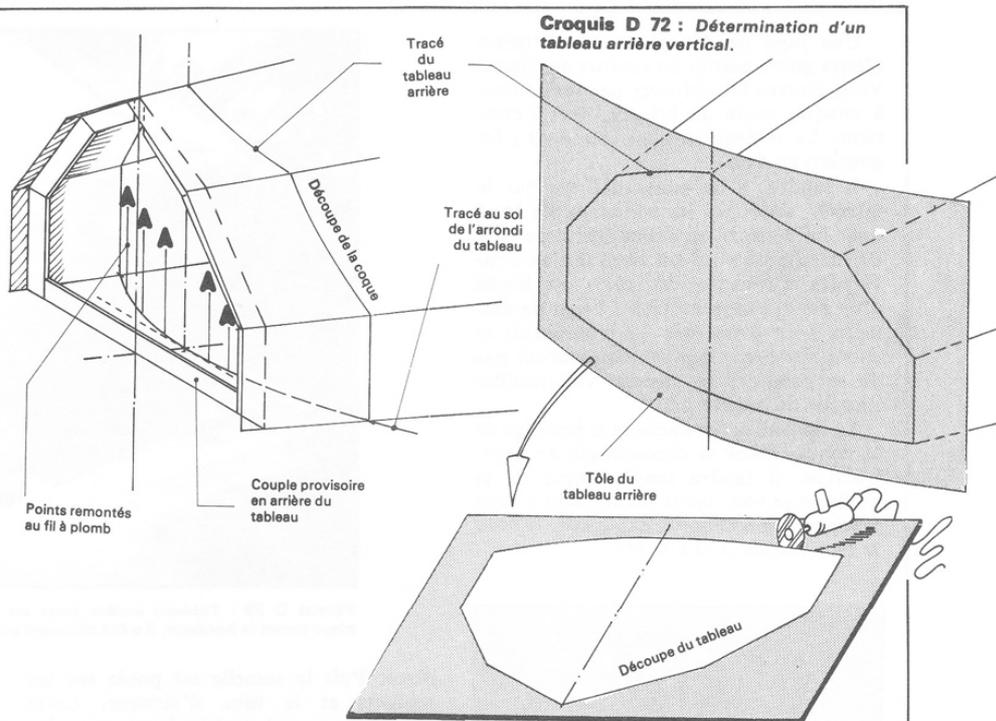
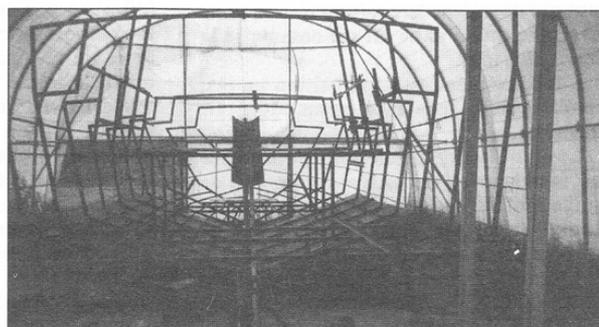
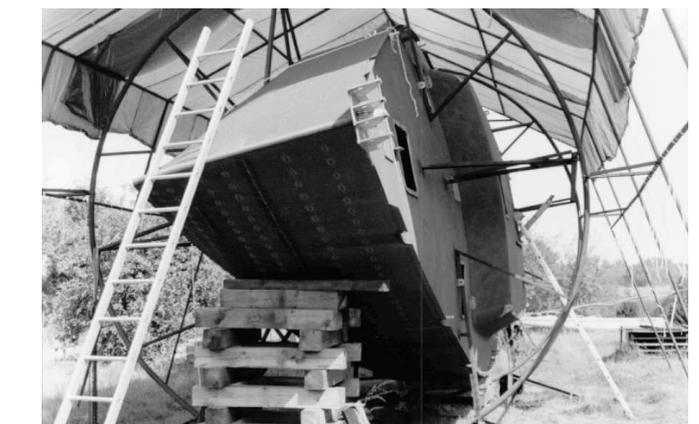
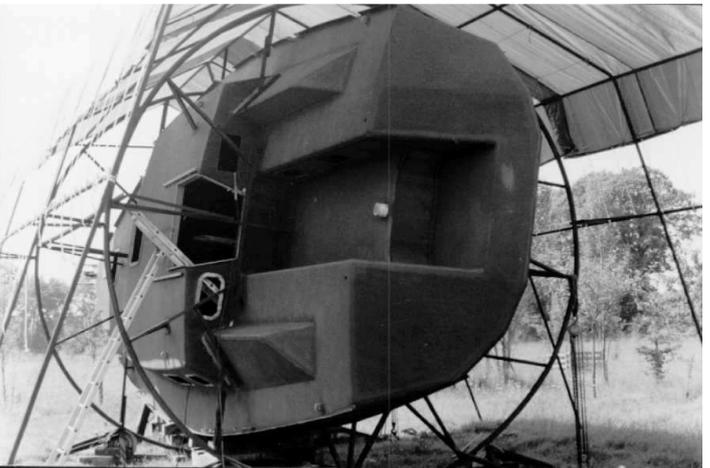
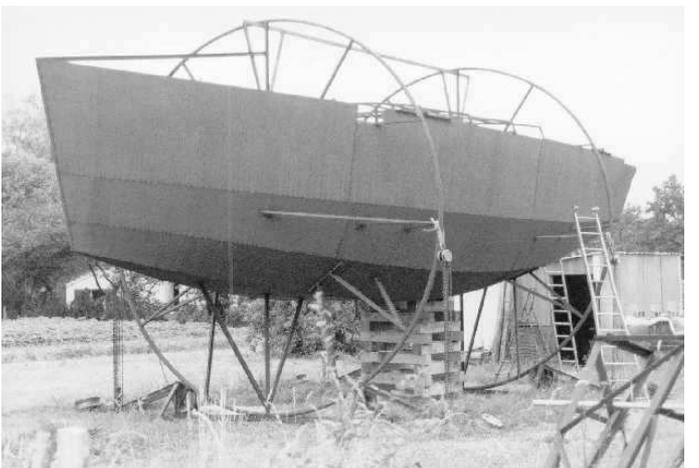


Photo D 73 :
Rare (donc intéressant !),
la construction à l'endroit,
mieux adaptée
à un bateau à moteur
qu'à un voilier.
(Photo Hernandez)



Photos de bordage plus récentes que celles du HS N°16 de 1995.
Merci aux Amateurs qui nous les ont adressées.





CLOISONS ETANCHES BATEAU SUR MEMBRURES

Lorsqu'une coque pontée est construite sur membrures (voyez le chapitre sur les options de structures), les bordés reposent sur la structure transversale que forment les membrures. Une cloison étanche est alors directement montée sur une membrure, éventuellement plus légère, 30 à 40 × 8. La cloison est pointée en débordement sur le cadre que constitue la membrure. Lors du soudage du bordé, le retrait peut faire gondoler la cloison. On casse alors les points et on la remet en place, bien à plat, avant de la souder en continu d'un côté et par chenilles de l'autre. Puis on renforce la cloison par des cornières L ou T transversales.

BATEAU SUR LISSES

Cette fois, le bordé repose sur les lisses longitudinales, les membrures étant plus espacées et ne touchant pas les tôles de la coque.

Une cloison étanche doit, elle, toucher le bordé et y être soudée. Mais les lisses s'y opposent car on ne pourrait évidemment pas souder entre tôle et lisse où l'eau, elle, s'infiltrerait, surtout s'il y a de la pression. On convient que ce raisonnement peut ne pas être appliqué aux lisses de pont car, si un compartiment du bateau était envahi par l'eau, la pression serait très faible au niveau du pont et du haut du bordé. On monte la cloison sur une membrure légère, comme dit précédemment pour les structures sur membrures. Cette membrure touche le bordé. Elle aura un échantillonnage de 30 × 8 par exemple et peut être martelée pour épouser le bombé des tôles. La cloison est pointée. Après le retrait, si elle est bombée, les points sont cassés au burin. Puis la cloison est remise à plat et soudée au cadre que forme la « membrure » légère, elle-même soudée au bordé de façon étanche et les lisses.

Sauf celles du pont et du haut du bordé, elles sont coupées au ras de la face de la membrure la plus accessible. Le cordon étanche est exécuté. Puis on ramène le côté de lisse qui avait été tordu pour dégager l'emplacement à souder, contre la membrure, on la chenille au bordé et on la soude à la membrure, reconstituant ainsi la continuité de la structure longitudinale.

Il faut, bien sûr, prévoir ce travail et ne pas cheniller les lisses trop près de la cloison du côté où elles seront coupées et tordues.

Comme on le voit, cela représente un travail suffisamment complexe pour être dissuasif. En fait, il ne faut songer à bâtir des cloisons étanches que lorsque la réglementation l'impose, c'est-à-dire pour des voiliers de plus de 15 m ou des bateaux à moteur de plus de 15 m.

Pour les vedettes de plus de 15 m et de moins de 25 m, il est demandé une cloison étanche de chaque côté du compartiment moteur.

CAISSONS ETANCHES RESERVOIRS

Par analogie avec le chapitre précédent, on comprend qu'il faudra couper les membrures, les « tordre », puis les ressouder après pose et soudage des éléments horizontaux d'un caisson étanche (fond ou dessus) et couper, tordre et ressouder les lisses s'il y en a, au passage des éléments verticaux.

La quantité de travail est à peu près la même pour les deux types de structures sur lisses ou sur membrures du fait du plus grand nombre de renforts transversaux de ce second type.

Un caisson étanche peut être intéressant à construire au pied de l'étrave en cas d'abordage d'un « objet flottant non identifié », bille de bois, etc. Ce caisson devra comporter un couvercle boulonné pour nettoyage, aération et peinture. Son volume ne devra pas dépasser 5 % du poids lège du bateau pour ne pas devenir dangereux envahi par l'eau de mer.

Notez donc que pour être étanche au passage d'une lisse, la pose d'une cloison implique de couper cette lisse et de la remettre en place après soudage étanche du cloisonnement car l'eau passerait sous la lisse si on ne procédait pas ainsi. C'est précieux à savoir si on désire construire un réservoir d'eau ou de fuel contre le bordé car ce type de montage correspond au présent chapitre.

LE CAISSON A GAZ

La Marine marchande demande à juste titre que la bouteille de gaz en service soit rangée dans un caisson isolé du reste des aménagements et comportant une évacuation basse, les gaz combustibles étant plus lourds que l'air. Basse mais au-dessus de la flottaison. Ce qui implique un coffre haut placé.

Je vous propose ce caisson cylindrique soudé au pont, ouvert à l'extérieur, accessible par le pont, muni d'un couvercle. Ce caisson peut être soudé à l'arrière du bateau ou sur le côté et déboucher dans les passavants. Il gagne à être en acier inoxydable. Ses dimensions permettant de loger une bouteille de gaz de 13 kg seront d'environ 600 mm de hauteur intérieure, 350 mm de diamètre intérieur, et 2

à 2,5 mm d'épaisseur. Le tuyau d'évacuation du gaz, soudé au bordé ou au tableau arrière aura 15 mm de diamètre. Le fond devra être à environ 250 mm de la flottaison en charge. Le caisson doit être vertical et non pas incliné.

LA CAISSE A BATTERIES

Rien ne s'oppose à ce que le coffre (ou les coffres) des batteries soit en acier doux ou inoxydable soudé à la structure.

Mais on règle souvent l'emplacement de la caisse à batteries pour aider à équilibrer le bateau, et souvent on la fabrique très tard, après la mise en peinture. On fera alors en général la caisse à batteries en contre-plaqué de 15 mm plastifié de deux ou trois mats et tissus de verre. La caisse sera boulonnée à la structure et les batteries y seront sanglées solidement.

Un couvercle fermera ce caisson de façon étanche et un évent soudé dans le roof servira d'aération haute.

UN COFFRE-FORT !

Oui, si vous aviez été autant que moi le confident d'un aussi grand nombre de vols et de pillages, vous ne vous étonneriez pas ! Je conseille souvent à ceux qui font un bateau sur mes plans pour partir aussi loin que longtemps de ranger leurs documents et valeurs dans un coffre en tôle de 4 à 6 mm, soudé au bordé ou au pont, dans un endroit discret ! Ce coffre fermera à l'aide d'une serrure sérieuse et pivotera sur un axe d'inox rendu impossible à couper par un montage tel qu'il soit caché par l'acier de la porte. Lorsque celle-ci est fermée.

C'est tout ce que j'ai trouvé à dire à ceux qui sont revenus sans autres histoires à raconter que celle du pillage de leur bateau !

DES PASSE-COQUES

Toujours misant sur l'homogénéité du bateau en acier, les tubes passe-coque seront fabriqués en acier galvanisé. Mieux vaut ne pas souder trop d'acier inoxydable à la coque sous la flottaison pour ne pas encourager la corrosion galvanique.

Le passe-coque sera un tube épais en acier galvanisé soudé au bordé, sans doublante s'il n'est long que de quelques centimètres. On peut chercher à allonger les passe-coques de façon qu'ils montent au-dessus de la flottaison en charge. Ceci dans le but d'y monter une vanne en bronze. Il faut alors le souder avec une doublante, peut-être le relier à un couple proche par une entretoise, et le faire monter largement au-dessus de la flottaison en charge, à 20 ou 25 cm si possible.

Quelle que soit sa longueur, le passe-coque :

- ne doit jamais dépasser de la tôle de bordé, à l'extérieur ;
- doit toujours être accompagné d'une vanne ;

● doit avoir un diamètre et une configuration découlant de ceux des vannes montées et qui sont achetées avant que soient fabriqués les passe-coques.

Les passe-coques d'évacuation ont un diamètre adapté aux vannes et tuyaux de 1,5 pouce.

Les passe-coques d'admission ont un diamètre adapté aux vannes et tuyaux de 3/4 de pouce.

Une vanne peut être vissée sur le passe-coque alors fileté au diamètre et au pas de cette vanne.

Une vanne peut être boulonnée sur le passe-coque alors muni à sa partie intérieure d'une collerette d'acier galvanisé Ep 4.

Pour un bateau en acier, les vannes seront en inox ou en matériau synthétique avec un noyau en acier inoxydable. Evitez le bronze. On trouve des vannes inox G. Fleury, Randex ; et des vannes synthétiques Randex.

Une pinoche en bois est attachée à chaque passe-coque en cas de voie d'eau.

UN RESERVOIR D'EAU

Un réservoir d'eau peut être fabriqué à même la quille. Il peut aussi être indépendant, sous forme d'un ou plusieurs caissons boulonnés à la structure, voire construits à même le bordé comme je le disais au chapitre des caissons étanches.

Un réservoir indépendant de 100 à 300 l aura une épaisseur d'acier doux ou d'acier inoxydable de 3 à 2,5 mm. Le haut du réservoir présentera un bord plié tourné vers l'extérieur et c'est tout le dessus qui se boulonne et non plus une trappe comme cela se faisait jusqu'aux années 80. Si le réservoir mesure plus de 0,40 m dans le sens de la largeur du bateau, il devra comporter une cloison anti-roulis.

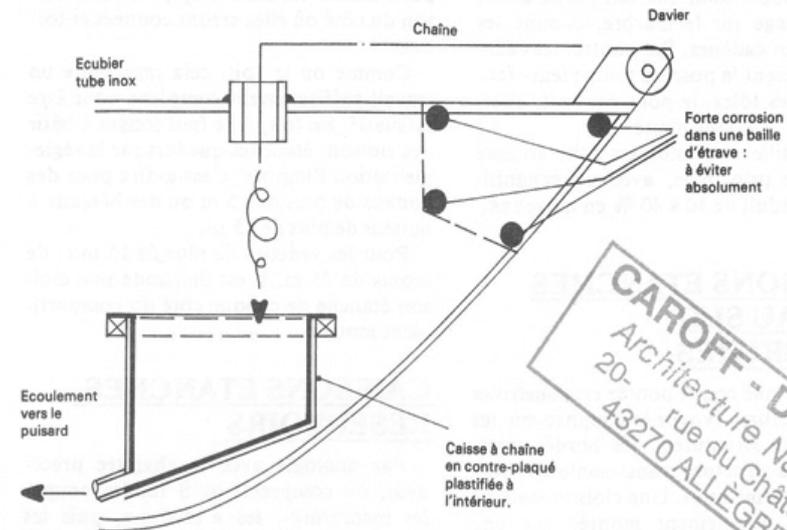
S'il est en acier doux, le réservoir devra être sablé, peint au zinc et peint avec des peintures alimentaires côté intérieur. D'où l'importance de pouvoir ouvrir tout le dessus !

S'il est en acier inoxydable, il sera poli ou satiné, décontaminé et passivé comme expliqué dans les chapitres sur les aciers inoxydables. Je signale qu'il arrive qu'un réservoir en inox présente des traces de corrosion ou de rouille. Ce sera souvent à cause de soudures faites dans les angles. J'attire votre attention sur une technique nouvelle, à bien assimiler : il faut plier les côtés du réservoir de façon à avoir un minimum de soudures réalisées dans les angles, et surtout un minimum de « nœuds de soudures », soudures qui se croisent.

Sont soudés sur le côté du réservoir :

- le remplissage, tube inox diamètre 40 à 50 ;
- l'évent, tube inox diamètre 20 ;
- un ou plusieurs tubes vers les éviers, douche, etc., diamètre 3/4 pouce ;
- une purge avec robinet ou bouchon.

Croquis D 140 : Caisse à chaîne.



CAROFF - DUFLOS
 Architecture Navale
 20- rue du Château
 43270 ALLÈGRE

UN RESERVOIR DE FUEL

Si on considère les risques pour la santé, et la sécurité, et les désagréments, d'une fuite de fuel, j'encourage la fabrication de réservoirs de fuel indépendants plutôt qu'à même la quille ou contre le bordé.

Il faut savoir que le zinc et le fuel sont incompatibles. Si bien qu'un réservoir de fuel fabriqué en acier doux devra non seulement être protégé par des peintures au zinc mais de plus peint avec des peintures résistant aux hydrocarbures.

Aussi peut-on conseiller pour les réservoirs de fuel l'acier inoxydable avec les mêmes précautions que celles énoncées pour les réservoirs d'eau au chapitre précédent, et les mêmes échantillonnages.

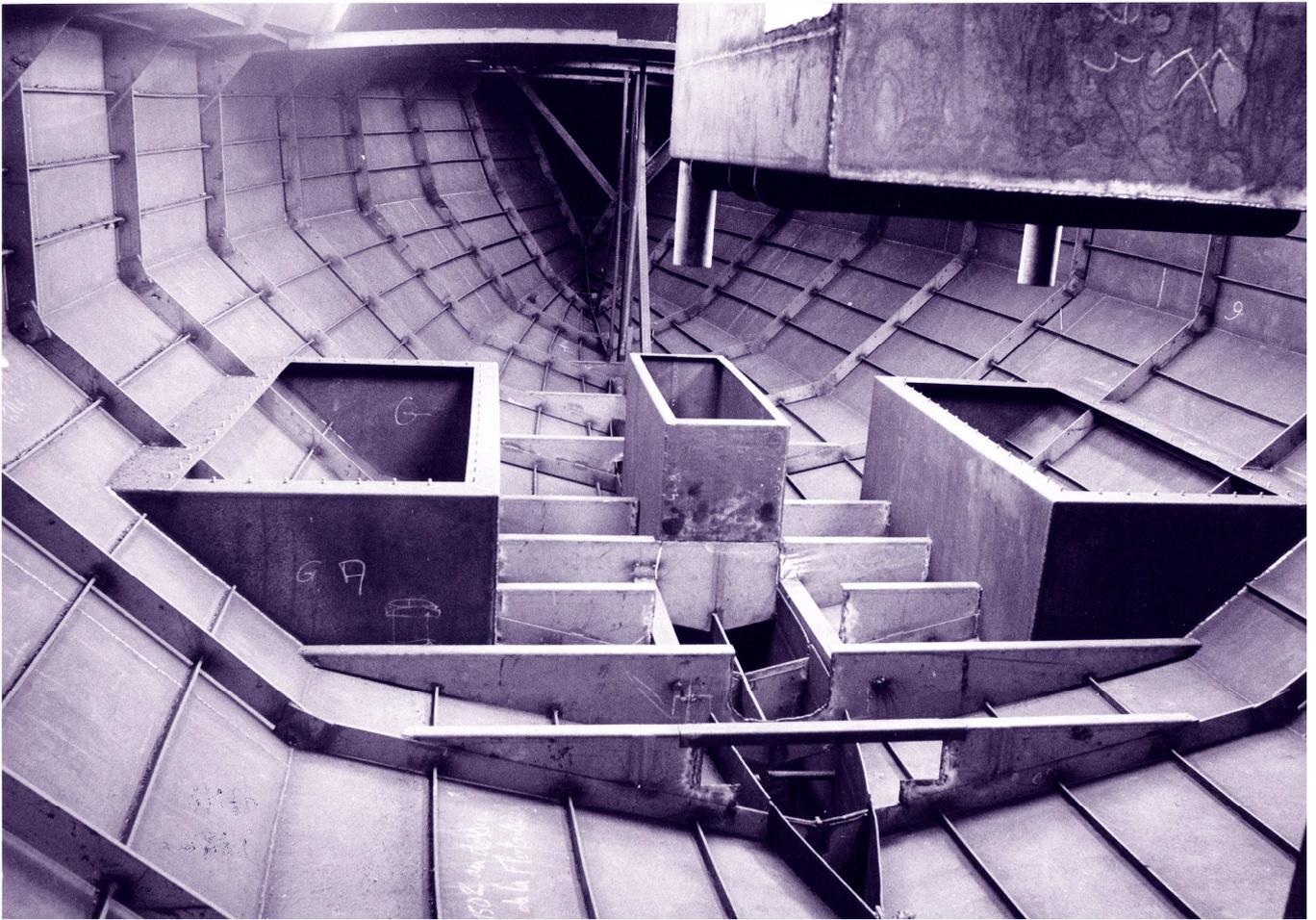
Sur le côté, on soudera les tubes inox suivants :

- un remplissage diamètre 40 à 50 ;
- un évent diamètre 15 à 20 ;
- une alimentation diamètre 8 x 10 ;
- un retour diamètre 8 x 10 ;
- un robinet de purge dont l'accès sera ainsi beaucoup plus commode que si le réservoir de fuel était bâti dans la quille.

Sont soudés au réservoir les départs du remplissage, de l'évent, de l'alimentation et du retour. Entre le réservoir et l'autre extrémité, on trouvera des portions souples en tuyau renforcé et « homologué », spécial pour hydrocarbures.

Ainsi réalisés, les réservoirs d'eau et de fuel peuvent être déplacés pour participer à l'équilibrage. Le réservoir d'eau peut être fait dans la quille. Le réservoir de fuel devrait à peu près toujours être fait comme décrit dans ce présent chapitre.

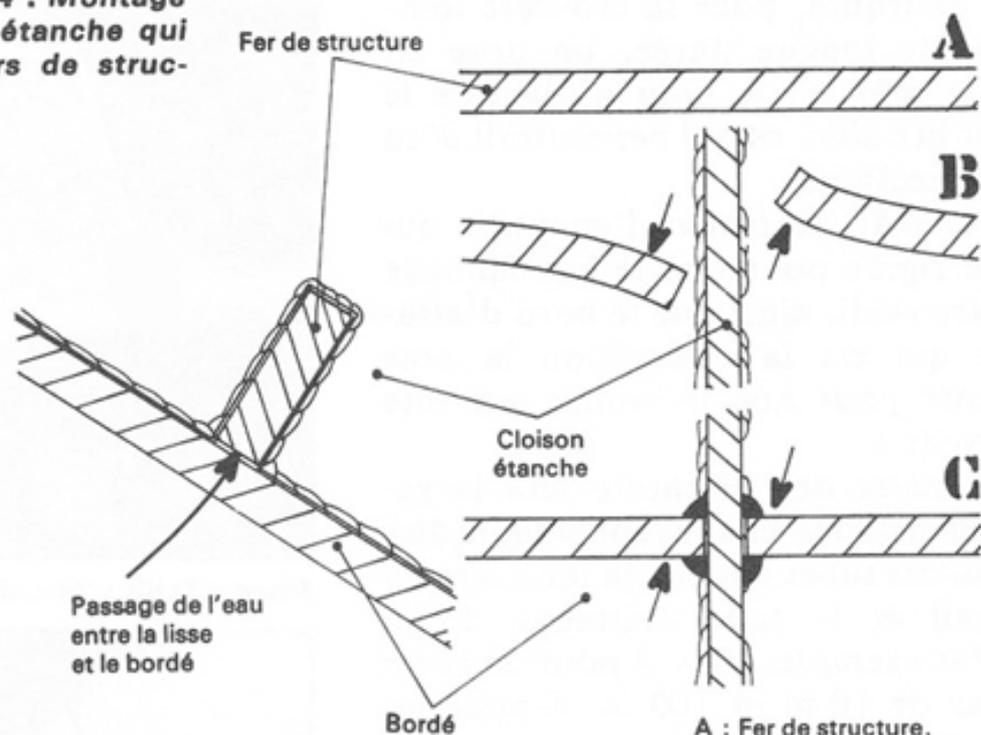
Pour les dériveurs, ce sera de toute façon une nécessité en l'absence d'une quille ! (Photos D 53 à D 56. Croquis D 133 à D 140).





Réservoirs contre un bordé sur lisses.

Croquis D 134 : Montage d'une cloison étanche qui coupe des fers de structure.



A : Fer de structure.
 B : Mise en place et soudage de la cloison étanche. Le fer est coupé et écarté.
 C : Après soudage de la cloison, le fer est ramené contre la cloison et y est soudé.

Un caisson (crash box, baille à mouillage, caisse à lest, ber moteur et son varangage étanche, réservoir, etc...) n'est étanche qu'à la condition de couper les fers qui le traversent puis de les « ré-abouter » après avoir posé et soudé étanche les tôles dudit caisson.





Chatam et Atlantis divers, dont « Boulal » en bas à droite.

Un temps, dans les années 80, conçu sous forme d'un cylindre inséré dans le pont à l'arrière du bateau, débouchant sur le pont, le caisson à gaz s'est heureusement simplifié et rendu plus esthétique.

C'est un simple caisson encastré dans le tableau et « fermé » par une trappe munie d'un orifice haut et d'un orifice bas, avec grilles, ou simplement laissant un espace en haut (entrée d'air) et un espace en bas (vidange du gaz, plus lourd que l'air, ainsi que de l'eau éventuelle) conformément à la réglementation.

Le caisson à gaz est du même côté que la cuisine.

Un tuyau rigide, maintenu à espaces réguliers conformes à la réglementation, va vers le réchaud. Un tuyau souple le plus court possible le relie au réchaud. Un raccord homologué, avec vanne, les rattache.

Cette vanne est obligatoirement sur le côté du réchaud, et jamais derrière lui : en cas de feu on ne pourrait pas l'atteindre.

Symétriquement, on trouve souvent un coffre à radeau de sécurité muni d'une fermeture non étanche mais très solide car les vols de « bibs » sont une pratique... répandue...

d'un barrot en une pièce ou plusieurs selon qu'il se trouve en dehors du roof ou qu'il serve de support au roof. Les demi-membrures des bateaux à bouchains sont faites de segments débités dans des barres de fers plats.

On peut commencer par le tronçon du haut de bordé. On positionne la barre de 6 m et on reporte la courbe du pont pour couper son extrémité supérieure.

Pour couper automatiquement l'extrémité inférieure, il suffit de superposer à la barre de 6 m un bout de carton de la même largeur que les fers de membrure, de 50 à 60 cm de long, positionné selon le départ du tronçon suivant. Ce « patron » a l'avantage de vous donner instantanément et sans aucune mesure ni relevé d'angle, l'angle de coupe du premier tronçon de membrure. Pendant que vous y êtes, vous en découpez un second dans une seconde barre, pour le second côté de la membrure.

Vous retournez la première barre, dont vous avez détaché le premier tronçon. Par le jeu des angles complémentaires, vous avez ainsi le bon angle qui s'ajuste au bas du premier tronçon. Vous procédez de même pour le bas du second tronçon avec le « patron » placé selon le tracé du troisième. On retourne la barre et on coupe le troisième tronçon.

Au pied du couple va venir s'encaster le fer de quille. Il faut donc couper les tronçons du bas des membrures de façon à encaster ce fer. Si ce fer mesure 10 mm d'épaisseur, chaque tronçon sera coupé à 6 mm de l'axe vertical VV'.

Pour assembler ces tronçons, il faut les placer sur le tracé. On les pointe entre eux et les soude en passes inversées pour combattre les déformations. Si vous notez que des déformations se sont produites dans l'angulation des morceaux de membrure, les plus adroits pourront les récupérer en chauffant le métal. Les autres frapperont les couples avec un maillet. Il

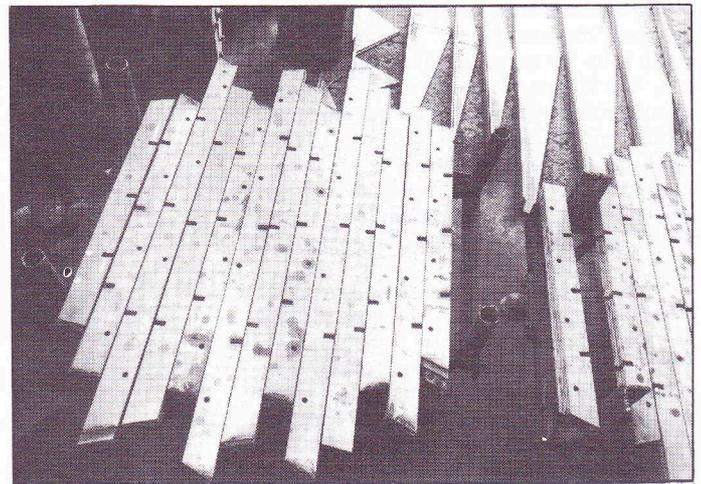
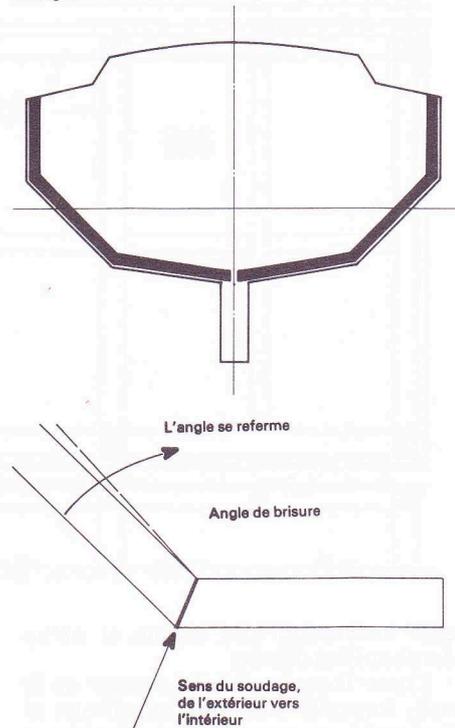


Photo D 12 : Fers plats et tôles pliées débités à l'avance au chantier Brument.

Croquis D 25 : Membrure.



Croquis D 28 : Déformation en fonction du sens de soudage.

faut procéder par approches successives. Un poste à souder de type Safarc 160, réglable entre 35 et 160 ampères, à deux gammes d'intensité, convient parfaitement. Lorsqu'on soude deux tronçons de l'extérieur du couple vers l'intérieur, on tend à refermer l'angle fait par ces deux tronçons.

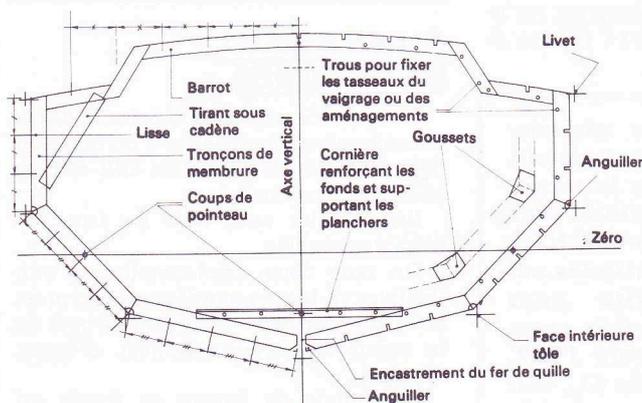
Pour éviter les déformations, on peut pointer sur la table à tracer, ainsi transformée en table de mécano-soudure, des petits bouts de cornière (5 cm x 30 x 30 x 3) qui vont brider les morceaux de plats et éviter les modifications d'angles lors du soudage.

● Pour rouvrir l'angle, on le frappe du côté intérieur (angle fermé).

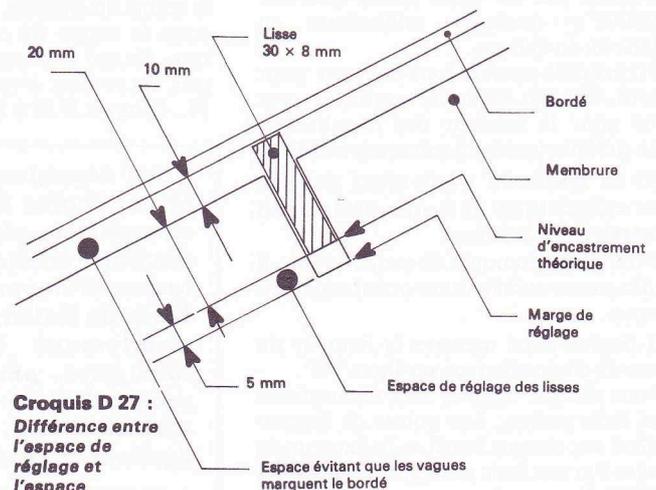
● Pour refermer l'angle, on le frappe par l'extérieur (angle ouvert).

B) LES BARROTS

Lorsque le pont est cylindrique, les barrots ont un cintre constant et tous sont identiques. On peut alors rouler les barres de 6 m et les assembler. Attention, en départ et en fin de barre, on note des « parties » droites sur 30 à 50 cm. On

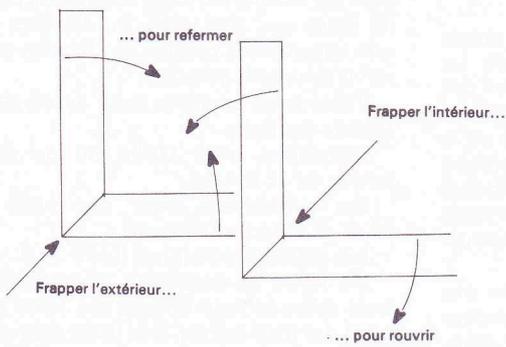


Croquis D 26 : Détails à prévoir sur un couple avant de le découper, le « prépeindre » et de le dresser sur le marbre.

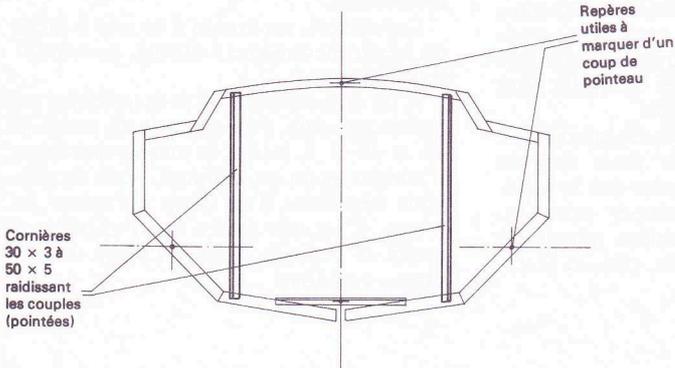
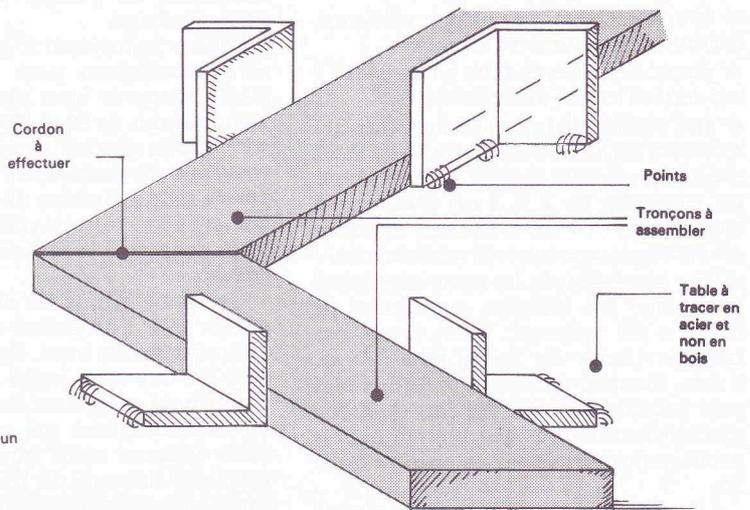


Croquis D 27 : Différence entre l'espace de réglage et l'espace de marquage

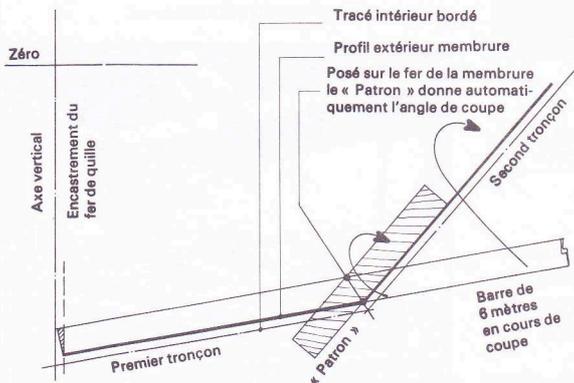
Croquis D 29 : Sens de la frappe au marteau pour rouvrir ou refermer un angle déformé par le soudage.



Croquis D 30 : Fabrication d'un gabarit de mécano soudure avec des morceaux de cornières pointés sur la table à tracer en acier.



Croquis D 32 : Avant d'être dressés sur le marbre, les couples sont renforcés par des cornières.



Croquis D 31 : Un « patron » en carton de la même largeur que les membrures facilite la découpe des tronçons des couples, sans rien mesurer.

peut les amener à un cintre proche des parties roulées en les martelant au marteau à garnir entre deux fers rigides : IPN, par exemple.

On les débite ensuite et les assemble selon le tracé. On donne toujours la plus grande longueur au segment placé verticalement. Ainsi les segments horizontaux, dont les fibres sont plus sollicitées, seront plus courts. Les remarques sur les déformations d'angles sont valables ici aussi. On les évite par un gabarit « mécano » fait de petits morceaux de cornières pointés sur la table à tracer.

Lorsque le cintre des barrots n'est pas un arc de cercle, il faut marteler les fers entre deux rails ou IPN au marteau à garnir comme dit plus haut.

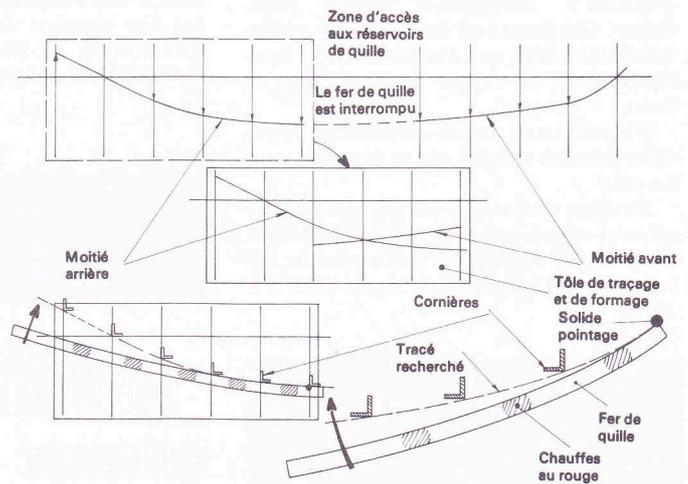
On peut aussi se fabriquer une cintreuse à l'aide d'un cric automobile. Les fers plats traversent les montants verticaux de la cintreuse dans des fentes bien ajustées à leur épaisseur pour éviter qu'ils se vrillent.

On rattrape un fer vrillé en le prenant entre les deux branches d'une clé en forme de F dont le jambage est aussi long que possible.

On peut brider les tronçons de membrure et l'angle membrure-barrot par des fers plats ou cornières pointés et formant triangle.

Les différentes parties du couple sont assemblées sur la table à tracer.

Pour rigidifier le pied des membrures et maintenir l'espace où viendra s'encas-



Croquis D 33 : Le fer de quille, tracé et formage.

trer le fer de quille, on place au niveau choisi, une cornière, en général de 40 x 4 ou de 50 x 5.

Il convient de parfaitement repérer l'axe vertical sur le milieu du barrot et de la cornière, et le niveau du zéro sur les deux parties de membrure.

C) LES DETAILS DES COUPLES

L'acier nécessite de la part du constructeur qu'il prévienne la suite des opérations. Ainsi aura-t-il dû tout découper, tout percer, tout souder, tout meuler avant de sabler et peindre ! **Sinon, certes, rien ne devient impossible, mais tout se complique et les chances d'avoir une**

La descente.

Nous traitons ici de la découpe métallique du pont et du cockpit, et non de la disposition intérieure, escalier, échelle, qui fait partie des aménagements.



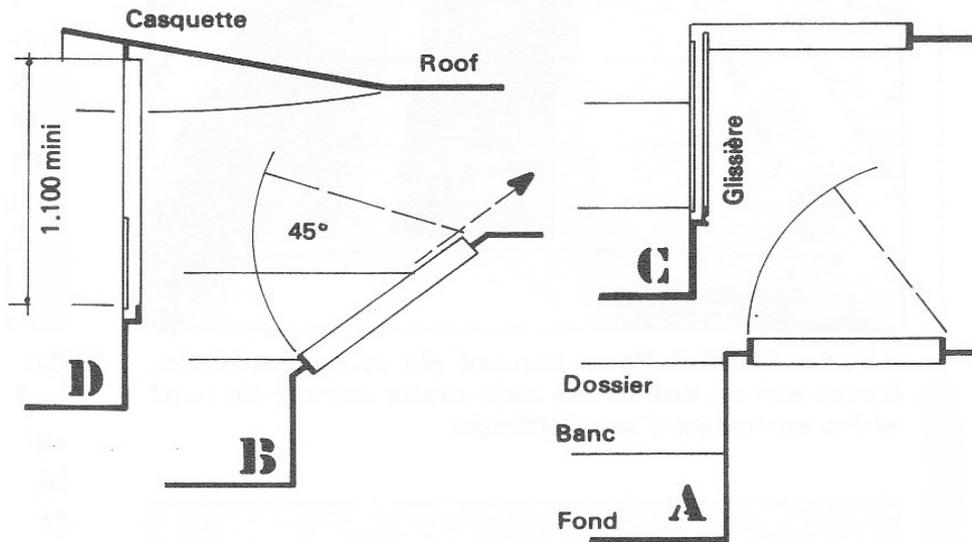
Typique des unités de voyage, dont le choix est de vivre à bord et non de barrer en permanence, la barre sur cloison de descente de ce Chatam 40. Le but est de libérer le cockpit de la barre à roue qui gêne la vie à bord. Une table prend sa place. Sur les plus grandes unités la barre à roue sur colonne et la table sont compatibles.



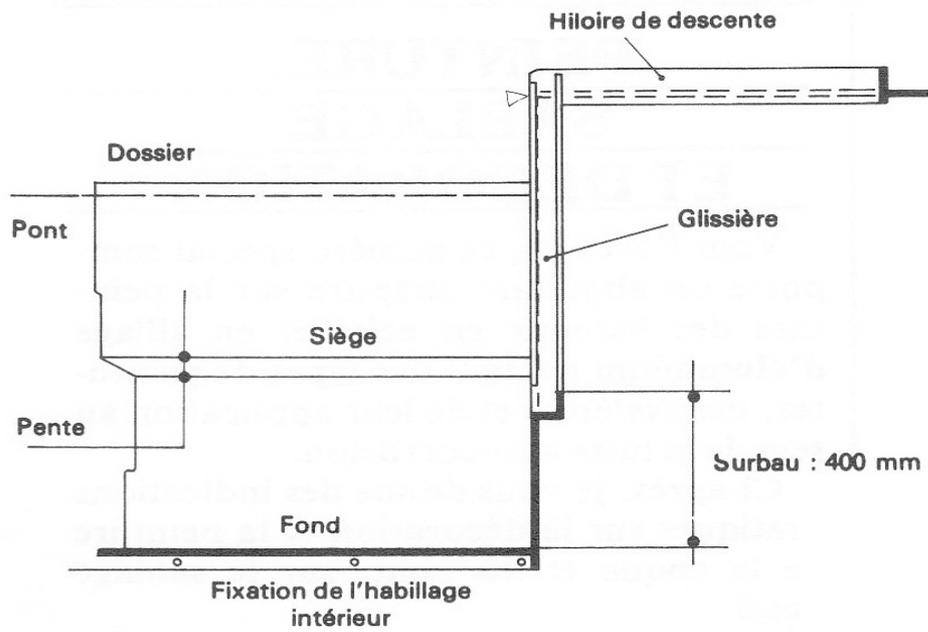
Le même en cours de construction.



Autre Chatam 40, mais à descente centrée, et inclinée à 45°. En bas de la photo on voit la préparation pour une colonne de barre à roue. Noter l'accès au moteur en fond de cockpit : attention à son étanchéité ! Le surbau, hauteur entre le fond métal du cockpit et le bas de la découpe de descente est de 400mm minimum pour les unités de « haute mer » (A et B)



Croquis D 149 : Descente et cockpit.





Naïla, Chatam tout alu d'Alain Kalita. Années 80. Petit cockpit très protégé.
Equipage jeune et peu nombreux autour du Monde.



Chatam 40 canadien. Québec. Cockpit large, familial, très protégé du chaud comme du froid, pour une vie à bord en tout confort dans des eaux froides comme dans des eaux tropicales. Pour éviter un poids non négligeable tout cela est à réaliser en alu. Prise au vent certaine.
Ce n'est pas un « cockpit de manœuvre » pour la course !... Il faut choisir !



Pas l'inverse, mais presque...





Chatam 52. Abri de barre ouvert côté cockpit. En inox. Il est considéré comme un simple abri de la descente et n'est pas pris en compte comme un roof : ni pour son étanchéité, ni pour ses échantillonnages, ni pour les dimensions ou les épaisseurs des vitrages.



Chatam 43 en alu. Abri de barre fermé. On a le choix entre le considérer comme une simple protection de la descente, qui doit alors être étanche et avec un surbau réglementaire, ou comme un roof à part entière : échantillonnages, dimensions et épaisseurs de vitrages, etc... La « descente » peut alors n'être qu'un simple changement de zone au sein des aménagements. La première solution est la meilleure car les vitrages peuvent être très amples et « minces ». C'est la plus sûre car la « descente » reste étanche et peut être close en cas de très gros temps et si l'abri de barre est endommagé, voire arraché. Efficace en eaux froides et zones polaires.

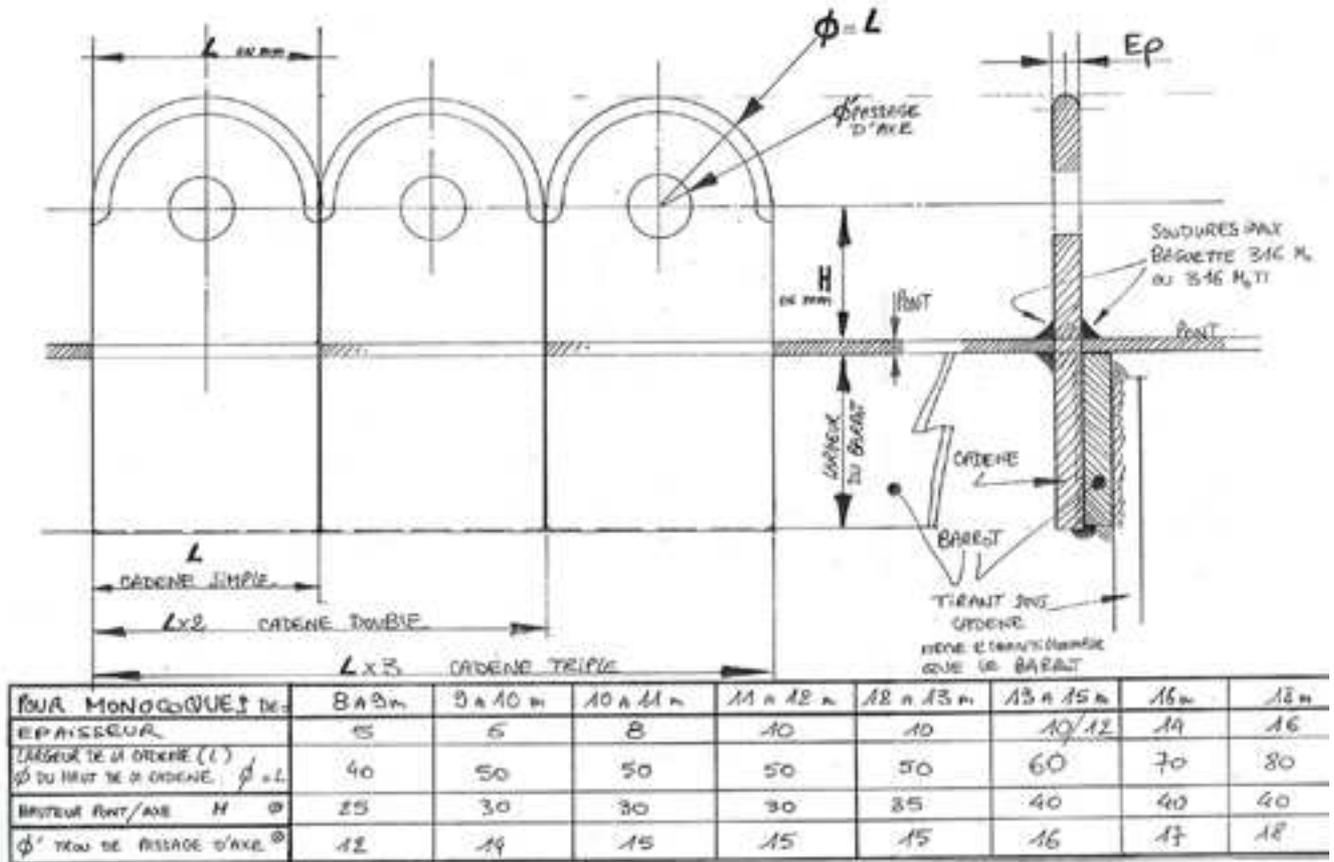


Le même abri de Chatam 43, vu depuis le cockpit. La porte n'est pas nécessairement étanche. Elle abrite du froid et de la pluie. Ici elle est précédée d'un dépassement du toit et le winchage lui-même est abrité, tout comme la barre qui se situe dans l'abri clos. Attention, la « vraie descente » se fait entre cet abri qui peut se clore mais pas de façon étanche, et les aménagements : descente étanche avec surbau réglementaire. Du point de vue de la réglementation, cet « abri clos » n'est considéré que comme extension du cockpit, un sas faisant partie du cockpit... comme une simple capote en toile...

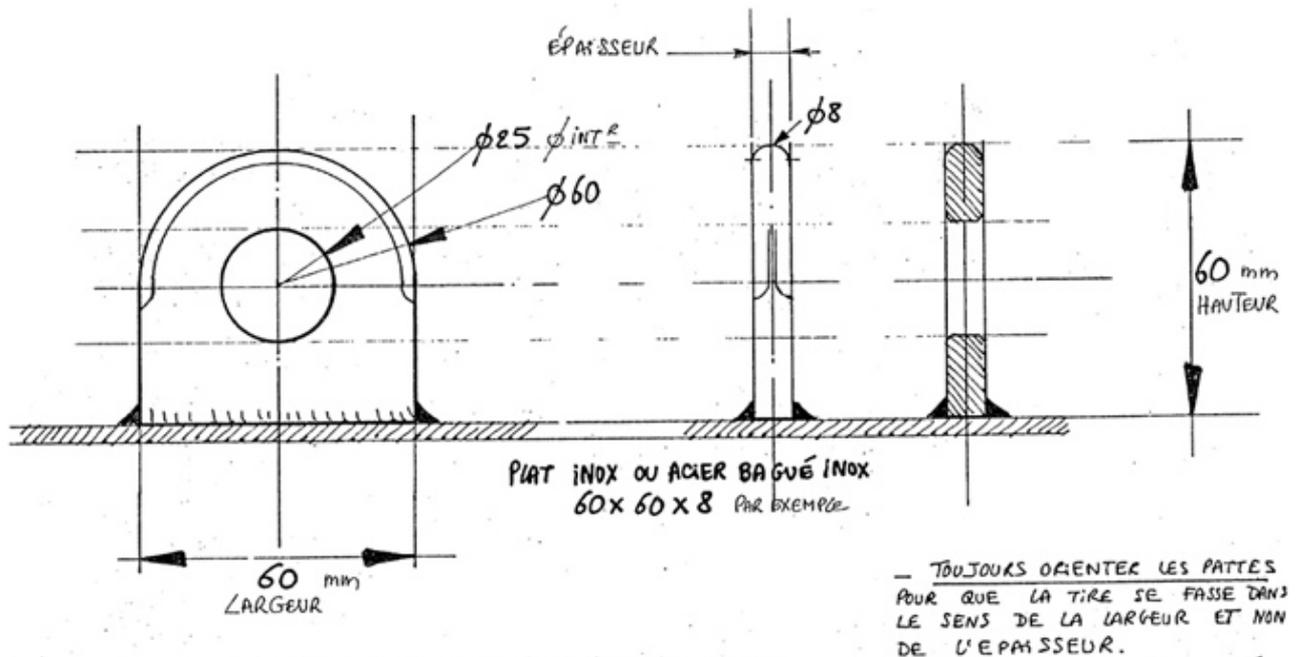


Le même Chatam 43 avec son « abri clos » vu de profil.

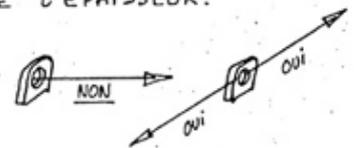
Divers détails du pont



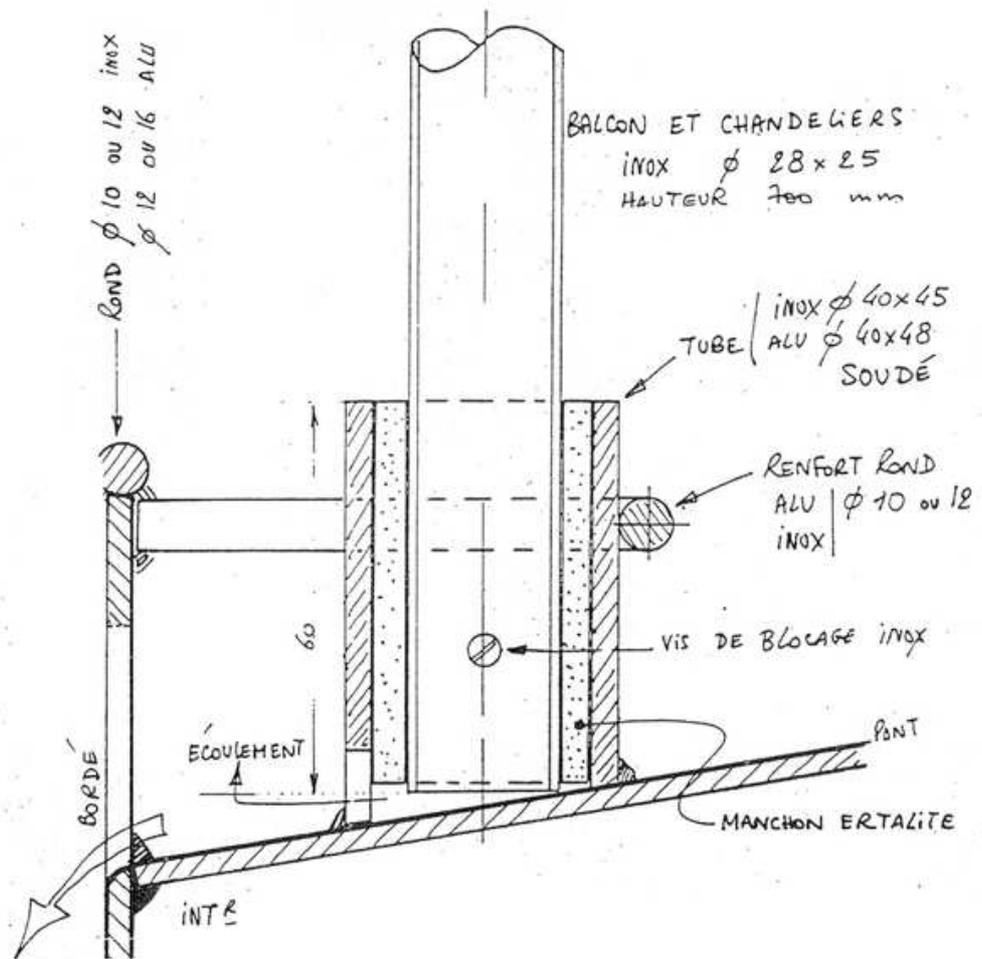
Cadènes de gréement dormant. Inox 18-12 (316), poli. Soudage même nuance et Mo Ti.
Cotes données à titre indicatif : les plans d'architecte du bateau construit font foi.



LONGUEUR BATEAU	10 m	12	14 m	16	18 m	PATTE	
LARGEUR	50	60	60	60	80	POUR FIXATION DE POULIES D'ECOUTE, G. VOILE, ARTION, TRING. BONNE, TOURMENTIN, PALANS DIVERS	
HAUTEUR	40	50	60	60	70		
ϕ INTÉ	20	25	25	25	30		
ÉPAISSEUR 316 inox	6	8	8	10	12		
						VR. GRANDEUR	CARRE



Cadènes de gréement dormant. Inox 18-12 (316), poli. Soudage même nuance et Mo Ti.
Cotes données à titre indicatif : les plans d'architecte du bateau construit font foi.



Proposition de pied de chandelier ou balcon.
 Inox pour pont inox (coque acier) ou alu pour pont alu ou inox.



Nadja





Vagabond. « L'étage supérieur » dope le volume d'aménagements : expé polaires au chaud...



Navire pour les expéditions polaires de Henk de Velde, Angéline (plan Caroff, quillard des années 85), n'était pas conçu pour cela... ! Il n'a pas pu suivre Vagabond et le Nadja Northabout dans leurs « Premières Mondiales » des deux premiers tours de l'Arctique réussis.



Le plan de pont de Northabout n'était pourtant pas ce qui se fait de mieux adapté...



Chatam 47



Chatam 47



Chatam 47



Chatam 47 Génésis



Chatam 52 avec abri de barre, roue sur cloison et descente décalée.



Chatam 40



Son toit de roof : renvois et réorientations. Aération. Mains courantes.



Accès arrière (Lex : années 80-85)



Mangareva (années 70-80) : accès arrière découpé dans le tableau arrière, sans jupe, avec vitrages de carré arrière.

Sur le pont, en arrière du roof à cockpit central, au centre, entre les deux capots de coffres, notez la pièce inox. C'est la platine et le mini capot de la sortie sur le pont de la mèche de safran qui permet de brancher la barre franche de secours obligatoire en cas d'avarie de la barre à roue.

34

L'ÉLECTRICITÉ

Je laisse pour un numéro Hors Série spécialisé le soin de traiter en détail de l'électricité (en principe, sortie fin 84 ou mai 85).

En ce qui concerne les bateaux en acier et plus encore en aluminium, je voudrais insister sur les éléments de sécurité.

Dans le bateau, l'électricité sera fournie par une batterie ou un groupe de batteries destinées à l'usage domestique. Absolument indépendante de ce groupe, on trouve une batterie de démarrage du moteur. Le rechargement de chaque groupe étant assuré par le moteur. Un voltmètre est nécessaire avec un dispositif évitant la surcharge sur chaque groupe. Une coupure bipolaire voire quadripolaire permet de couper le courant depuis la descente ou près de la table à cartes.

Le câblage électrique est du type isolé, gainé. On peut faire passer les câbles principaux entre l'isolation du roof et le vaigrage. Les câbles électriques passent le plus haut possible sous le pont ou le roof. Jamais dans les fonds ! L'idéal bien que ce soit moins esthétique, est de faire passer les câbles de façon apparente car c'est un gage de leur bonne aération. Ne faites pas passer les câbles contre le métal. Des ragages peuvent user la gaine et mettre le métal en contact avec le fil électrique. Le diamètre des fils est 2,5 mm².

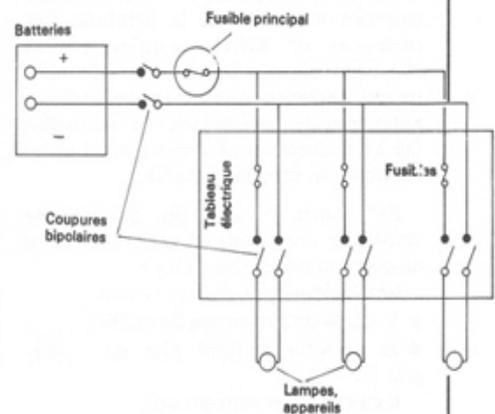
Il existe deux écoles concernant la mise à la masse ou l'isolation de l'ensemble de l'installation.

Ou bien, on met toute l'installation à la masse ou on ne met rien, isolant le tout.



Photo D 68 : Passage des fils électriques vers le pied de mât.

Croquis D 165 : Schéma électrique simplifié montrant les coupures bipolaires.



conseille de requérir aux offices d'un professionnel de l'installation électrique sur un bateau. (Photo D 68. Croquis D 165 à D 167).

INTENSITÉS ADMISSIBLES DANS LES CÂBLES ISOLÉS

Section	1 conducteur	2 conducteurs	3 conducteurs
mm ²	A	A	A
1	8	7	6
1,5	14	11	9
2,5	19	17	14
4	26	23	18
6	35	29	24
10	47	40	33
25	84	72	59
50	132	112	92
70	167	142	117

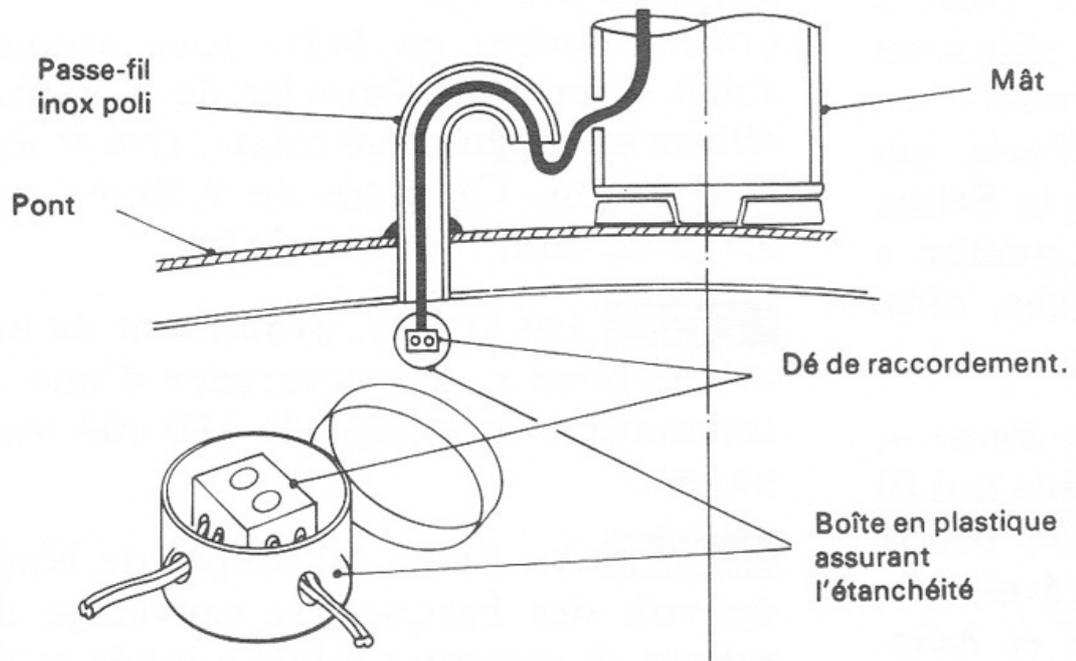
Il me semble que l'isolation est la meilleure solution pour l'amateur et celui qui termine son bateau acheté en coque pontée. Isoler le tout est relativement simple à force de montages utilisant des fixations synthétiques. Le moteur et son câblage sont déjà isolés.

La mise à la masse peut se faire par la mèche de gouvernail du quillard. Le dériveur possédant souvent des aiguillots et fémelots, c'est plus difficile. La mèche est ensuite reliée à la coque par des tresses métalliques. N'étant pas pour cette solution difficile à maîtriser, je ne m'y étends pas plus qu'en signalant les plaques de mise à la masse boulonnées de façon isolée à l'extérieur de bordé.

Il est possible de prévoir des systèmes de lucioles (petites ampoules en série) pour déterminer des fuites de courants positif ou négatif qu'on branche et met à la masse de la coque par deux fils nus (6 et 12 volts) lors des vérifications. Il existe aussi des millivoltmètres (voltmètres gradués en millivolts) qu'on peut mettre en contact avec la coque pour vérifier l'intensité des courants vagabonds.

En dessous de 10 ou 11 mètres, on peut se passer de beaucoup d'électricité. Seuls les spécialistes oseront bourrer leur bateau de tout ce qui fait le bonheur des amateurs de gadgets. Reste que réfrigérateur, congélateur, lampes, feux de signalisation, sondeur, loch speedo, compas de pilote automatique, peuvent comporter de l'électricité, à isoler de la coque.

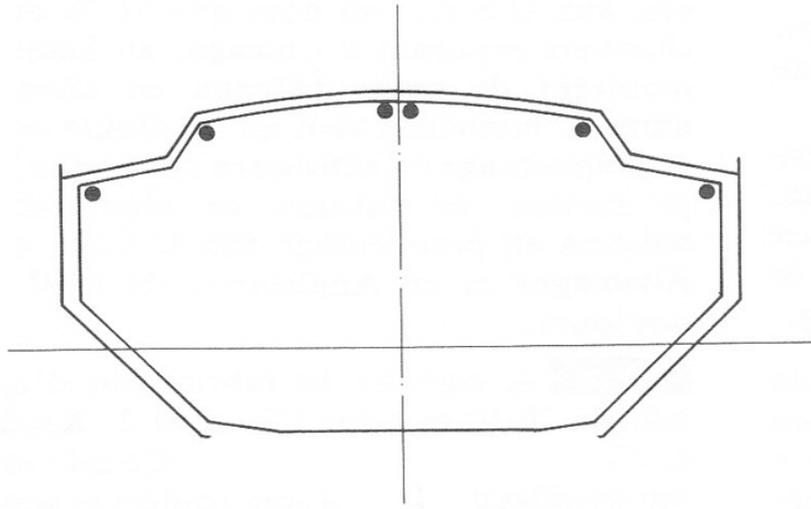
Je conseille d'avoir recours à une large information auprès de professionnels et la lecture des articles mensuels et numéros Hors Série de Loisirs Nautiques. Pour ceux qui veulent opérer une mise à la masse pour un bateau en aluminium, je



Croquis D 166 : Sortie d'un câble électrique vers le mât.



L'étanchéité est très bien résolue, avec simplicité et économie par ce système.



Les câbles doivent circuler le plus haut possible et surtout pas dans les fonds.



Bac de batteries étanche pour éviter les fuites vers les fonds.







L'ordinateur permet de compacter la zone de navigation qui devient « un bureau », tandis que le nombre des matériels électriques augmentent en nombre et puissance demandée.





Les câbles doivent passer dans des gaines (contre les ragages) et le plus haut possible. L'ensemble des circuits internes est en 12v. On ne fait aucune mise à la masse sur la coque ou ses appendices. Tout doit être isolé, y compris le moteur : 2 pôles isolés. Une prise de quai pour du 220 est isolée et protégée.

Epontille du quillard Cheminée de puits de dérive du dériveur.

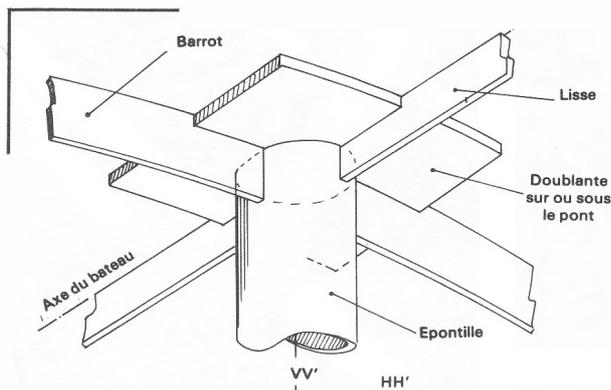
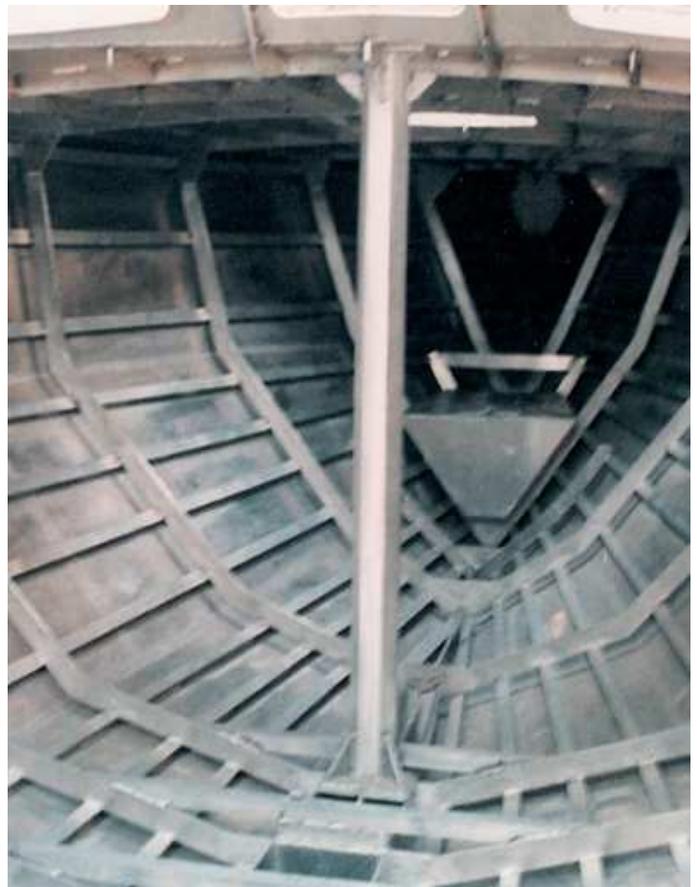
28

DIVERS DETAILS A L'INTERIEUR DU BATEAU

L'EPONTILLE

L'épontille est un élément essentiel, quelle que soit sa forme, de la rigidité du bateau. Elle relie coque et pont et forme la poutre indéformable désirée. Sur les bateaux de course, on recherche un diamètre de mâât optimum et aussi léger que possible pour le travail qu'on souhaite faire supporter à l'espar. Celui-ci est utilisé en courses côtières, révisé périodiquement, et, si une pièce donne des signes de fatigue, on la remplace en allant chez l'accastilleur du coin. Par contre, celui qui part loin et longtemps doit éliminer les risques de voir le matériel s'affaiblissant avec le vieillissement, devenir trop fragile pour supporter les contraintes. On ne peut donc calculer un mâât selon simplement les charges qui lui sont usuellement appliquées, mais avec une telle marge de sécurité pour tenir compte du vieillissement du tube et des pièces que les méthodes habituelles et fines de calcul sont ridiculisées et battues en brèche. Le vieillissement s'exprimant non en terme d'années mais de milles parcourus !

Or, en circumnavigation, un bateau va « abattre » parfois plus de milles en deux mois qu'un bateau restant en Méditerranée ou en Manche pendant dix ans !



Croquis D 133 : Tête de l'épontille.

Notez que l'épontille est mise en place dans le couple dont elle fait partie avant son montage sur le marbre, comme les tirants sous cadènes. Par contre, les cadènes gêneraient la pose du pont ; leurs fentes dans les tôles de pont peuvent, elles, être faites de bonne heure.

L'épontille d'artimon est faite comme l'épontille principale, avec un échantillonnage réduit de 30 à 40 % en moyenne.

C'est pourquoi, pour la croisière lointaine ou de longue durée, on pose en général le mât sur le pont au lieu de le poser sur la quille, ce qui permettrait d'en réduire la section.

Sous le mât, se trouve l'épontille qui doit être rigide pour que le haubannage puisse être raidi, ainsi que le bord d'attaque, ce qui est la disposition la plus importante pour que le voilier remonte près du vent !

Le diamètre de l'épontille sera largement dimensionné et souvent standardisé avec d'autres tubes comme la jaumière du gouvernail et le tube d'attaque de la quille. Par exemple, 60×4 pour un cotre de moins de 10 m et 100×6 pour un ketch ou une goélette de 14 m.

L'épontille fait partie d'un couple et peut être bâtie avec le couple à plat sur la table à tracer avant le montage du couple sur le marbre.

L'épontille repose sur le pied du couple par l'intermédiaire d'un plateau d'acier épais raidi par quatre goussets triangulaires.

De même, la tête de l'épontille s'encastre dans le barrot et la lisse d'axe se soude sur le pont raidi par une doublante de pied de mât et par des goussets en tôle épaisse.

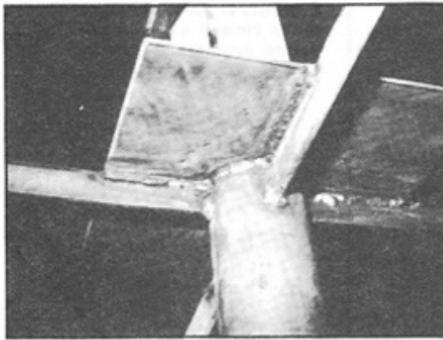
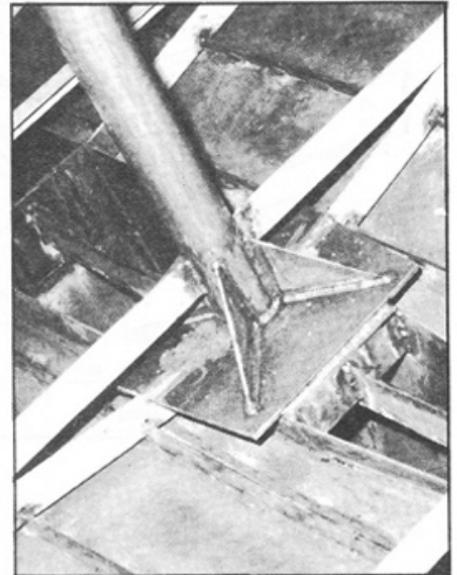
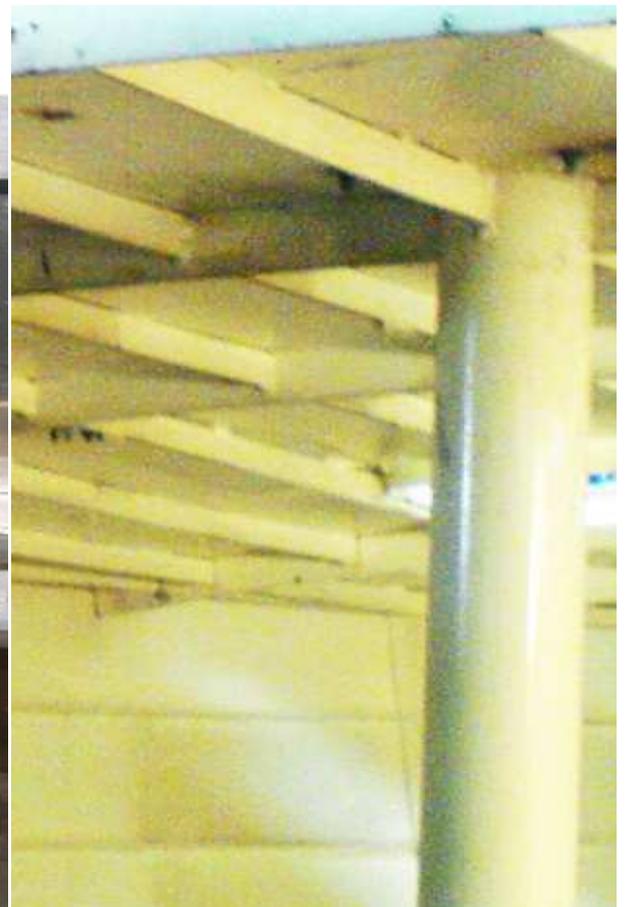


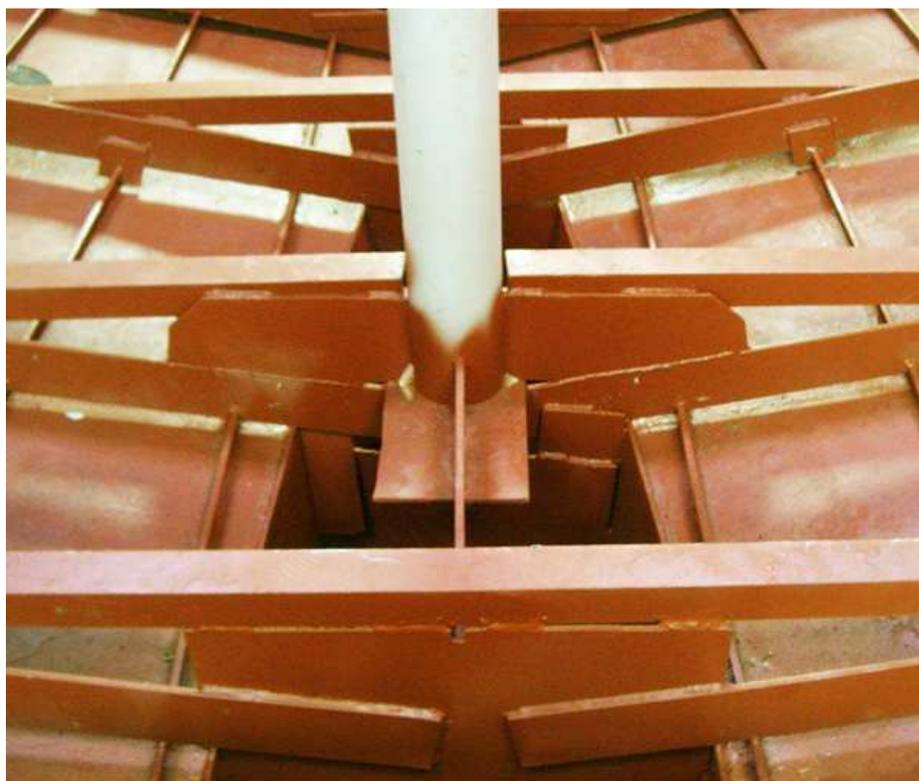
Photo D 53 : Tête d'épontille.



▲ Photo D 54 : Pied d'épontille.



Epontilles de Chatam quillards



Epontille de Chatam quillard



Chatam DI alu



Divers Chatam DI

res et permettre l'écoulement libre de l'eau. (Photos D 14 et D 15. Croquis D 37 à D 42).

13

LES GOUSSETS

Il n'était pas faux de dire dans le passé qu'un rôle des goussets était de guider les brisures.

Mais on se trompait en imaginant qu'ils avaient un rôle de tenue des tôles. Ils avaient plutôt l'inconvénient d'être des points durs sources de déformations.

Placés dans l'angle des tronçons de membrures, les goussets ont comme rôle d'assurer l'indéformabilité de ces angles. C'est tout !

Ne cherchez pas ce que vous pourriez mettre dans l'angle de la brisure pour la renforcer. Elle se renforce d'elle-même par l'angle des tôles. Pour la tracer, d'autres méthodes sont préférables. Vous le verrez.

Les goussets sont découpés dans de la tôle épaisse. Par exemple, 60 % de l'épaisseur des membrures.

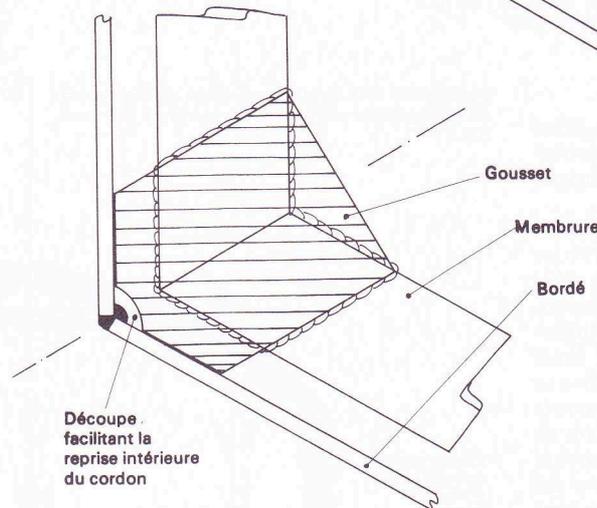
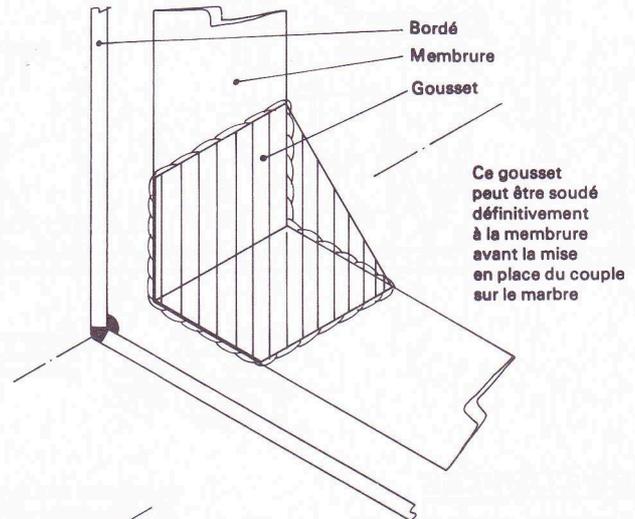
Maintenant, les goussets ne touchent plus le bordé. Ils sont soudés définitivement sur les couples, au bord de ceux-ci. Avant de souder un gousset sur un couple, en cordons continus, mieux vaut brosser le couple et le gousset sur leurs faces en contact pour éviter d'inclure trop d'oxydes dans ces zones qui ne se corroderont plus une fois soudées, car il n'y aura plus d'oxygène, mais enfin, c'est plus sain et reposant pour l'esprit !

L'angle de la membrure et du gousset sera meulé ou tronçonné pour laisser un anguiller et faciliter les reprises intérieures des cordons de bouchains.

Lorsque sur d'anciens bateaux il peut être prévu que les goussets touchent le bordé — vous pouvez demander à l'inspecteur de la navigation de votre quartier maritime qu'il accepte que vous les posiez selon la méthode moderne.

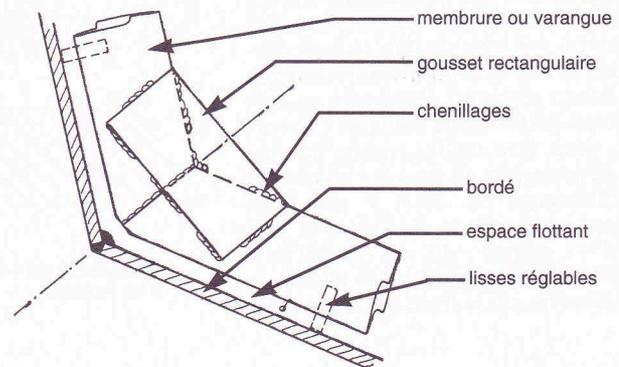
S'il vous faut les placer contre le bordé, vous pouvez prévoir de souder définitivement les goussets des couples en arrière du niveau du mât, mais de pointer seulement les goussets des couples en avant du mât. Les goussets aideront à repérer les brisures sur les tôles de bordé. Mais au moment du soudage des tôles, il vaudra mieux enlever les goussets pour éviter les déformations. Le retrait des tôles les appuierait contre ces goussets et provoquerait des cassures dans la ligne des bouchains. On les enlève. On soude les tôles. On les replace après. Toujours couper leur angle pour former anguiller et ménager le passage de la soudure. Pas de souci à se faire quant à la corrosion de ces zones. Les peintures au zinc s'infiltreront partout et il n'y aura pas de corrosion si le bateau est convenablement isolé.

Croquis D 44 :
Gousset
ne touchant pas le bordé.



Croquis D 43 :
Gousset touchant le bordé

Croquis D 45 :
Nouveaux goussets simplifiés, mis en place sur les couples lors de leur assemblage sur le marbre.



Non seulement les goussets ne touchent plus le bordé, mais surtout ils doivent être des tôles découpées et soudées en continu contre le côté des membrures. En aucun cas, ils ne doivent être des petits morceaux de plats « remplissant » près des brisures l'espace entre membrures et tôles. Un tel choix interdirait toute erreur de positionnement des couples, car il transmettrait une telle erreur, fut-elle minime, au tracé des brisures, qu'il rendrait à peu près impossible de bien faire filer !

De telles erreurs étaient le plus souvent à l'origine des défauts de courbure des brisures dans les années 70 à 75. (Photos D 16 et D 17. Croquis D 43 à D 45).

HORS SÉRIE

16

par Gilbert Caroff

LOISIRS NAUTIQUES

A • LES ALLIAGES D'ALUMINIUM P. 8

- 1 Historique
- 2 Les minerais d'aluminium
- 3 Fabrication de l'aluminium à partir de la bauxite
- 4 Fabrication de l'aluminium par électrolyse
- 5 Demi-produits
- 6 Techniques pour l'avenir ?
- 7 Désignations et normalisation
- 8 Analyse physique et chimique
- 9 Classification et état de l'aluminium et alliages
- 10 Traitements thermiques
- 11 Indications d'emploi
- 12 La mise en œuvre, généralités
- 13 Le chaudronnage
- 14 Assemblages - Rivetage
- 15 Le soudage
- 16 Alliages les plus courants en construction navale
- 17 Caractéristiques des alliages de construction navale
- 18 Dimensions des produits de construction navale
- 19 La corrosion des alliages d'aluminium
- 20 Protection contre la corrosion et peintures
- 21 Généralités sur la conception du bateau en aluminium
- 22 Principaux types de structures
- 23 Exemples de structures et d'échantillonnages
- 24 Multicoques - Motonautisme - Pont alu sur coque acier
- 25 Alliages de fonderie
- 26 Les pièces fondues
- 27 Les espars
- 28 L'anodisation
- 29 Coque pontée
- 30 Un pont en bois ou habillé de bois
- 31 Le collage d'un revêtement de pont
- 32 L'entretien
- 33 La réparation
- 34 La construction individuelle en aluminium
- 35 Le dériveur en acier
 - conception
 - le puits de dérive
 - l'entretien
 - courbes de stabilité

B • LES ACIERS INOXYDABLES P. 126

- 1 Généralités
- 2 Désignations des aciers inoxydables, aptes à la construction navale
- 3 La corrosion
- 4 Aciers inoxydables, actifs, passifs
- 5 Mise en œuvre des aciers inoxydables
- 6 Notions sur le soudage des aciers inoxydables
- 7 Soudage des différentes familles d'inox
- 8 Décapage
- 9 Entretien de la surface d'un acier inoxydable
- 10 La peinture ou le collage d'un revêtement sur l'inox
- 11 Visserie, construction navale et corrosion
- 12 " Uginox fluctuat " : l'inox et la construction navale. Pont inox sur coque acier

C • LES ACIERS DOUX P. 146

- 1 Généralités - Fer - Fonte - Acier
- 2 Histoire de l'acier - Méthodes modernes de fabrication
- 3 Produits sidérurgiques, nuances - Analyses
- 4 Normes
- 5 Caractéristiques mécaniques
- 6 Traitements à froid et à chaud
- 7 Mise en œuvre, outillage
- 8 Assemblages
- 9 Le soudage de l'acier
- 10 La corrosion de l'acier
- 11 Peinture - Traitements anti-corrosion, Galvanisation - Métallisation
- 12 La protection cathodique
- 13 Aciers pour la construction navale de plaisance
- 14 Produits sidérurgiques et transformés
- 15 Aciers spéciaux
- 16 La conception du bateau en acier
- 17 Types de structures
- 18 Exemples de structures et d'échantillonnages
- 19 Leur opinion
- 20 Un pont en bois sur une coque métallique
- 21 Un pont métallique habillé de bois
- 22 Le collage d'un revêtement de pont
- 23 L'entretien
- 24 La réparation
- 25 Superstructures en aluminium sur coque en acier
- 26 Un bateau d'occasion en acier doux
- 27 Coque pontée

D • MANUEL DE CONSTRUCTION AMATEUR ET ARTISANALE P. 246

- 1 Avant-propos
- 2 Les plans
- 3 Le service d'architecte
- 4 Préparation du terrain
- 5 Table de traçage
- 6 Différents marbres

- 7 Portique
- 8 Vireurs
- 9 Le tracé en grandeur
- 10 Fabrication des coupes
- 11 Le fer de quille
- 12 Les lisses, leur réglage
- 13 Les goussets
- 14 Montage de la structure sur le marbre
- 15 Bordage de la coque - Le brion
- 16 Le tableau arrière
- 17 La quille
- 18 Réservoir(s) en quille
- 19 Lest et équilibrage du quillard
- 20 Le gouvernail
- 21 Le retournement, diverses techniques
- 22 Structure du pont
- 23 Le bordage du pont
- 24 Les pavois
- 25 Les varangues
- 26 Découpes du pont
- 27 Détails du pont - Embases d'accastillage
- 28 Détails à l'intérieur de la coque
- 29 Le moteur, sa mise en place
- 30 Le cockpit
- 31 Peinture, décoration, sablage
- 32 Aménagements d'une coque en acier
- 33 Isolation, aération
- 34 Electricité

E • DES TECHNIQUES POUR DEMAIN P. 326

- 1 Historique de la marine de plaisance en alliage d'aluminium
- 2 Une expérience de construction amateur en aluminium
- 3 Options de structures en aluminium
- 4 Historique de la marine de plaisance en acier
- 5 Options de structures en acier
- 6 Un pont en inox sur une coque en acier doux
- 7 Les aciers patinables cor-ten et indaten
- 8 Le collage de l'aluminium
- 9 Le collage des aciers
- 10 Le nid d'abeille d'aluminium et le sandwich métallique
- 11 " Profilén " - L'expérience suédoise
- 12 Brisures arrondies
- 13 Construction en panneaux galbés
- 14 Aluminium fraisé et extrudé
- 15 Aluminium expansé
- 16 Le titane
- 17 Le cupronickel
- 18 Métaux et fibres de synthèse
- 19 Les métaux de la pêche

L'isolation

Pour l'isolation il existe la mousse de polystyrène expansé ignifugé (la moins coûteuse, dans les grandes surfaces de bricolage), la mousse de PVC expansé (densité inférieure ou égale à 33. Coûteuse, mais non feu et imputrescible. Chez les fournisseurs spécialisés. Essayez d'en trouver « déclassée ».) et la mousse projetée : polyuréthane en général.

L'ISOLATION

C'est un point capital du confort thermique et phonique, mais aussi de la bonne santé des peintures intérieures, du bordé et des vivres.

Avec l'aération qui complète l'action de l'isolation et que je traite au chapitre suivant.

Isoler un bateau métallique (conducteur thermique) est indispensable, nécessaire !

Voici le principe de la condensation. Il s'agit d'une différence de pression due à une différence de température. La condensation se forme du côté le plus chaud d'un matériau. Prenons le bateau l'été. La nuit, il a fait frais. A l'intérieur du bateau, l'air est plus frais que dehors dès que la température extérieure monte. Vers 9 ou 10 heures, apparaît une condensation plus ou moins forte selon la différence de température nuit-jour et selon l'hygrométrie.

Cette condensation se fait à l'extérieur du bateau. Elle est très gênante si on veut peindre le bateau. On la réduit en mettant un chauffage dans le bateau, la nuit.

Le soir, l'hiver surtout, l'air sera plus froid dehors que dedans. Une « rosée » apparaîtra alors, mais à l'intérieur du bateau.

Lorsque vous vivez dans le bateau, l'intérieur est plus chaud. La condensation se forme à l'intérieur.

Une seule solution = mettre les deux faces du métal, tout le métal donc, à une seule température. Comme on ne peut pas mettre le bateau dans une « housse », on met l'isolation à l'intérieur. L'acier ou l'aluminium (car les alliages d'aluminium étant plus conducteurs que l'acier sont encore plus sujets à la condensation !) isolé de l'air chaud de l'intérieur du bateau sera tout à la température extérieure et il n'y aura pas du tout de condensation !

Des gens de peu de logique ont dit, dans le passé, qu'il fallait laisser une couche d'air entre l'isolant et le métal. Non, voyons ! Car cette couche d'air est plus chaude que l'air extérieur et il y a de la condensation, c'est prouvé ! Non, l'isolant se plaque contre le métal !

Pour l'aluminium, si on veut on peut le coller. Pour l'acier, on l'encastre entre les

éléments de structure et l'expérience montre qu'il tient tout à fait bien ainsi !

L'isolant ne peut en aucun cas être de la laine de verre. Elle pompe l'humidité de l'air. Ce sera une mousse synthétique. Soit du polystyrène, soit du polyuréthane. Je préfère le polystyrène qui n'a pas tendance à se transformer en poussière sous les vibrations et variations de température. On trouve du polystyrène ignifugé conçu pour le bâtiment et qui convient bien. Mais s'il ne brûle pas, il dégage des gaz nocifs. Aussi, ma préférence va-t-elle en valeur absolue vers le PVC. Cette mousse de polychlorure de vinyle ne brûle pas, ne dégage pas de gaz nocifs et est étanche même à la vapeur d'eau. Comme elle coûte plus cher, on se la procurera en panneaux déclassés pour défauts d'équerrage et d'aspect. On choisira les densités les plus faibles = 33, 40 ou 55 kg/m³.

En France, on la trouve sous le nom de Damicell ou Klegecell, Airex en Suisse ou Reticell en Allemagne, Klegecell ailleurs. C'est d'ailleurs un procédé français. La mousse de PVC pourra être choisie pour isoler la cuisine, les cabines. La mousse de polystyrène pourra être préférée, à cause de son prix, pour les endroits secondaires.

On isole ainsi le pont, le bordé supérieur jusqu'à 10 ou 20 cm sous la flottaison, et la voûte arrière. On n'isole pas la coque sous la flottaison car l'eau, fraîche l'été et tiède l'hiver, est un excellent régulateur thermique.

La mousse est coupée au couteau (mal aiguisé) en rectangles encastrés à force entre les lisses. Le pont est le plus exposé. Il doit aussi être le mieux isolé. On remplit de mousse tout l'espace entre les tôles et le vaigrage. Le chant des barrots est habillé de feuilles de mousse de 2 à 3 mm d'épaisseur, vendues en rouleaux. Le vaigrage est vissé dans les tasseaux placés contre tous les barrots à travers ces feuilles de mousse et retient toute l'isolation du pont qui est donc totalement étanche.

Dans le haut du bordé, le problème est déjà moins important. On encastre entre les lisses une épaisseur de mousse de 3 à 4 cm. Plus, si on veut. Ce n'est pas nécessaire sauf peut-être dans les cabines.

Le vaigrage, lui, est posé contre les tasseaux fixés aux membrures. Ainsi, il pourra y avoir un espace entre la mousse et le vaigrage. Mais non pas entre le bordé et la mousse ! C'est sans doute de là que vient la confusion !

Les membrures et surtout les tirants sous cadènes et tous les fers qui risqueraient d'apparaître à l'intérieur doivent être consciencieusement emmaillotés de bandes de mousse et habillés de bois. Aucun fer, absolument aucun, ne doit être apparent au-dessus de la flottaison et surtout au niveau du pont. Tous doivent être isolés et habillés de bois !

Je ne suis pas favorable à la projection de mousse contre le bordé, méthode qui rend l'accès à la tôle difficile en cas de nécessité de réparation !

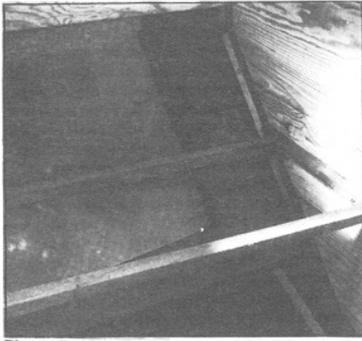


Photo D 64 : Détails des tasseaux qui vont recevoir une couchette.



Photo D 65 : Aménagements à leur premier stade. De la mousse est encastrée entre les éléments de structure sur deux épaisseurs.

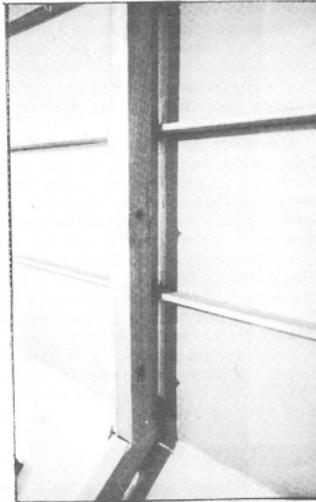
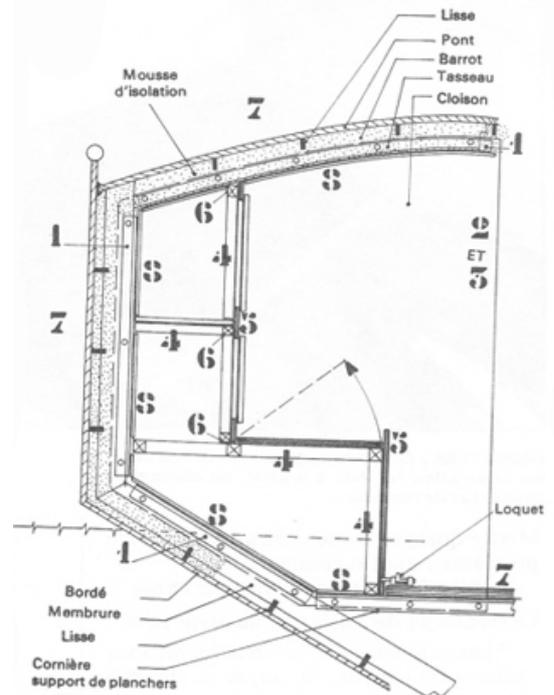


Photo D 62 : Un tasseau de vaigrage fixé contre une membrure. Il n'y a pas encore de mousse entre les lisses.



Photo D 63 : Détail de vaigrage (en haut à droite), d'isolation (en bas à droite), de cloison (à gauche) et de tasseaux.



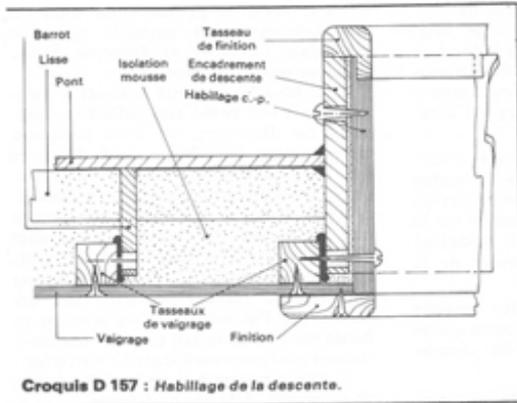
Croquis D 154 : Chronologie de construction des aménagements.

1. Pose des tasseaux de vaigrages 20 x 20.
2. Cloisonnement transversal principal : cloisons.
3. Cloisonnement transversal secondaire : demi-cloisons.
4. Tasseaux d'aménagements.
5. Façades de meubles et d'équipets.
6. Tasseaux secondaires sur ces façades.
7. Plancher et découpe définitive des plaques de mousse qui ont été placées juste après la finition des peintures mais laissées en grandes surfaces ne correspondant pas toujours à la répartition des aménagements.
8. Vaigrage et fonds d'équipets se font en dernier. Reste ensuite la finition de l'ensemble.

320

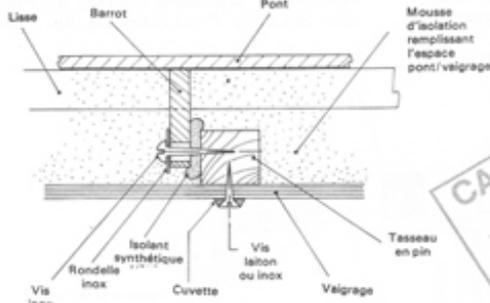


Bateaux à moteur isolés par de la mousse de polystyrène expansé ignifugé. C'est la moins coûteuse. On la trouve dans les grandes surfaces de bricolage sous divers noms de marques.

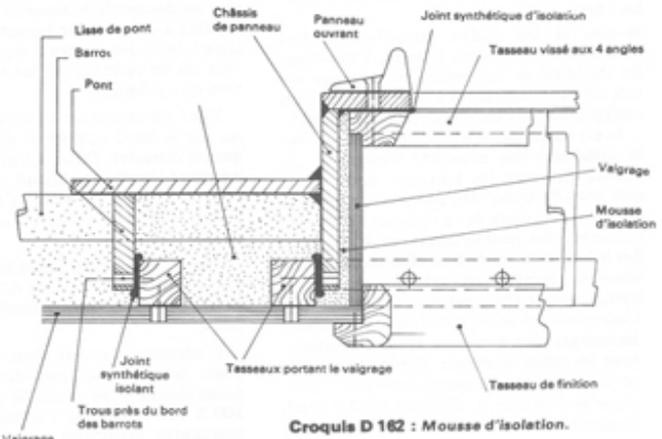


Croquis D 157 : Habillage de la descente.

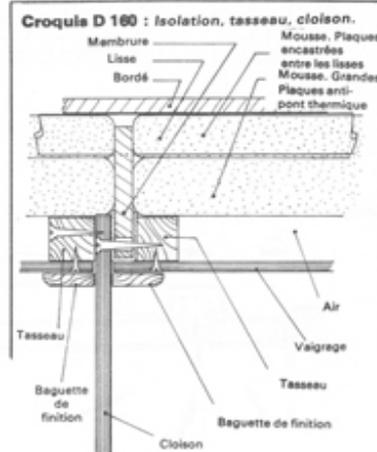
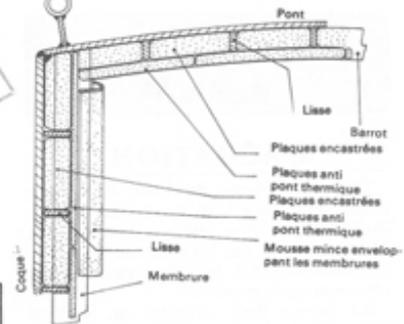
Croquis D 158 : Ni les tasseaux ni le vaigrage ne doivent toucher la structure métallique.



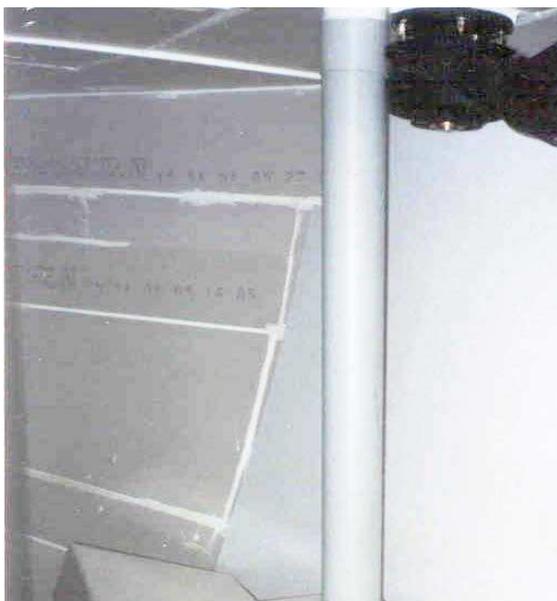
Croquis D 158 : Vaigrage de pont. Finition du vaigrage autour d'un panneau de pont.



Croquis D 162 : Mousse d'isolation.



CAROFF - DUFLOS
 Architecture Navale
 rue du Château
 20-43270 ALLÈGRE



Isolation avec des plaques de mousse de polystyrène expansé ignifugé. Souvent de couleur bleu clair, elle est ici grise. Les points bleus désignent les zones isolées. Les points jaunes, celles qui ne le sont pas encore.

La mousse est simplement coincée entre les éléments de structure, contre les tôles de roof, pont ou bordé. On ne laisse pas d'espace entre la mousse et les tôles.



Ici, sur Impermanence, la mousse a été projetée sous pression, ce qui a permis de poser les cloisons avant. Cette méthode ne donne plus un accès aisé au métal en cas de sinistre.

Je crains des retenues humides qui peuvent créer des zones de corrosion par aération différentielle sur l'alu nu. Sur l'acier peint cela convient mieux.



On n'isole pas sous la flottaison car l'eau est un régulateur thermique. Mais on descend environ 20 à 30 cm sous la flottaison, et contre la voûte arrière car la mousse est aussi un isolant phonique.



La déco.

Une déco soignée donne un « plus » à votre bateau... Soignez-la, les heures passées seront récompensées par votre propre plaisir lorsque vous regarderez votre bateau !

L'antifouling doit monter 15 à 20cm au-dessus du zéro du plan.
La bande de flottaison est peinte au-dessus de l'antifouling. On ne la trace plus avec des niveaux à eau ou à bulle (là, le HS avoue son âge...) mais avec un laser pivotant. Facile !

Voici quelques exemples.



Saturnin : joli Chatam (Plan de 1973)



Chatam 33



Autre Chatam 33



Autre Chatam 33, mais en alu.



Vulcain 5. Même taille que le Chatam 33, mais plan de 1975 env.



Chatam 37 salon de pont



Chatam 37 à salon de pont et jupe courte.



Chatam 37 alu à salon de pont



Chatam 40 canadien Léane



Chatam 40 Boulal



Chatam 40 Tir Na Nog



Atlantis 400 alu en formes, à salon de pont



Chatam 43 d'André Langevin, au Québec : coque acier et pont inox.



Atlantis 430 en alu du Chantier Dujardin-Ico France



Atlantis 430 alu à cockpit central



Chatam 43 alu en formes construit aux USA



Argonaute trawler acier



Chatam 47 Génésis



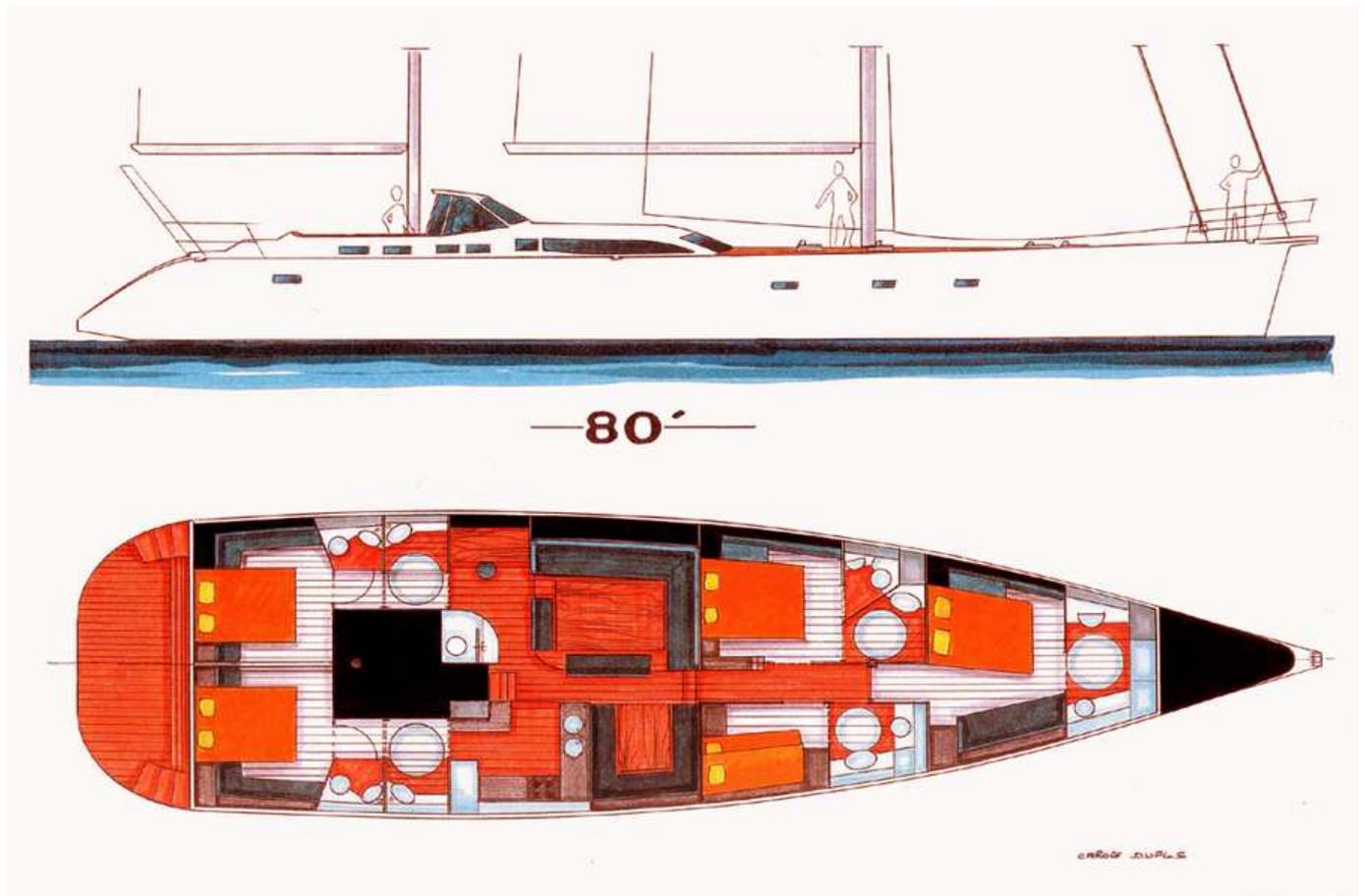
Chatam 47 Génésis : sa déco est un transfert obtenu par photo d'un motif répété...



Chatam 47 au Québec



Chatam 60 alu d'André Girault



Chatam 80

Plus un bateau est grand, moins il a besoin d'effets déco...



Vagabond pour la seconde fois vedette du Salon Nautique de Paris

A vous de jouer...

A vous de jouer.

A vous de jouer ?

A VOUS DE JOUER

Le cockpit

d'aération ou non fermées, étanches en dessous de 40 cm à partir du fond de cockpit : il ne doit pas pouvoir y avoir d'entrées d'eau en dessous d'un niveau de 40 cm à partir du fond du cockpit. Par contre, on peut prévoir un seuil de descente plus bas avec un panneau solide, monté, sur une charnière inox et fermant de façon rapide, efficace et étanche ;

- prévoir des pattes, cornières L ou T pour la fixation d'un indispensable habillage en bois.

Le cockpit peut être en tôles minces, de 2,5 ou 3 mm avec une structure en plats ou profilés. Il peut aussi être en tôle plus épaisse, 4 mm, ce qui permet de se passer de structure et fait gagner de la hauteur sous-barrots, dans une coursive ou une cabine.

Le cockpit peut être construit tardivement pour accéder facilement à l'intérieur du bateau, si celui-ci est bâti dans un hangar. On pourra ainsi préfabriquer des morceaux d'aménagements et les faire passer par le trou ainsi laissé libre.

Le fond du cockpit doit être à 25 cm au-dessus de la flottaison en charge, pour éviter les remontées d'eau.

30

LE COCKPIT

Traiter de la conception du cockpit pour la vie à bord et la manœuvre n'est pas le propos de ce livre sur la construction métallique. Je vais vous parler de sa conception en tant qu'objet à construire et du respect des normes de sécurité.

LA CONCEPTION ; LA CONSTRUCTION

Un cockpit destiné à être construit en acier, doit être conçu en fonction du matériau.

Certes, il doit être commode pour la manœuvre et la vie à bord. Mais pas au détriment de la construction, ni de l'entretien !

Il faut avant tout faire simple. Si on recherche une construction économique, on peut s'orienter vers des angles parallèles pouvant sortir de pliage. Si l'ensemble ne peut pas être plié d'un seul tenant, les raccords soudés se feront bout à bout, dans les bas de sièges (parties verticales) plutôt que dans les angles ou le fond.

Les angles seront arrondis en réglant la plieuse dans ce but.

Il faut :

- donner aux bancs une assez forte pente vers le centre du cockpit pour l'écoulement de l'eau ;
- donner au fond une pente vers l'avant ou l'arrière, pour que l'eau n'y stagne pas ;
- respecter l'interdiction de la Marine Marchande faite aux bateaux français (et à eux seuls) de percer des ouvertures

LES VIDANGES DE COCKPIT

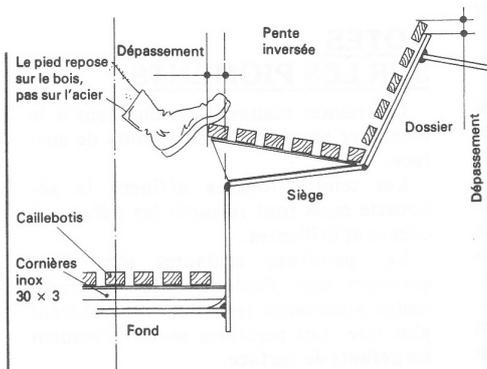
Un cockpit est dit auto-videur lorsque l'eau embarquée s'évacue dans un délai raisonnable. Pour des bateaux de taille courante et de conception classique, on trouvera des tuyaux de vidange de 40 à 60 mm de diamètre et au nombre de deux.

Ces tuyaux en acier galvanisé épais sont en deux parties. La partie supérieure d'une dizaine de cm est soudée au fond du cockpit en veillant à ne pas faire de saillie au-dessus du fond. La partie inférieure monte de 30 à 40 cm au moins, au-dessus de l'eau. Entre les deux, on disposera une section souple de tuyau industriel renforcé, serré par des colliers type « serflex » en inox — la partie inférieure est soudée au bordé de fond avec une doublante en 3 mm.

Si les tuyaux de vidange traversent la coque au-dessus de la flottaison en charge, dans le tableau arrière ou la voûte, ils peuvent être en une seule partie, de type direct. Si le cockpit touche le tableau arrière, la vidange peut se faire par deux ouvertures, avec ou sans trappes, directement découpées dans la tôle du tableau.

Dans le premier cas qui est celui d'un cockpit dont les vidanges traversent la coque sous la flottaison (cockpit central ou arrière) et dans le second cas aussi, le cockpit est supporté par deux ou quatre cornières en L de 30 x 3 à 40 x 5. Ces cornières seront disposées de façon à recevoir directement l'habillage ou des tasseaux sur lesquels les panneaux d'aménagements seront vissés. Elles seront donc percées comme les membrures et les barrots.

Croquis D 146 :
L'habillage de cockpit protégé l'acier.



On peut aussi faire dépasser les parties basses et verticales des bancs en dessous du fond, sur une largeur de 2 à 3 cm pour la fixation de l'habillage intérieur.

Dans les tuyaux de vidange du cockpit, on peut « piquer » des tuyaux de prise d'eau moteur, évier alimenté en eau de mer, ou des tuyaux évacuation d'eau (évier, lavabo). On y pique aussi l'anti-siphon d'échappement moteur qui monte en col de cygne et redescend au bas du tuyau de vidange de cockpit.

L'HABILLAGE EXTERIEUR

A moins de réaliser un cockpit en acier inoxydable, on se doute bien que cet endroit où on séjourne beaucoup sera sujet aux ragages.

La peinture sera usée dans les angles et la rouille y apparaîtra si on ne fait rien pour l'éviter.

Je vous conseille d'habiller intégralement le cockpit de panneaux de lattes ou de caillebotis de bois reposant sur des pattes ou des profilés L ou T d'acier ou d'inox auxquels ils sont vissés.

Une astuce consiste à faire dépasser les panneaux de bois :

- au-dessus des dossiers pour en accroître le confort et éviter de poser le pied sur l'acier ;

- au-delà des angles intérieurs des bancs de telle façon qu'assis dans le cockpit, les pieds sur l'angle du banc d'en face, on ne touche pas l'acier mais le bois.

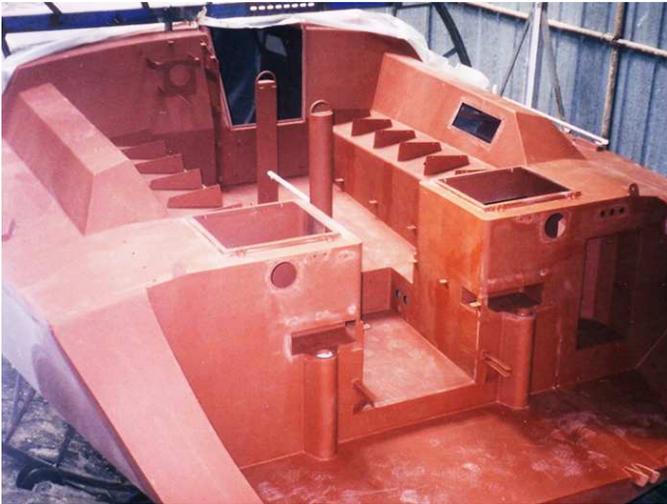
Un caillebotis protégera aussi le fond.

Les bancs en acier ont une pente destinée à éviter la stagnation de l'eau. Or, cette pente est mauvaise pour le confort. Il faut donc l'inverser et poser les pattes de support de l'habillage des bancs de façon à être basculé vers le dossier (en arrière) et non pas vers le centre du bateau (en avant).

Dans les années 70-80, les bateaux étaient en général plus étroits, gitaient davantage... et n'étaient pas encore dédiés au Voyage. Les cockpits étaient étroits et ultra protégés, souvent centraux. Très vite le retour d'info nous a fait élargir les cockpits, le plus possible, et prévoir un large accès par l'arrière, dans une jupe aménagée. Précédé d'un salon de pont, il est souvent abrité derrière une ... « capote » en dur !



Atlantis 40 des années 90-2000



Chatam 40



Vues de l'intérieur.

L'emprise du cockpit sur le volume intérieur n'est pas négligeable. La disposition d'aménagements de la zone arrière doit être envisagée en même temps que la disposition du cockpit.



Chatam 33



Chatam 40





Chatam 37. La descente décalée laisse de la place pour la barre à roue. Disposition typique des unités de Voyage, dont la gamme Chatam : on ne passe pas son temps à barrer, ce qui, en Voyage, devient vite lassant.... On vit à bord, on « travaille », on dort, on mange, on rêve... Et on branche le conservateur d'allure ou le pilote automatique dès que possible. C'est un raisonnement qui n'a rien à voir avec ceux des bateaux de course, régate ou croisière. Un bateau doit être adapté à son programme de navigation jusque dans les détails.



Chatam 47



Chatam 60



Sur ce **Chatam 60** la jupe est remplacée par un second cockpit.
Une bonne idée de son constructeur-propriétaire !



Ce grand bateau, de type mixte voile-moteur, sur plans Bollard, c'est toute la plage arrière qui « sert de cockpit ». Le volume intérieur y gagne, et l'ampleur de la plage arrière aussi. Astucieux et intéressants volumes d'éclairage et aération, que ces « dog-houses », dont celui-ci qui porte la table.



A retenir le bimini-top sous forme d'une bâche sur la bôme. Idée répandue chez tous les navigateurs en eaux chaudes. Souvent on s'arrange pour que cette bâche abrite le cockpit ET le roof ou salon de pont. Double emploi soleil-pluie !

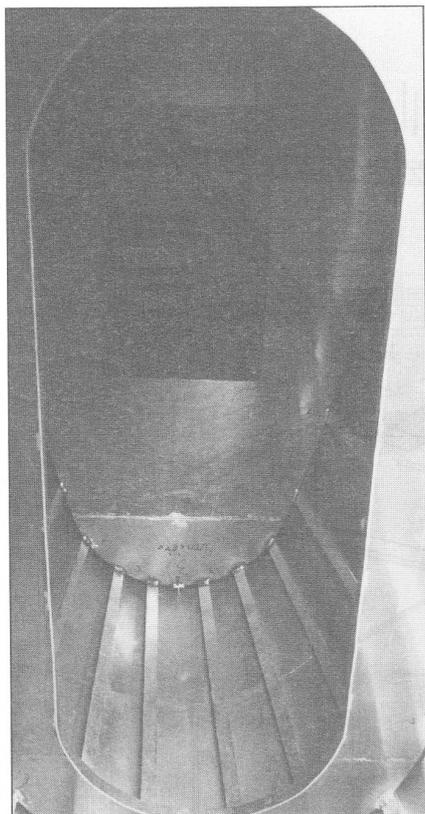


Photo D 85/86 :
Construction amateur catamaran :
à l'inverse de l'acier, trop lourd,
l'aluminium permet de réaliser
le cloisonnement porteur
dans le même matériau
que les bordés et la structure.
Intéressant et pratique pour l'amateur :
notez les flotteurs en formes.

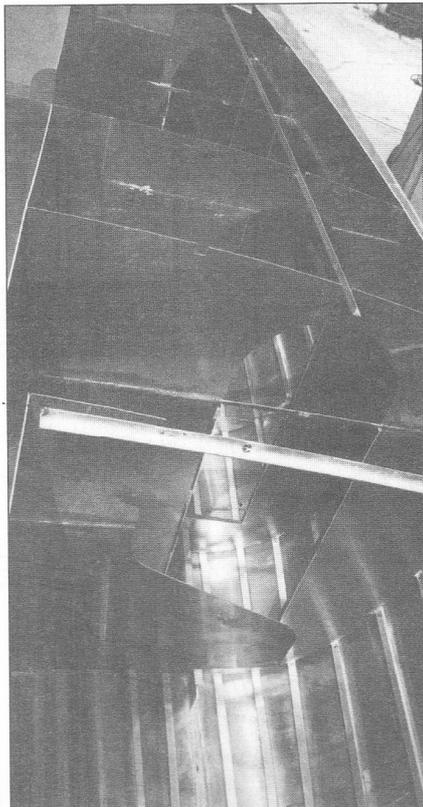


Photo D 87 :
Structure sur lisses
et cloisons en alu
pour ce cata
en construction amateur.
(Photo Galdéano)

rences importantes de la hauteur, donc du centre de gravité. En effet, si la longueur peut être importante, la largeur est faible. Ce n'est que par la hauteur que les différences de densité s'expriment.

Le lest déposé dans une quille en acier, dont on compte tout ou partie du poids comme lest, pourra être :

- en plomb fondu
- en lingots de plomb
- en lingots de fonte
- en déchets de plomb
- en déchets d'acier
- en poudres et grenailles d'acier

Le choix du matériau sera souvent une question d'opportunité : chutes de tôle, débouchures de poinçonneuse d'une usine voisine. Ce sera aussi une question de prix, le plomb subissant des variations importantes d'une saison sur l'autre. Inutile, en général, de choisir le plomb. Souvent, la densité du lest utilisée pour calculer la stabilité du bateau, quillard ou dériveur, sera compatible avec l'usage de déchets d'acier beaucoup moins coûteux.

Un lest très dense peut permettre d'en réduire le poids dans une proportion à envisager avec l'architecte de votre bateau.

TABLEAU DE DENSITES MOYENNES DE LEST

Je vous donne ci-après les densités moyennes, non des matériaux, mais des lests réalisés par ces matériaux, la quille elle-même n'étant pas comprise.

Matériau	Densité moyenne du lest	Densité brute du matériau
Plomb fondu	9 à 10	11,37
Lingots de plomb	7 à 8	11,37
Déchets de plomb	6 à 8	11,37
Lingots de fonte	4 à 6	7,3
Déchets d'acier	4 à 6	7,3 à 7,8
Poudres et grenailles d'acier	4 à 6	7,3 à 7,8

REALISATION

Naturellement, la densité sera en relation directe avec le soin pris à serrer les parties de lest et à éviter les vides ! On combine souvent les déchets de grande taille disposés couche par couche avec, intercalés, des déchets de plus en plus petits au fur et à mesure qu'on remplit les interstices. Par exemple, des lingots de fonte, des chutes de tôles, des poudres et grenailles. Le tout en une sorte de « gratin dauphinois », couche par couche.

En général, les bateaux de petite taille réalisés en acier gagneront à avoir un lest de haute densité afin de gagner en poids de lest. De plus grands bateaux pourront avoir un poids de lest plus largement prévu et donc ne nécessiteront pas une aussi profonde recherche de densité.

On peut aussi concevoir, comme je l'ai fait pour l'*Ile Disko*, de fixer un poids de lest mettant le bateau dans sa charge maximum. Lorsqu'un bateau naviguera plutôt près de nos côtes, avec de faibles quantités de charge, et qu'on aimera le voir doté de bonnes performances, on mettra le poids maximum de lest prévu et on veillera à alléger le reste des poids du bateau : aménagements, chaînes et ancres, charges d'eau et fuel.

Par contre, si le bateau doit voyager très loin, très chargé en eau, fuel et vivres, on ramènera le poids de lest vers le minimum de la fourchette.

Le lest total de l'*Ile Disko* est au maximum de 3.800 kg, dont 700 kg de quille comptés comme lest. On dépose donc 3.100 kg de lest dans la quille pour un bateau très chargé, avec un lest de déchets en acier. Et on réduira même ce poids de lest déposé à 2.600 kg pour un lest en plomb fondu bien réalisé. Ce qui fait varier la charge utile de 1.900 kg dans le premier cas à 2.400 kg dans le dernier cas. Ça en fait de l'eau, du fuel et des vivres !

MISE EN PLACE

Quel que soit le matériau dans lequel le lest déposé est fait, il faut d'abord traiter

19

LEST ET EQUILIBRAGE D'UN QUILLARD

La polémique sur le poids de lest relativement aux autres poids du bateau est heureusement démodée. La stabilité de formes a repris ses droits et, l'information aidant, on sait désormais qu'un lest de 30 à 35 % peut largement suffire à la sécurité comme aux performances.

MATERIAUX

Le lest a pour rôle de descendre le centre de gravité du voilier, quillard ou dériveur. Sa densité a une importance indéniable sinon primordiale.

Dans les quilles d'un quillard, les variations de la densité provoquent des diffé-

la quille entièrement là où il se trouvera placé. Il faut décaper l'acier (sauf construction en acier pré-peint), le dégraisser, le zinguer puis le peindre. Le plomb fondu sera déposé liquide à l'aide d'une sorte de louche à long manche. Eventuellement, la quille sera arrosée d'eau froide par l'extérieur.

Dans les autres cas, les morceaux constituant le lest sont déposés par ordre décroissant de dimensions, couche par couche.

Lorsqu'un réservoir est construit à même la quille, la quantité de lest déposée sous le réservoir est mise en place définitivement et scellée à la résine. Puis une tôle est soudée étanche au-dessus du lest pour constituer le fond du réservoir. Reportez-vous à ce chapitre.

Lorsque la quille comporte plusieurs compartiments, l'architecte vous indiquera la position longitudinale du lest et, éventuellement, sa hauteur moyenne ou dans chaque compartiment. Il faut suivre ces indications.

SCELLEMENT

Le lest d'un quillard sera calé dans la quille par de la résine à l'eau type Torolite, déposée entre les blocs couche par couche. Il n'est pas nécessaire, mais souhaitable, de remplir tous les vides laissés par les lingots entre eux. Dans le cas d'un lest en plomb fondu, on se contentera d'une étanchéité réalisée par de la résine Torolite coulée sur le dessus. En refroidissant, le plomb fondu a effectué un retrait qui l'a décollé des parois de la quille. Ces « jours » seront remplis de résine. On peut aussi faire le scellement d'un lest en acier avec du ciment à sceller assez liquide. En aucun cas, on ne met de ciment avec un lest en plomb ! Plomb ou acier, la résine est préférable au ciment !

Lorsqu'on veut pouvoir entretenir parfaitement l'état de propreté du dessus de lest, il faut le plastifier de deux ou trois couches de mat de verre de 300 grammes au mètre carré, avec de la résine à l'eau. Puis on peut enduire et peindre le dessus du lest.

Tel que je viens de le décrire, ce scellement ne peut en aucun cas permettre au lest d'un quillard retourné par une vague, de sortir de la quille et tomber dans l'habitacle. D'ailleurs, ce mythe n'est jamais arrivé à des voiliers modernes ! C'est arrivé dans le lointain passé des bateaux en bois où la quille n'existait pas telle que nous la connaissons maintenant. Le lest était fait de gueuses de fonte ou de galets de ciment, dans les fonds.

Inutile de souder des barres de blocage !

Inutile aussi d'espérer enlever le lest en cas d'échouage ! C'est un cas de figure qui relève plutôt des fantasmes que de la réalité !

EQUILIBRAGE

Le lest est composé de la quille et d'un poids de matériaux dit « lest déposé ». A sec, pendant la construction du bateau,

mais pas avant les manipulations de retournement, etc., on place à peu près les quatre cinquièmes du lest déposé dans la quille. On garde un cinquième.

Ce solde de lest sera placé définitivement dans le bateau terminé et à flot ! Le bateau sera alors mis en charge, réservoirs pleins. Les charges peuvent être simulées par des amis (et amies), répartis dans le bateau et sur le pont.

Attention au mât qui est en avant du centre de gravité sur les bateaux modernes. Le bateau est réglé horizontalement grâce à ce 1/5^e de lest non bloqué avant la mise à l'eau et qui sera réparti dans la quille en avant et/ou en arrière du réservoir. Eventuellement, on peut mettre un peu de lest dans les fonds en avant ou en arrière de la quille si cela s'avère nécessaire. C'est courant sur les bateaux de course.

Cet équilibre du bateau à flot, terminé, en charge, est très important pour ses bonnes qualités de navigabilité.

En effet, la plupart des bateaux modernes peuvent être construits selon plusieurs versions de ponts, de gréements, même de quilles, et aménagés de multiples façons à cockpit central ou arrière. Il n'y aura pas deux unités d'une même série à posséder le même centre de gravité. C'est le lest qui rétablit ce centre de gravité à l'aplomb du centre de carène qui, lui, est déterminé par l'architecte. Un bateau trop « sur le nez » risque d'être ardent et d'enfourner. Cela s'est vu dans le passé et il a suffi de deux ou trois unités mal équilibrées pour faire accuser une série d'être mal conçue ! Un bateau trop « sur le cul » sera sans doute « mou » et tanguera beaucoup !

Une cote mesurée à l'étrave et une autre au tableau arrière, si possible depuis un canot et non en marchant sur le pont, permettront de vérifier la bonne horizontabilité de l'unité que vous êtes en train de terminer. Chaque unité doit être équilibrée indépendamment et sans référence aux équilibrages pratiqués sur d'autres. Ceci bien sûr concerne des bateaux construits par leur propriétaire ou achetés en coque pontée et terminés en amateur. Cela ne concerne pas les bateaux vendus « barre en main ».

L'avant et l'arrière du bateau doivent être tenus aussi légers que possible. Doter son bateau d'une semelle de quille longue et très épaisse sous prétexte de lester le bateau par la même occasion, est une très mauvaise chose, qui conduit à des bateaux qui tanguent exagérément.

ENFONCEMENT

Le bateau doit être équilibré horizontalement par rapport à son Zéro de Référence. Certaines unités peuvent être plus lourdes que d'autres. Ce n'est pas trop grave à condition qu'elles soient horizontales et surtout qu'elles ne piquent pas du nez ! Pour une tonne de surcharge, on note les enfoncements suivants selon la longueur des bateaux :

Longueur du bateau en acier	Enfoncement pour 1 t de surcharge
8 m	7 cm
9 m	7 cm
10 m	6,5 cm
11 m	6 cm
12 m	5,5 cm
13 m	5 cm
14 m	3,5 cm
16 m	2,5 cm

Cet enfoncement n'est pas forcément dangereux. S'il n'améliore pas, bien sûr, la vitesse du bateau, il ne grève pas nécessairement les qualités d'un bon bateau. Ainsi, j'ai eu l'expérience du *Vagabond* qui pesait 9.000 kg en 1977. C'est un bateau de la série des *Chatam* qui normalement pèsent 4.660 kg à vide, 5.880 kg en charge, avec une coque pontée vide pesant 2.500 kg, une quille de 250 kg, et un lest déposé en plus du poids de quille de 1.100 kg.

Inutile de dire que l'enfoncement était de plus de 20 cm ! Le bateau surchargé de plus de 3 tonnes, soit de 50 % de son poids usuel, traversera l'hiver, aller-retour, l'Atlantique Nord, pour établir le long du Groënland le record de latitude jamais atteint par un voilier (presque 80 % de latitude Nord). Le bateau fut couché trois fois au retour et entra sain et sauf, avec juste les ancrages de haubans sur le mât abîmés et un tangon tordu. Voilà qui plaide pour la solidité et la bonne navigabilité des petits bateaux en acier (9,55 m).

L'équilibrage du bateau, grâce à une partie de son lest, est donc bien plus important que sa légèreté, encore qu'il faille toujours construire sinon le plus léger possible, du moins sans ajouter de poids inutiles. (Croquis D 86 et D 87).



Structure du haut de la quille et sa reprise sur la structure des fonds.



Compartiments tôlés de la caisse à lest d'un dériveur intégral, réalisés en tôles pliées (à percer pour le passage de la plomberie).



Structure « mécano-soudée » des fonds d'un dériveur intégral. La plomberie passe facilement. Il faudra rapporter les tôles périphériques de la caisse à lest.

Un protocole strict permet d'éviter les pénétrations d'eau dans cette structure, sous le lest, et évitera la corrosion des fonds.

Un lest bien isolé ne constituera pas de couple galvanique par rapport au métal.

Globalement le lest du DI est constitué comme celui du quillard. Il est étalé, et, de ce fait la hauteur de son centre de gravité est moins sensible aux différentes densités des matériaux que dans la quille du quillard. On remplit les compartiments centraux avec 4/5^e du poids de lest déposé. On garde le 1/5^e restant pour l'équilibrage. Il sera déposé sur l'avant ou/et l'arrière de la caisse, ou sur le lest déjà déposé.

L'équilibrage se fait après que les masses principales du bateau soient définitivement fixés, pleins faits, mât, mouillages et équipage à leur place.

Lest et équilibrage. 2

Photos.

Structure « mécano-soudée » des fonds d'un dériveur intégral. La plomberie passe facilement. Il faudra rapporter les tôles périphériques de la caisse à lest.

Un protocole strict permet d'éviter les pénétrations d'eau dans cette structure, sous le lest, et évitera la corrosion des fonds.

Un lest bien isolé ne constituera pas de couple galvanique par rapport au métal.

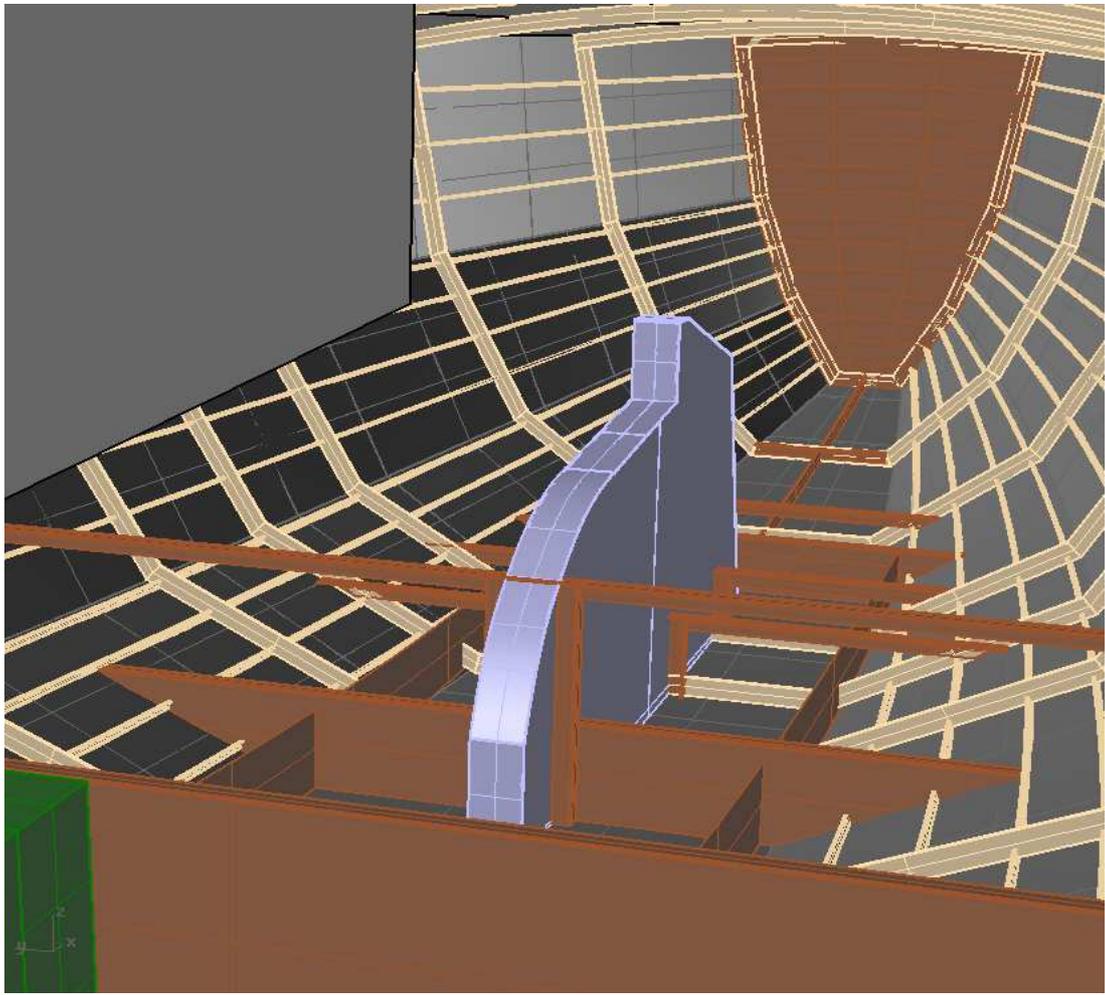
Globalement le lest du DI est constitué comme celui du quillard. Il est étalé, et, de ce fait la hauteur de son centre de gravité est moins sensible aux différentes densités des matériaux que dans la quille du quillard. On remplit les compartiments centraux avec $4/5^e$ du poids de lest déposé. On garde le $1/5^e$ restant pour l'équilibrage. Il sera déposé sur l'avant ou/et l'arrière de la caisse, ou sur le lest déjà déposé.

L'équilibrage se fait après que les masses principales du bateau soient définitivement fixés, pleins faits, mât, mouillages et équipage à leur place.



La caisse à lest apparaît en gris, derrière la structure.





surface tout à fait exempte de traces de rouille diminuent.

Chaque couple doit :

- être totalement assemblé, membrure, barrot, cornière sous les planchers.
- porter des repères faits au pointeau : axe vertical et zéro de référence.
- être entaillé de toutes les encoches qui recevront les lisses. Par contre, si les lisses encastées dans les barrots ne laissent pas un minimum de 2 à 3 cm d'acier non entaillé, mieux vaut s'abstenir et laisser ces découpes pour après le retournement.
- être percé de tous les trous nécessaires au vissage des cloisons et tasseaux de fixation du vaigrage. Trois trous par tronçon : trous de 8 mm pour vis de 6 mm. Ces trous doivent être faits le plus près possible du bord des fers de façon que les tasseaux puissent être de la plus petite section possible, et si possible 20×20 .

L'axe du trou ne doit pas être à plus de 8 à 10 mm du bord du fer.

Les couples qui recevront une ou plusieurs cadènes doivent être complétés de « tirants », triangulant l'angle pont-coque. Ces tirants en fer plat ont le même échantillonnage que les barrots. Ils sont percés pour le vissage de l'habillage en bois.

On peut aussi mettre en place les éponilles dans les couples qui se trouvent sous les mâts.

En règle générale, il faut faire à plat au sol tout ce qui sera plus difficile à réaliser en position lorsque le bateau aura été retourné. (Photo D 12. Croquis D 25 à D 32).

11

LE FER DE QUILLE

C'est la colonne vertébrale du bateau. De l'étrave vers le tableau arrière, on trouve une pièce d'inox qui servira de ferrure d'étrave et cadène d'étai ; une partie galbée ou droite selon le type d'étrave (fer d'étrave) ; une partie fortement cintrée ou découpée dans de la tôle épaisse (fer de Brion) ; une première longue partie courbe allant du brion vers le milieu du bateau ; une autre longue partie depuis le milieu du bateau vers le tableau arrière ; un fer qui remonte le long du tableau et une terminaison en inox pour prendre un pataras simple.

On commence par tracer le profil du fer de quille.

Inutile de tracer toute la vue longitudinale.

Sur une portion de tracé longitudinal suffisante pour faire apparaître chacune des parties les plus longues, on trace en les superposant les zones décrites plus haut.

On cintre le fer de quille selon ce tracé avant de le débiter. Un fer se cintre plus facilement en grande longueur qu'en petits segments.

Utiliser le marteau à garnir, la masse ou le chalumeau pour le former. La masse donne de bons résultats pour des fers de moins de 80×100 . Au-dessus, il convient de courber le fer de quille en le chauffant au chalumeau. On ne s'occupe pas du tube d'étambot de l'arbre d'hélice qui sera déporté sur le côté et mis en place après construction de la coque et retournement.

On forme bien le fer de quille sur son propre tracé ; on pointe des cales à chaque point de son tracé. On pointe l'extrémité du fer, à un point fixe. On tire à l'autre bout en opérant des chauffés entre les cales marquant son tracé. Une trentaine d'heures suffit largement au formage des éléments du fer de quille d'un bateau pas trop tarabiscoté.

Lorsque le fer de quille est interrompu au niveau de la quille pour faciliter l'accès au réservoir, on peut soit le fabriquer d'une pièce et le recouper, soit ajouter une portion de cornière reliant les tronçons du fer de quille. (Photo D 13. Croquis D 33 à D 36).

12

LES LISSES ET LEUR REGLAGE

LES LISSES

Une structure sur lisses n'est pas tout à fait ce qui peut se faire de plus léger ni de plus rigide. Pour un bateau de course, on préfère une structure transversale ou arachnéenne, type Bergstrom.

Mais, pour un bateau de croisière, c'est la méthode la plus rapide et qui, par ses possibilités de réglage, donne les meilleurs résultats au meilleur prix. Les structures sur lisses ont à peu près totalement remplacé les structures sur membrures, sauf pour certains bateaux en formes, de grande taille.

Les fers qui deviendront les lisses sont livrés en barres de 6 mètres à 6,50 mètres. Il faut donc assembler deux barres ou plus pour faire une lisse.

Les lisses seront encastées dans des entailles faites dans les membrures et les barrots. Il ne sera pas utile de les préformer. Elles vont être un moyen capital de réglage des formes. Il faut travailler le plus vite possible, car, vous allez le voir, vous disposerez d'après notre méthode, de 5 mm d'erreur. A peu près impossible à atteindre ! Alors il ne faut pas se gêner...

LE REGLAGE

Vous allez le voir tout à l'heure, on se base sur la courbure des tôles pour régler les lisses qui, fers plats, ne donnent pas une image assez précise des formes pour servir de critère définitif.

Prenons un exemple pour expliquer le réglage des lisses.

Imaginons L'Ile Disko ou un autre bateau de 12 mètres.

Les membrures sont des plats de 80×8 , espacés de 95 cm.

Les lisses sont des plats de 30×8 .

On laisse un espace de 10 mm théoriques entre la face interne des tôles et le bord des membrures. Les lisses sont donc en principe encastées de 20 mm dans les membrures.

Cependant, on creuse à la scie à main ou à la tronçonneuse à disque, des entailles de 25 mm !

A 20 mm du bord de la membrure, on pointe une cale. Par exemple un carré de $40 \times 40 \times 3$. Ainsi, le niveau théorique d'encastement est délimité, mais de plus vous bénéficiez d'un droit à l'erreur de 5 mm. C'est une astuce que j'ai mise au point et exposée dans « Loisirs Nautiques » vers 1979.

Photo D 14 : Structure sur lisses. Encastement des lisses dans les membrures.



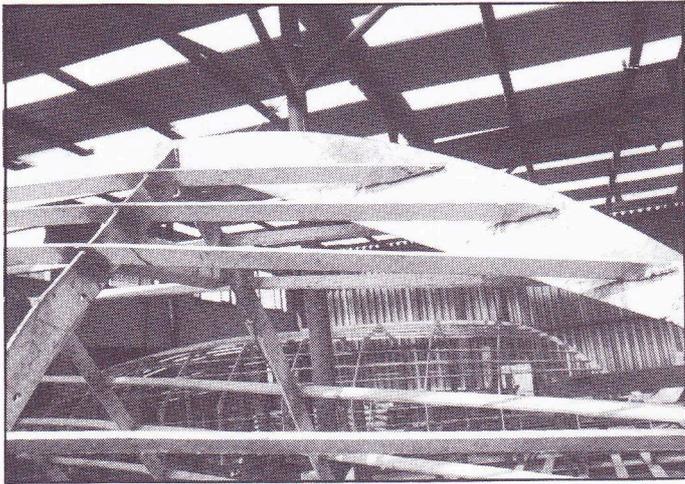
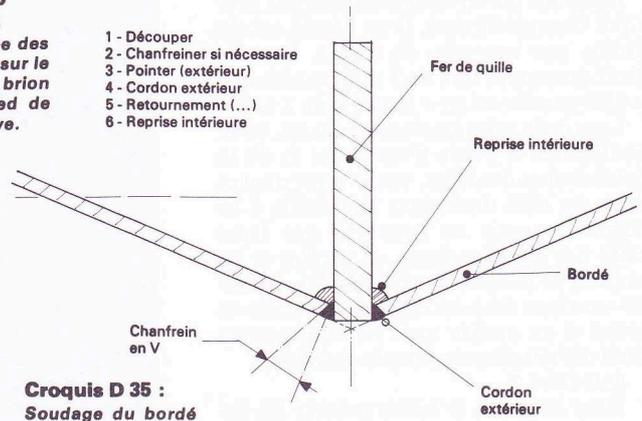
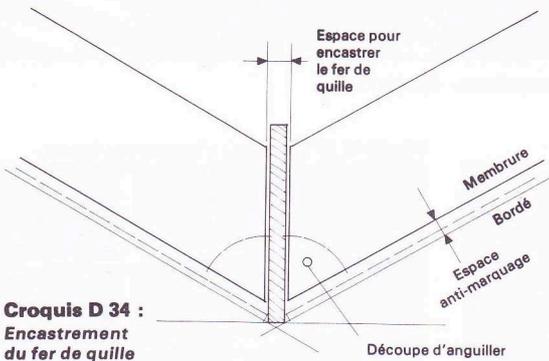


Photo D 13 :
Arrivée des lisses sur le fer de brion au pied de l'étrave.

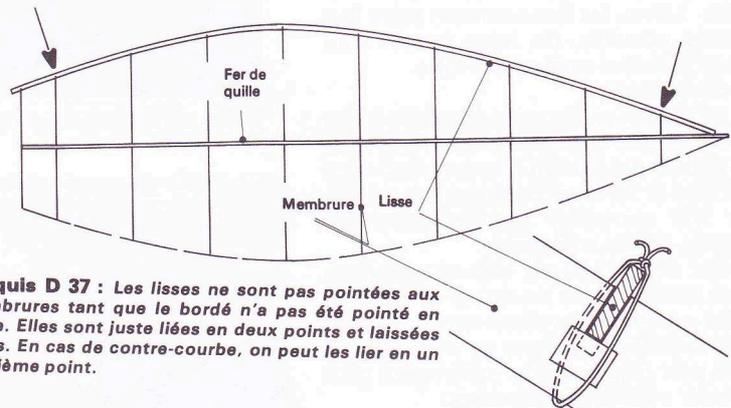
- 1 - Découper
- 2 - Chanfreiner si nécessaire
- 3 - Pointer (extérieur)
- 4 - Cordon extérieur (...)
- 5 - Retournement (...)
- 6 - Reprise intérieure



Croquis D 35 :
Soudage du bordé au fer de quille

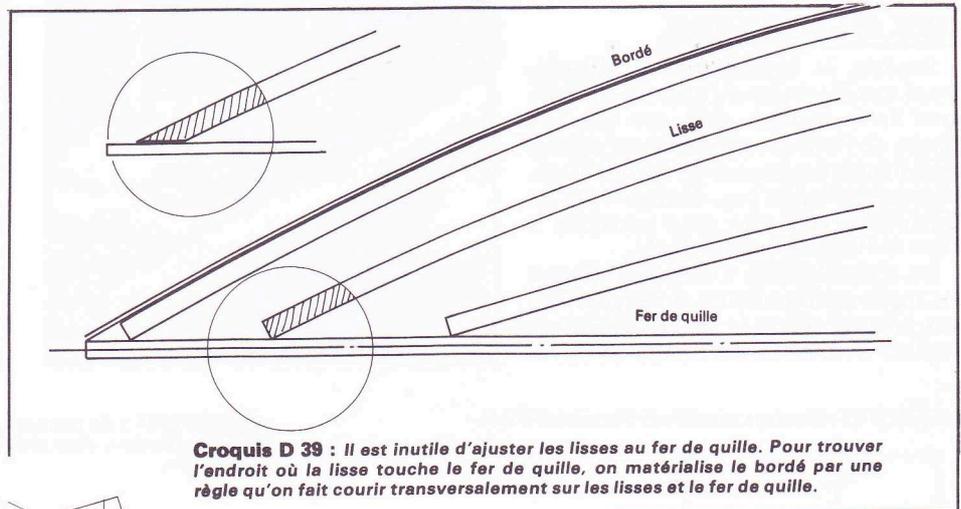
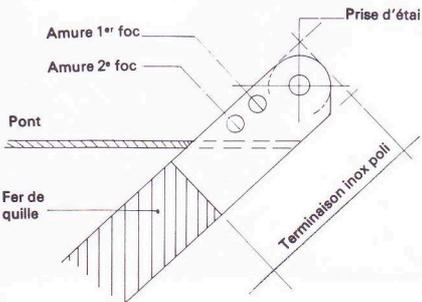


Croquis D 34 :
Encastrement du fer de quille



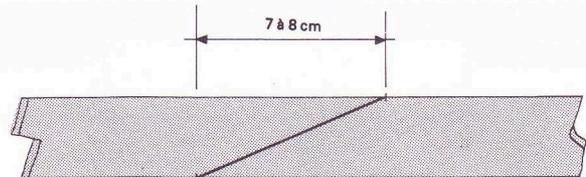
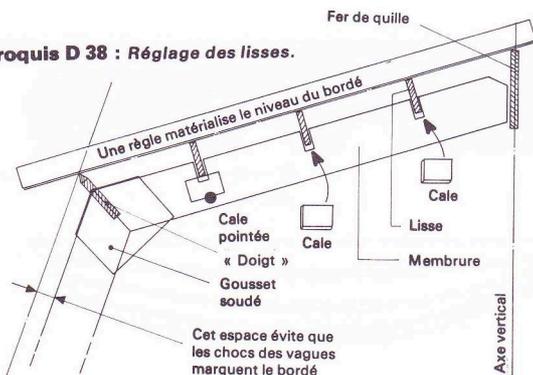
Croquis D 37 : Les lisses ne sont pas pointées aux membrures tant que le bordé n'a pas été pointé en place. Elles sont juste liées en deux points et laissées libres. En cas de contre-courbe, on peut les lier en un troisième point.

Croquis D 36 : Une ferrure d'étrave simple.



Croquis D 39 : Il est inutile d'ajuster les lisses au fer de quille. Pour trouver l'endroit où la lisse touche le fer de quille, on matérialise le bordé par une règle qu'on fait courir transversalement sur les lisses et le fer de quille.

Croquis D 38 : Réglage des lisses.



Croquis D 40 : Pour raccorder deux longueurs de 6.000 pour faire une lisse, on les coupe en biseau. On les soude au sol ; on rectifie au marteau ; on meule soigneusement.

Imaginez qu'un couple ne soit pas tout à fait bien positionné. Il est décalé vers la droite, par exemple, de 2 mm. Le côté droit du couple sort de 2 mm, tandis que le côté gauche est en « rentré » de 2 mm.

Lors de la mise en place des lisses, de la vérification à l'aide d'une latte et de la présentation des tôles, vous verrez que les lisses du côté droit font une saillie à ce couple-là, mais ne touchent pas leurs cales des couples situés en arrière et en avant. Par contre, du côté gauche, les lisses touchent bien les cales des couples en avant et en arrière mais ne vont pas au fond des entailles du couple mal placé.

Que faire ?

Dans le passé, il fallait enlever les lisses, démonter le couple, le refaire ou le remettre en place.

Maintenant, on ne s'occupe pas du côté gauche. Du côté droit, on enlève les cales. Libres, les lisses rentrent selon leur courbe naturelle. On laisse le tout ainsi jusqu'à la mise en place des tôles.

C'est tout !

Le réglage est donc cet espace de 5 mm offert en plus de l'encastrement théorique et normal des lisses. L'espace laissé entre les tôles et les membrures est là pour éviter leur marquage par des chocs des vagues, contre la structure.

Qui dit réglage, dit bien que les lisses sont laissées libres de rentrer et sortir de leurs entailles et de glisser vers l'avant ou vers l'arrière. Les lisses ne demandent à peu près jamais à être préformées pour « venir » dans leurs encoches.

DES ANGUILLERS

Pendant la construction du bateau, avant que l'isolation du pont ne soit faite avec de la mousse, ainsi que dans les fonds, de l'eau pourra couler ou stagner dans l'angle des lisses et du bordé. Aussi, à leur point le plus bas, découpe-t-on des demi-lunes, côté tôle, pour permettre à l'eau de s'écouler vers les fonds.

En règle générale, il faut aussi couper les angles des membrures et des goussets, aux brisures contre le fer de quille pour faciliter le soudage des reprises intérieures.

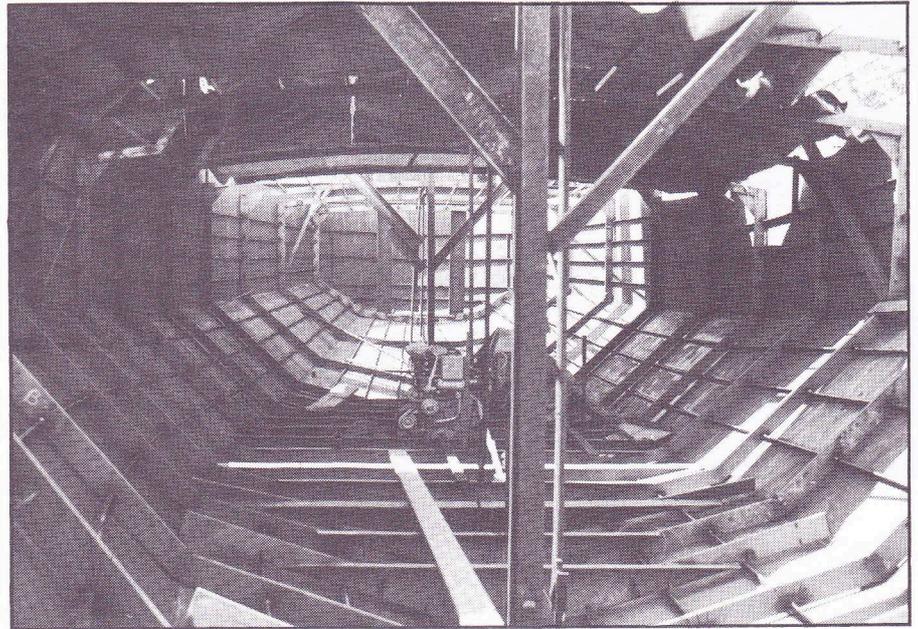


Photo D 15 : Ensemble de structure sur lisses. (Photo Lardy).

Photo D 16 : Gousset de brisure.

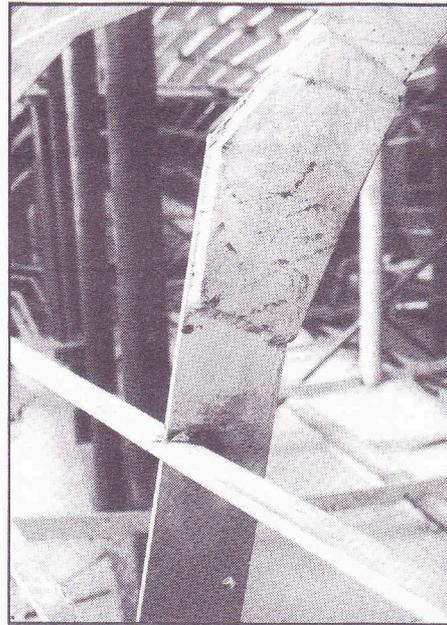
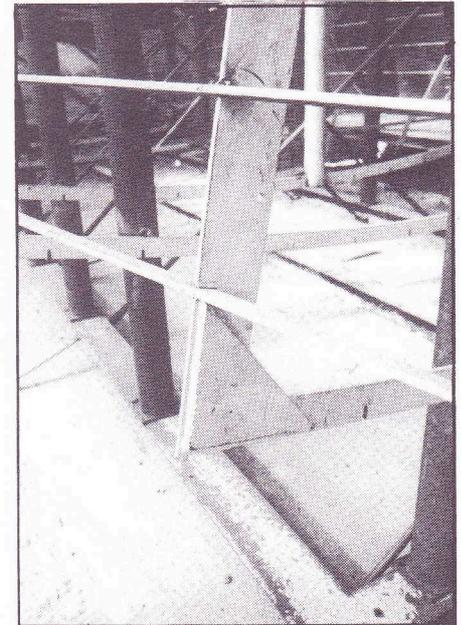
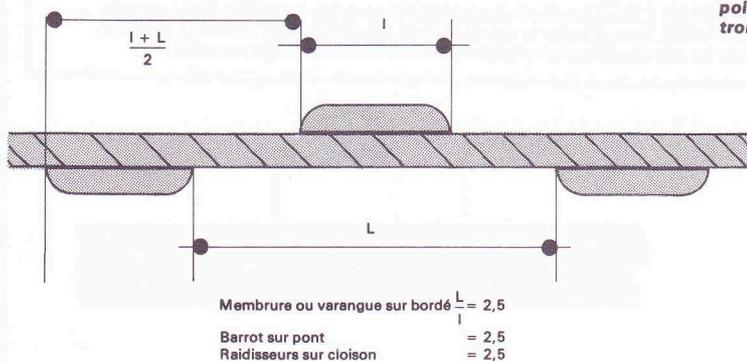


Photo D 17 : Gousset d'angle pont-coque.

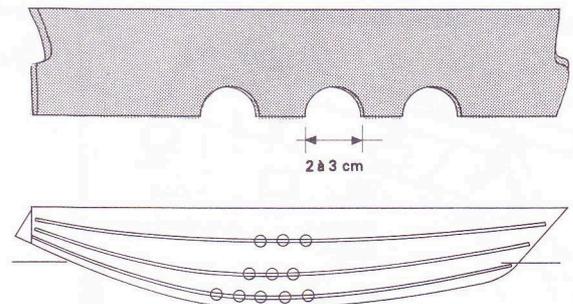


Croquis D 42 : Soudage alterné selon normes Vértas.



Ceci est une norme très sévère, pour les grands bateaux. En plaisance, on convient d'accepter un écartement des traits bien plus grand tout en restant raisonnable. Le chenillage doit toutefois être réalisé en quinconce !

Croquis D 41 : On pratique des encoches dans les lisses, côté bordé, à leur point le plus bas, pour faciliter la circulation de l'eau. Utiliser un disque à tronçonner.



6

MARBRE DE CONSTRUCTION

CHASSIS A IPN CENTRAL

Parfait pour l'amateur ou l'artisan qui construit une seule unité du même modèle, ou intercale des constructions d'unités de modèles différents, ce marbre marqua un net progrès lorsque je l'ai décrit pour la première fois dans « *Loisirs Nautiques* » en 1978. Ce marbre, appelé « à IPN central » est maintenant adopté par tous et semble une évidence.

Dans le passé, on repérait les couples par rapport au niveau de la flottaison. Il fallait donc construire sur les couples un croisillon à cet endroit-là, et tendre au-dessus du marbre qu'on faisait à l'époque (les années 70) en losange, une corde à piano symbolisant la flottaison. Compliqué et peu rigoureux.

Ici, on se donne un niveau en dessous du barrot le plus bas, bateau à l'envers. Lorsqu'on trace les transversales, on se fixe un point dans

l'axe de façon à laisser entre le pourtour du livet et le sol, la place de passer sous le bateau sans trop ramper : 60 cm par exemple.

Ce point est au-dessus du point le plus haut du pont, bateau à l'endroit. Il est arbitraire. Il ne sert que de repère. Dans le marbre, c'est le dessus de l'IPN central. Ce peut même être un alignement de cales pointées ou soudées sur le dessus d'un IPN pas très droit, pas très plan, et pas tout à fait de niveau !

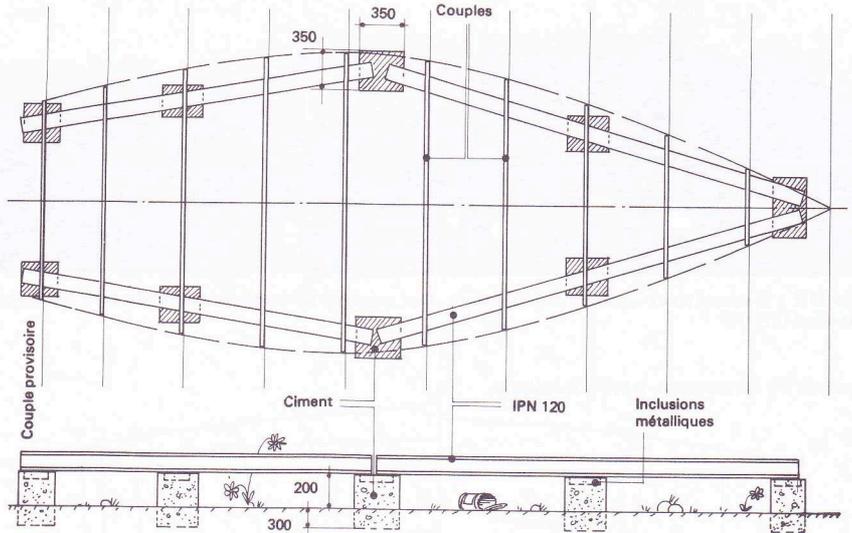
On disposera donc d'un IPN central dans l'axe du bateau, un peu plus long que la coque. Ce peut être deux IPN bout à bout.

Les couples seront positionnés par rapport à lui, comme décrit plus loin. Les couples seront maintenus en place par des cornières auxquelles ils seront serrés (pince-étou, serre-joint) ou pointés en deux points de chaque côté.

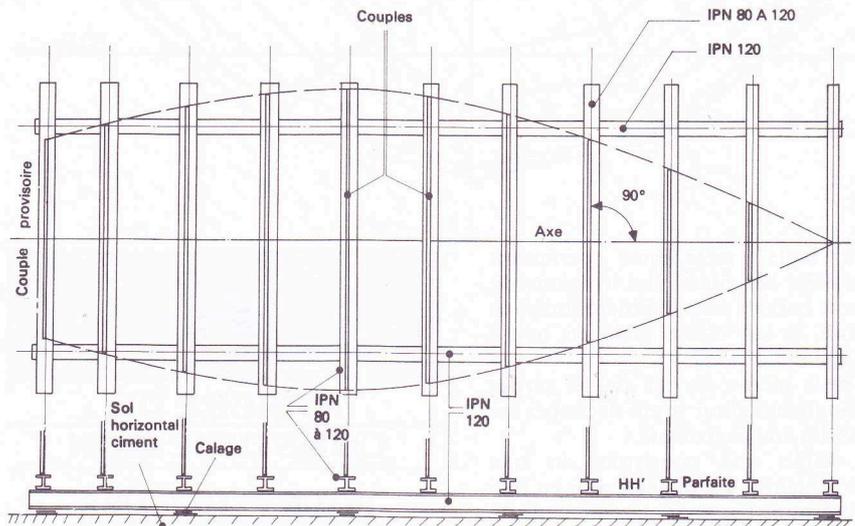
Ces cornières reposent sur des IPN inscrits dans le pourtour du livet. Ces IPN sont simplement immobilisés mais ni mis de niveau, ni alignés. **Les dessins explicatifs montrent l'inutilité de perdre du temps à les aligner.**

Notez les poids réels supportés par tous ces fers des châssis, et vous comprendrez qu'il est inutile de choisir des IPN de forte section.

Supposons deux coques. Lorsqu'elles reposeront sur les IPN, elles n'auront donc pas leur pont ! Ce sera la coque, la quille, l'aileron de gouvernail, et, par exemple, une ou deux personnes en train



Croquis D 7 : Marbre en losange classique au début des « années 70 ».



Croquis D 8 : Marbre pour constructeur professionnel, artisan.

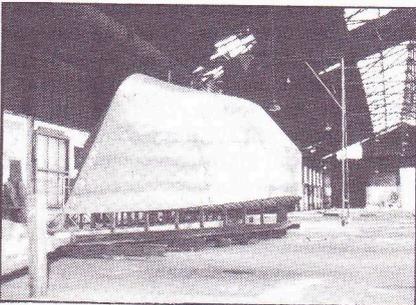


Photo D 5 : Un 8 mètres acier en construction amateur (Photo M. Portier, constructeur amateur).

Photo D 4 : Marbre pour construction professionnelle artisanale.

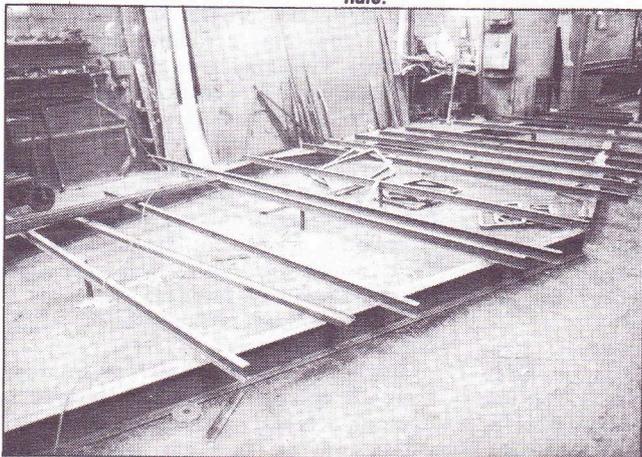
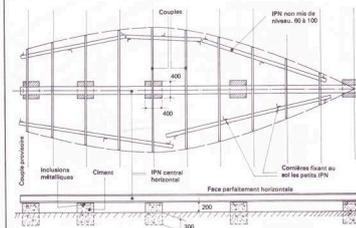


Photo D 6 : Portique de construction amateur pour construire et retourner ce dériveur.

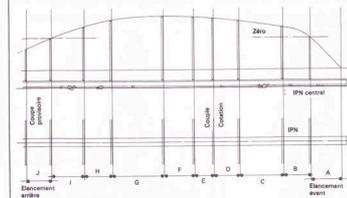
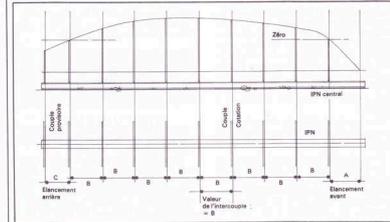


Croquis D 9 : Marble à IPN central que j'ai mis au point au milieu des « années 70 » pour tous constructeurs.

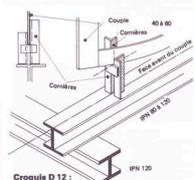


de travailler. Un couple repose en trois points. Supposons une coque de 9 mètres et une autre de 15 mètres. La coque de 9 mètres va peser près de 1.800 kg ; celle de 15 mètres pas loin de 3.000 kg. On peut considérer comme vraisemblable que le poids sera par point de contact bateau/marbre, de 60 kg pour 9 mètres, et 160 kg pour 15 mètres. Soit 210 kg avec deux personnes sur la structure du premier et 310 kg dans ce même cas pour le second ! C'est tout ! En règle générale, des fers en I, H ou U de 120 à 160 conviennent tout à fait bien pour les éléments longitudinaux et 100 à 120 pour les autres. (Photos D 4 et D 5. Croquis D 7 à D 15).

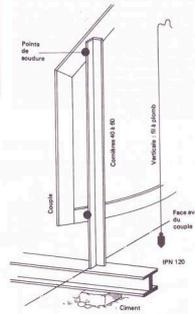
Croquis D 10 : Structure à intercouple régulier : peu de cotés à mesurer, peu de risques d'erreurs.



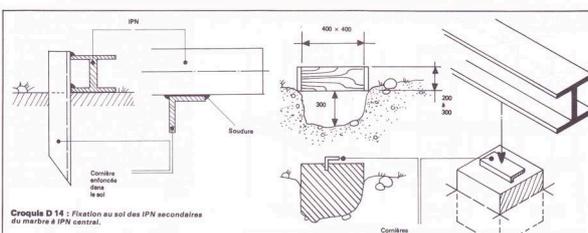
Croquis D 11 : Structure à intercouple variable : attention à ne pas se tromper en mesurant les valeurs des intercouple.



Croquis D 12 : Liaisonnement d'un couple au marbre de construction professionnelle.



Croquis D 13 : Liaisonnement d'un couple à un marbre en losange.



Croquis D 14 : Fixation au sol des IPN secondaires du mât à IPN central.

Croquis D 15 : Plot en ciment et insert métallique pour fixer au sol l'IPN central.

7

UN PORTIQUE

Ce principe de portique de retournement a été décrit dans les numéros mensuels et Hors-Série (6) de « Loisirs Nautiques ». Je n'y reviendrai pas complètement. Je précise simplement la particularité de la construction métallique : on peut avoir à lever au palan soit des tôles, soit la quille, soit la coque lors du retournement. On peut alors choisir de faire un portique léger pour lever les tôles et la quille, soit deux portiques solides qui serviront aussi à retourner le bateau. Il n'y a pas de règle. Mais si vous prévoyez, faite de place, de faire retourner le bateau par une grue (toujours la coque sans son pont), inutile de faire des portiques supportant beaucoup plus que le poids des tôles ou de la quille, si celle-ci est bâtie au sol puis grutée.

Si vous prévoyez de rouler le bateau sur le côté pour le retourner, de même, faites un portique léger.

Si vous bâtissez de plus les quilles directement sur la structure de la coque, alors le portique sera léger. Voir inexistant car on peut se servir de la quille alors soudée à la structure de la coque pour lever les tôles ! Cherchez la solution la plus simple, la plus économique ! Deux portiques pour lever la quille d'un bateau de 15 mètres devront soutenir deux tonnes ; et 500 kg pour un bateau de 9 mètres.

Par contre, le poids des tôles à lever ne peut guère dépasser 500 kg dans le pire des cas !

Dans ces différents cas, il faudra des « tire-fort » de 5.000 kg, 2.000 kg et 500 ou 1.000 kg. Comme ce sont des outils fragiles qu'on trouve d'occasion, mieux vaut calculer avec 50 % de marge. Par exemple, un « tire-fort » de 5.000 kg pour lever 3.000 kg, etc.

Deux portiques de levage et retournement peuvent aussi servir de base à la

construction d'un abri en polyéthylène. Un portique de levage des tôles et de la quille devra être conçu pour glisser d'avant en arrière, soit sur des planches, ou mieux, sur des fers en H, I ou U en gaine de rails. Comptez sur des fers de 120 à 160. (Photo D 6. Croquis D 16-D17).

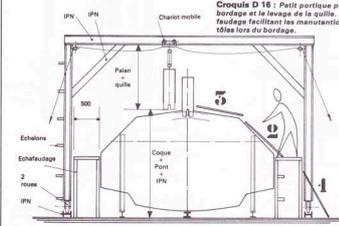
8

DES VIREURS

Utiles ou pas, les roues permettent de tourner et retourner un bateau ?

Dans un chantier professionnel produisant un nombre d'unités supérieur à 5 par an, ces roues qui permettent de basculer la coque pour souder à plat et effectuer le retournement précédant le pontage, sont évidemment efficaces, à défaut d'un pont roulant.

Dans un chantier artisanal toujours à concurrence de 4 ou 5 bateaux par an, ces



Croquis D 16 : Petit portique pour le bordage et le levage de la quille. Echafaudage facilitant les manutentions de tôles lors du bordage.

29

AUTOUR DU MOTEUR

GÉNÉRALITÉS

Un bateau en acier implique assez peu de particularités concernant le moteur. Il importe cependant de prendre certaines précautions :

- isoler le moteur par des silentblocs,
- isoler l'accouplement : accouplement synthétique,
- isoler l'arbre de la coque par une bague hydrolube synthétique sans manchon en bronze ou en cuivre,
- ne pas mettre à la masse de la coque le circuit électrique du moteur, ni par le moteur, ni par le câblage, ni par le démarreur. Il le sera par le circuit d'eau lorsqu'il sera en marche, l'eau formant conducteur,
- opter pour un arbre en acier inoxydable 316,
- opter pour une hélice en inox ou en aluminium (AG6 ou autre alliage convenant à sa fabrication).

MISE EN PLACE

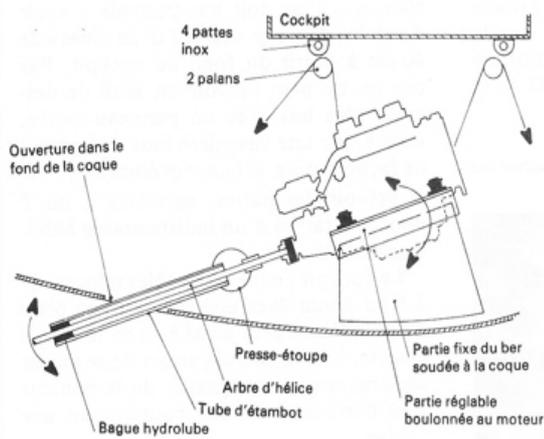
Lors de la fabrication du fer de quille et de la coque, sauf cas particulier, on ne s'occupe pas du tube d'étambot, ni du ber moteur (berceau), ni de la « chaise » de ligne d'arbre.

Pour assurer une bonne mise en place et un lignage parfait, je vous conseille de procéder comme suit.

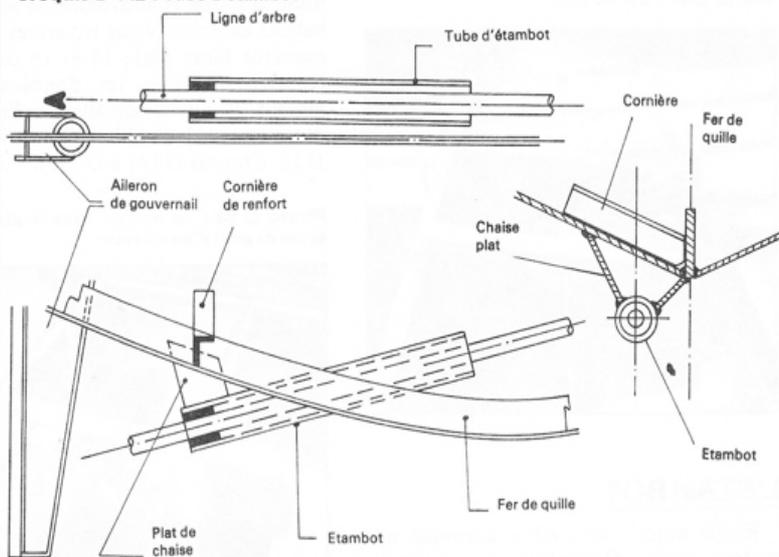
D'après les plans de l'architecte vous déterminerez la zone à ouvrir dans le



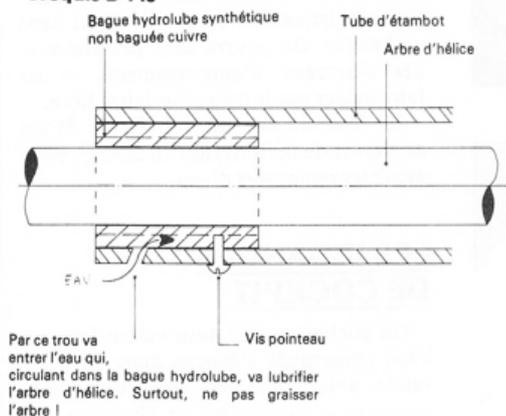
Croquis D 141 : Lignage du moteur et ber en deux parties coulissant l'une sur l'autre.



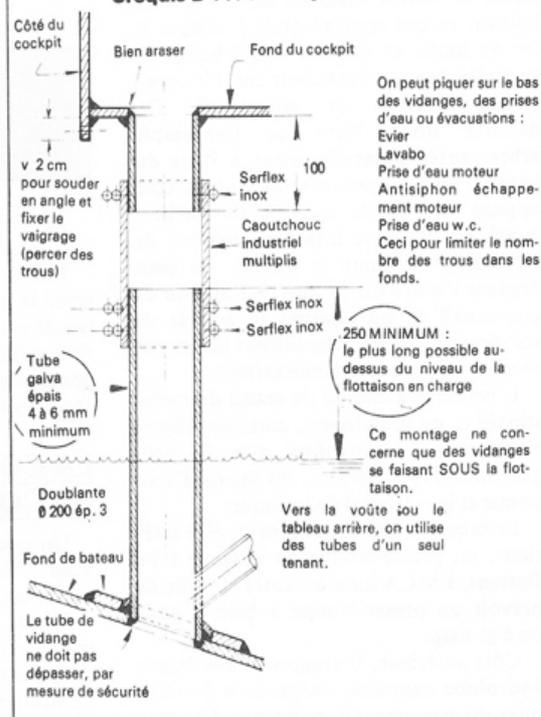
Croquis D 142 : Tube d'étambot



Croquis D 143



Croquis D 144 : Vidange de cockpit.



fond du bateau pour passer le tube d'étambot. Toutes les pièces constitutives de l'ensemble sont fabriquées. Le tube d'étambot est coupé un peu plus long si nécessaire et sera raccourci par son extrémité extérieure. On suspend le moteur à quatre cadènes d'innox soudées sous le cockpit. On pointe à la coque la partie fixe du ber. On boulonne aux pattes du moteur la partie réglable. Puis, on accouple l'arbre, le tube d'étambot, l'hélice et le moteur dont on cherche la meilleure place, l'angle le moins fort possible par rapport à l'horizontale. C'est l'ensemble qu'on bascule. On se base sur la place nécessaire pour l'hélice, à l'extérieur et sur celle du moteur à l'intérieur. Puis, les éléments solidaires de la coque y sont pointés : étambot, partie fixe du ber. Les éléments réglables sont coupés à la bonne longueur ou au bon angle (arbre, étambot, chaise extérieure, partie réglable du ber).

Ensuite les pièces mobiles sont désaccouplées.

Ce qui était pointé, est soudé. L'ensemble est réaccouplé pour vérification. On ferme la fente, faite dans le fond de la coque, pour le passage du tube d'étambot.

En général, dans un bateau métallique, le moteur est monté souple, avec un accouplement rapide et isolé et un presse-étoupe flottant.

BER MOTEUR

Lorsqu'un constructeur professionnel monte fréquemment les mêmes types de moteurs dans les mêmes modèles de bateaux, il peut stabiliser ses modèles de bers.

L'amateur qui construit sa coque a besoin d'une possibilité de réglage. Je propose ce type de ber.

- aux pattes du moteur, on boulonne deux tôles pliées dont les joues verticales sont coupées de façon à permettre un réglage de l'angle ;

- à la coque on pointe, puis on soude, deux tôles verticales contre lesquelles viennent glisser les joues des tôles pliées, boulonnées aux pattes du moteur.

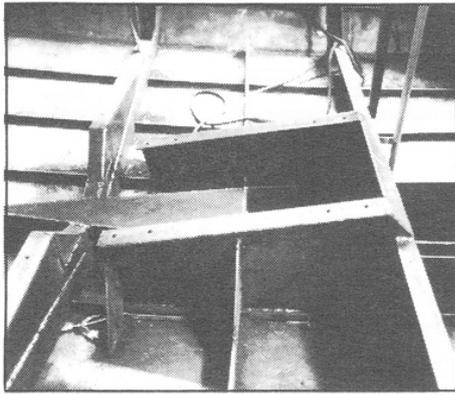
Pour des moteurs de 8 à 10 cv, ces tôles ont 4 mm d'épaisseur, 5 à 6 pour des moteurs de 10 à 35 cv ; 6 à 8 au-delà.

On voit bien le principe du réglage de l'angle d'inclinaison du moteur. Lorsque le bon angle est trouvé, on pointe la partie réglable sur la partie fixe. On ôte le moteur en le soulevant sous le cockpit grâce aux cadènes qui y sont soudées. On soude le ber en lui ajoutant des entretoises et des goussets.

Le moteur peut être déplacé, grâce aux pattes inox soudées sous le cockpit, en changeant l'ancrage des bouts ou chaînes de réglage.

On peut le sortir par le capot de descente, sans nécessité de découper une trappe dans le fond de cockpit.

Photo D 57 : Bar moteur.



L'ÉTAMBOT

Enfilé autour de l'arbre accouplé au moteur, le tube d'étambot est amené à sa bonne place, dans une fente découpée dans le fond de la coque. On ne fait pas passer le tube d'étambot dans l'axe du bateau, ce qui contraindrait à couper le fer de quille et souvent empêcherait de sortir l'arbre par l'extérieur car il buterait contre l'aileron de gouvernail. On déporte donc l'axe de l'ensemble arbre/moteur, parallèlement à l'axe du bateau, de quelques centimètres du côté opposé au sens de rotation de l'hélice. Ainsi, on conserve intact un élément de structure, on limite le travail, on peut dégager l'arbre sur le côté de l'aileron de gouvernail et on combat le couple de rotation de l'hélice, améliorant la marche avant et surtout la marche arrière.

L'hélice sera choisie de grand diamètre tripale et en aluminium, caractéristiques et matériau compatibles avec le programme de tels bateaux, des soucis d'économie et le matériau de la coque.

Le tube d'étambot comporte, côté intérieur, un presse-étoupe en inox de type flottant, EMCA inox ou autre. Inutile de prévoir un presse-étoupe à bain d'huile ou à graisse.

Côté extérieur, il comporte une bague hydrolube cannelée, enfoncée à force et bloquée par une vis pointeau. Un trou permet à l'eau de circuler dans la bague hydrolube et dans le tube d'étambot assurant la lubrification.

LA « CHAISE »

Si le tube d'étambot dépasse trop à l'extérieur, disons de plus de 20 cm, on soude entre le dessus de ce tube et le fond de forme trapézoïdale : la « chaise » d'arbre. Il n'est pas utile de multiplier les plats et les goussets pour raidir cette chaise qui, somme toute, ne supporte pas de gros efforts.

Multiplier les recoins, ne peut aboutir qu'à favoriser l'accumulation de salissures, à développer les points de corrosion et rendre difficile l'entretien : exactement l'opposé de ce qui est souhaitable !

Comme vous l'avez compris, mon propos dans ce Hors Série est de traiter de

toute la partie chaudronnée et soudée du bateau en acier. Vous trouverez dans les numéros Hors Série 13 et 15 de *Loisirs Nautiques*, toutes les données sur le moteur et autres détails de finition et d'armement des voiliers (Photos D 57 et D 58. Croquis D 141 à D 143).

Photo D 58 : Le moteur sous le plancher du salon de pont d'un dériveur.



30



Ber moteur type avec sa varangue étanche (Chatam 40 de M. Battistini. Argentine)



L'accès par une trappe étanche en fond de cockpit n'est pas ce que je préfère...



Chaise d'arbre séparée de l'aileron en construction amateur.



Tube d'étambot et arbre dans l'aileron en construction professionnelle.



Hélice en bronze acceptable pour une coque acier, mais surtout pas pour une coque alu ! Le bord de fuite carré de l'aileron (pas trop épais) ne pénalise pas le rendement de l'hélice.



Echappement moteur à plus de 40cm au-dessus de l'eau, bateau en charge.



Aération du moteur par boîtes dorade sur le pont ou par aérateurs sur le tableau.
A droite on voit un aérateur, trois événements de réservoirs et l'échappement (+ le gaz).



Tube du propulseur d'étrave et grille de protection (Chatam 52 de M. Renard)



Un moteur mal aligné, ou un arbre trop fin et qui fouette, peut causer des dégâts difficiles à réparer comme cette sortie de tube d'étambot ovalisée (vers le bas de la photo), et peut conduire à une entrée d'eau, voire au naufrage...

31

PEINTURE, SABLAGE ET DECORATION

Vous l'avez vu, ce numéro spécial comporte un abondant chapitre sur la peinture des bateaux en acier et en alliage d'aluminium traitant des types de peintures, des systèmes et de leur application au sein de la lutte anti-corrosion.

Ci-après, je vous donne des indications pratiques sur la décoration et la peinture de la coque et du pont, sur le sablage aussi.

Voyez en complément de ces lignes les chapitres sur la corrosion de l'acier et de l'aluminium, les chapitres sur les compatibilités des métaux, l'effet galvanique, les anodes.

LE SABLAGE EXTERIEUR

Voici des indications pratiques pour sabler une coque pontée en tôles brutes. En principe, sauf maladresse du propriétaire une coque réalisée en tôles pré-peintes ou électro-zinguées ne nécessite pas de sablage.

- Le sablage nettoie et désoxyde l'acier. De plus, il lui confère un grain d'accrochage pour les peintures, que le brossage et le meulage ne donnent pas aussi bien. Brosser et meuler pour décaper la tôle ne peut s'appliquer qu'à de petites zones, comme les brisures par exemple.

- Le matériel de sablage se compose d'un compresseur de 40 cv minimum, d'une sableuse constituée d'un pistolet de sablage et d'une cuve ; d'un casque protecteur avec ou sans alimentation en air pur ; de gants de cuir recouvrant les avant-bras.

- Le sable doit être bien sec, d'une granulométrie contrôlée, et exempt de rouille. On peut récupérer le sable en disposant des bâches sur le sol où il retombe lors des premiers sablages. Il faut tamiser le sable ainsi récupéré et n'utiliser que les

grains d'un diamètre suffisant. Lorsque des traces d'oxydes apparaissent dans le sable, il ne peut plus être réutilisé sans danger.

Voyez les indications sur la buse et les types de sables dans le chapitre sur la corrosion. Les quantités de sable à utiliser varient selon le matériel et l'habileté de l'opérateur, et dans les grandes proportions de 15 à 70 kg de sable par m² !

La buse doit être tenue à environ 20 cm de la tôle. On opère par balayage latéral en se déplaçant de haut en bas. En gros, on peut sabler 3,2 m² en une heure.

Il faut combiner astucieusement le sablage, le dépoussiérage et la peinture de la première couche de peinture saturée en zinc. L'idéal est d'être trois : le sableur, le peintre, et l'aide qui récupère et tamise le sable, et remplit la sableuse selon un rythme que les opérateurs mettront d'eux-mêmes au point.

Il ne faut pas sabler ni peindre par plus de 80 % d'humidité de l'air.

LE SABLAGE INTERIEUR

C'est certain, sabler l'intérieur du bateau est un rude travail à cause de la poussière qui s'y soulève et parce que l'évacuation du sable est difficile. C'est pourquoi j'ai suggéré de sabler l'intérieur par étapes entre les membrures en tendant une bâche entre les côtés d'un couple pour limiter une zone sablée puis dépoussiérée, le reste demeurant à peu près propre, notamment la partie déjà sablée et peinte ! Ainsi, partant de l'avant ou de l'arrière, on sable par exemple la surface comprise entre l'extrémité et le deuxième ou troisième couple. On enlève le sable et on peint. On laisse la bâche et on en pose une autre deux couples plus loin. Et on recommence. Je conseille aussi de sabler la coque à l'envers sans son pont, ou à l'endroit avec le pont mais sans la quille. On peut très bien travailler en « pièces détachées » ; coque puis pont, et quille faite à part. Les zones de liaisonnement sont faites ensuite au sable ou à la brosse rotative.

Les progrès du matériel et des peintures n'excluent pas de brosser l'intérieur avec une brosse métallique rotative, puis avec des tourets. On finit les angles à la main ! Le niveau de netteté atteint ne sera pas SA 3. Il peut être SA 2 à l'intérieur.

LES PEINTURES

On ne peut pas faire de bilan clair sur les peintures inhibitrices ou stabilisatrices de la rouille. Concernant les peintures, en plus de ce qui figure au chapitre de la corrosion de l'acier, on peut dire :

- que sur le pont, on évitera les peintures de finition à base d'époxy car elles sont cassantes. Par contre, elles sont parfaites ailleurs qu'en finition du pont, y compris en protection du pont.

- qu'à l'intérieur, on peut utiliser des peintures glycérophthaliques. Elles sont

fragiles aux ragages, mais parfaites pour l'intérieur.

- il faut parfaitement respecter les temps de « séchage » entre couches et les indications d'hygrométrie et de température d'emploi.

NOTES SUR LES PIGMENTS

Les teintes claires « agrandissent » le bateau et escamotent les défauts de surface.

Les teintes foncées affinent la silhouette mais font ressortir les défauts si elles sont brillantes.

Les peintures brillantes sont d'un entretien plus facile que les peintures mates auxquelles les salissures adhèrent plus vite. Les peintures mates atténuent les défauts de surface.

Les peintures « rompues », brun, rouge ; brique, bleu foncé, vert foncé, vieillissent moins bien que des teintes vives ou claires.

Les teintes sombres ne renvoient pas les rayons du soleil et chauffent l'intérieur du bateau. Ceux qui iront dans des pays très ensoleillés éviteront un bordé et surtout un pont de couleur foncée. Le pont ne doit cependant pas être peint en blanc, ce qui fatigue les yeux. On choisira des teintes pastel, beige, gris clair, bleu clair.

Bien que ce ne soit pas le sujet, je dirai aussi que les voiles de couleur sombre absorbent les ultraviolets (spi, big boy...). Leur tissu vieillit bien plus vite que des tissus de couleur claire !

LES ANTIFOULINGS

« On dit » que les antifouling de couleur foncée sont plus efficaces que les clairs. D'une part, pour leur composition chimique et sans doute parce que les herbes et animaux n'aiment pas l'ombre.

L'antifouling étant là pour éviter que les salissures qui flottent à la surface de l'eau des ports collent à la peinture du bordé, il faut tenir compte du clapot qu'on trouve dans les ports et de l'état de charge du bateau. L'antifouling doit monter à 15 ou 20 cm au-dessus du niveau moyen de flottaison.

Pour les bateaux en acier et surtout en aluminium, il convient d'éviter certains antifouling, au plomb par exemple. D'ailleurs, ces antifouling sont maintenant interdits dans beaucoup de pays, pour cause de pollution.

Il existe des antifouling spéciaux pour chaque zone de navigation, zones subtropicales entre autres.

FINITIONS

Pour faciliter l'entretien des angles en creux, je vous conseille d'y faire un congé en enduit polyester. Le cordon de soudure qui s'y trouve retiendrait les salissures s'il n'était pas enduit.

Brosser le cordon pour le nettoyer ré-

Croquis D 150 : Tracé de la flottaison à l'aide d'un niveau à eau.

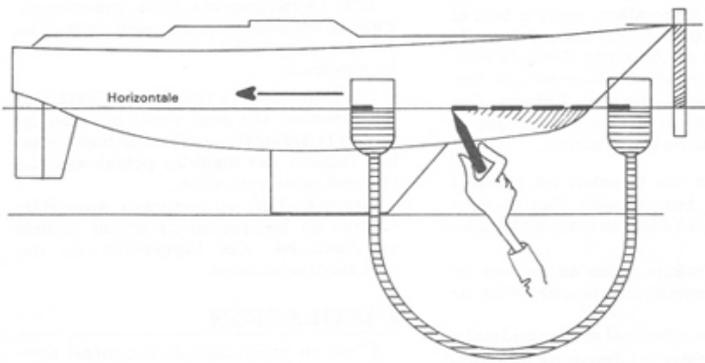


Photo D 60 : Cette coque pontée est livrée avec ses peintures de protection. Il peut rester ainsi plusieurs mois.

gulièrement le mettrait peu à peu à nu. L'enduit évite cela.

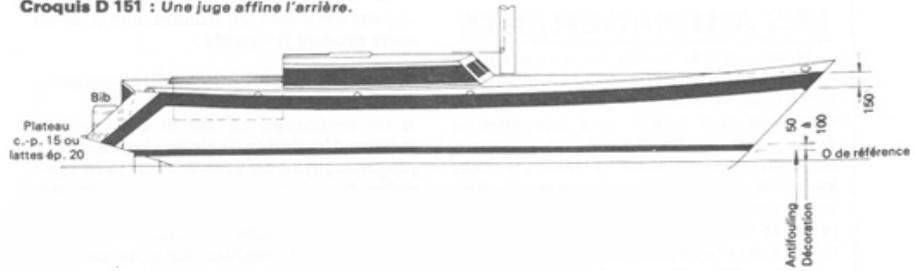
A l'intérieur du bateau, il faut soigner la circulation d'eau en pratiquant des anguillers.

Il ne faut condamner aucune zone en l'enfermant derrière une tôle soudée. Au moins faudra-t-il pratiquer une trappe boulonnée dans la tôle soudée.

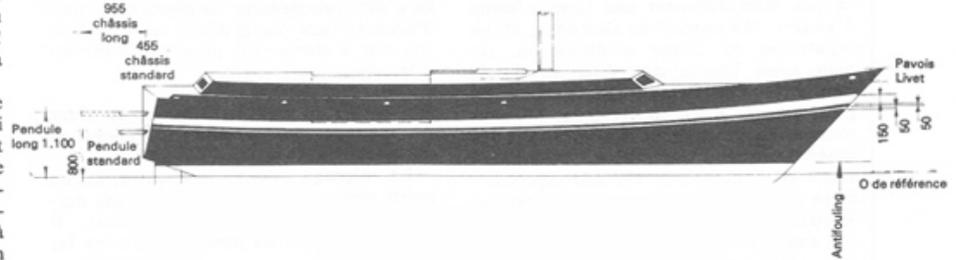
De toute façon, il ne faut absolument jamais condamner les volumes d'accès difficile, tels qu'une partie avant ou arrière de la quille, l'aileron de gouvernail, des tubes d'attaque. Cette mousse n'est pas totalement étanche. Tôt ou tard, l'humidité s'y mettra, soyez-en sûr ! Et avec cette humidité, commencera la corrosion !

En finition de décoration, j'attire votre attention sur l'importance des lignes qui affinent la silhouette. Par exemple, il est bien de peindre l'hiloire de roof et le devant de roof d'une peinture foncée faisant « disparaître » les hublots et les fondant en une ligne longitudinale agréable à l'œil. Il faut faire preuve d'imagination en ce chapitre !

Croquis D 151 : Une jauge affine l'arrière.



Croquis D 152 : Cotes du châssis Atoma.



La rouille est honnête, visible. Elle prévient. Elle creuse peu et lentement le métal. Sauf totale négligence pendant plusieurs années, un sablage et hop, ça repart ! La calamine des tôles d'acier s'en va sous l'action de la rouille. Une tôle rouillée est plus facile à sabler. Aussi il est conseillé aux Amateurs de laisser leur bateau rouiller à ciel ouvert avant son sablage. Ce n'est pas toujours possible... On sable aussi l'inox et l'alu pour créer un grain d'accrochage des peintures. La dureté de surface de l'inox fait qu'on préférera « satiner » sa surface avec des « buffles » rotatifs. Si on a construit le bateau avec des tôles prépeintes ou galvanisées (pas plus de 40 µ de zinc), on aura avantage à sabler le tout : un simple balayage suffit

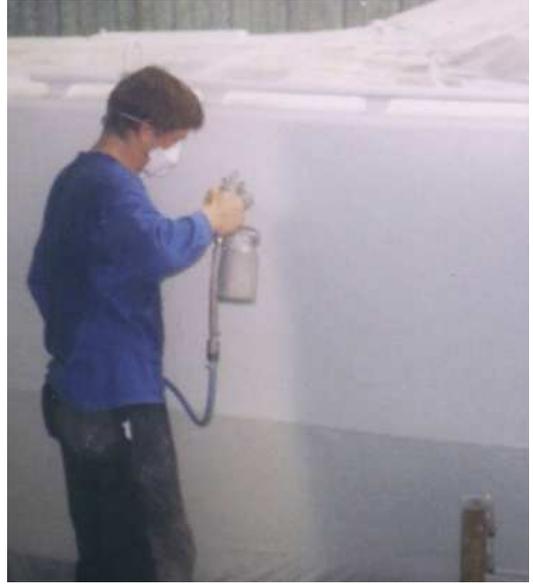
sauf aux endroits très rouillés. En effet le zinc est un métal. Il s'oxyde et aucune peinture ne tient sur du zinc oxydé, galvanisation incluse.



Traces de ressuage sur la coque en cours de sablage. Sablage du roof bateau à l'envers dans les vireurs..



Sablage et peinture sont facilités par les vireurs, y compris pour le pont et l'intérieur. C'est pourquoi on ne soude pas les « rayons » des vireurs sur le bateau, mais sur des cornières qui ensèrent coque et pont. On dit en général qu'on doit sabler au stade « SA3 ». C'est quasi impossible pour une pièce aussi grande qu'un bateau. On sable « SA 2½ », en réalité. Mais par prudence on dit SA3...





Peintures de protection.

En principe on ne sépare pas l'ensemble du film peint en couches de protection, couches de finition, etc. mais pour faciliter la compréhension, je distingue les couches qui ne se voient pas (protection) de celles

qui assurent la déco (finition). D'un autre côté, si on disait « la peinture » on laisserait penser qu'on emploie qu'un type de produit...

Une couche au pinceau ou au rouleau représente environ 40 microns d'épaisseur de feuil sec. Au pistolet on règle le débit.

Sur le pont je recommande 200 μ soit 5 couches de « protection », voire plus sur les angles exposés ou sur la plage avant.

Pour l'extérieur de la coque : 200 μ soit 5 couches de « protection ».

Pour l'intérieur du pont et de la coque 120 μ suffisent soit 3 couches.

Je conseille des époxy-zinc (ils sont gris) partout.

Peintures de finition.

Sur le pont je déconseille l'époxy, dur mais cassant. J'aurais un faible pour le polyuréthane.

Sur la coque va pour l'époxy, ou autres.

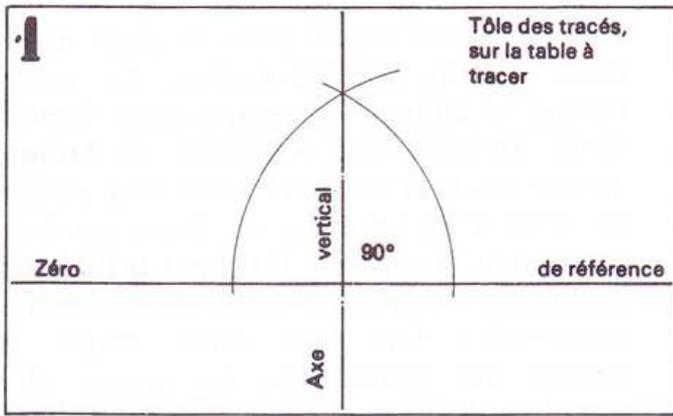
Pour l'intérieur du pont et de la coque, je conseille des « brais » (époxy-brai ; caoutchouc chloré, etc.) et 2 couches épaisses peuvent suffire à condition d'en ajouter une ou deux sur les parties qui vont « souffrir », comme autour et sous le moteur, au pied de l'étrave, au pied de la descente, dans la caisse à lest du dériveur intégral ou dans la quille, sur les dessus de varangues (frottements du plancher), etc. Ces peintures sont souvent noires ou grises. Les grises aident à mieux voir ce qu'on fait.

Les lois contre la pollution maritime interdisent certains antifoulings, mais une exception est faite pour les coques en alu. A chaque fois que c'est possible, je conseille de protéger l'acier comme l'alu face aux corrosions.

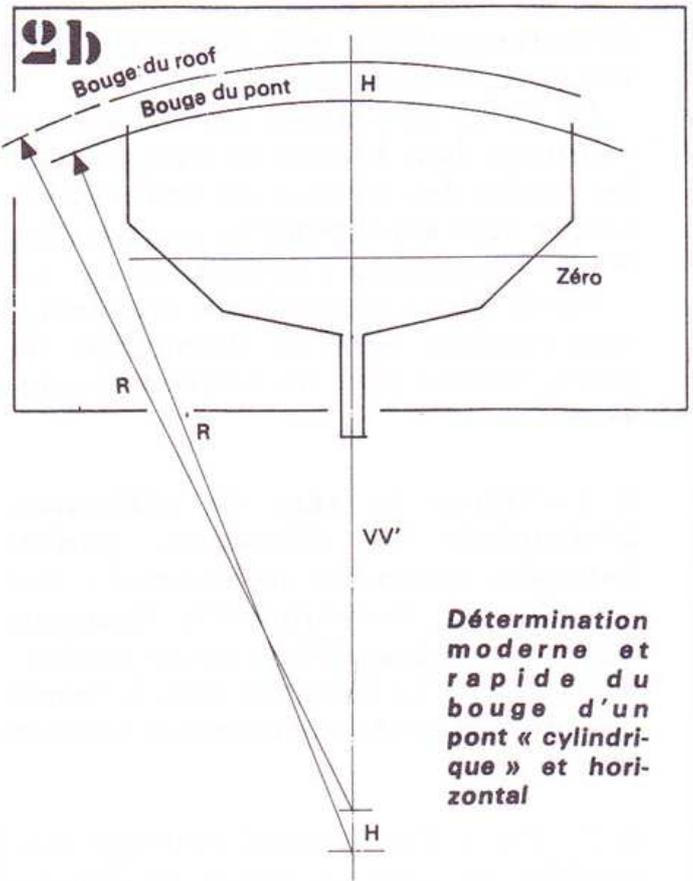


Au moment de la mise à l'eau on doit en général profiter des quelques minutes du grutage pour peindre l'antifouling aux emplacements des patins des bers...

L'architecte de votre bateau doit inclure dans les plans ou dans ses services celui de vous conseiller en matière de peintures. Je place cela, ainsi que le détail des anodes, dans les plans.

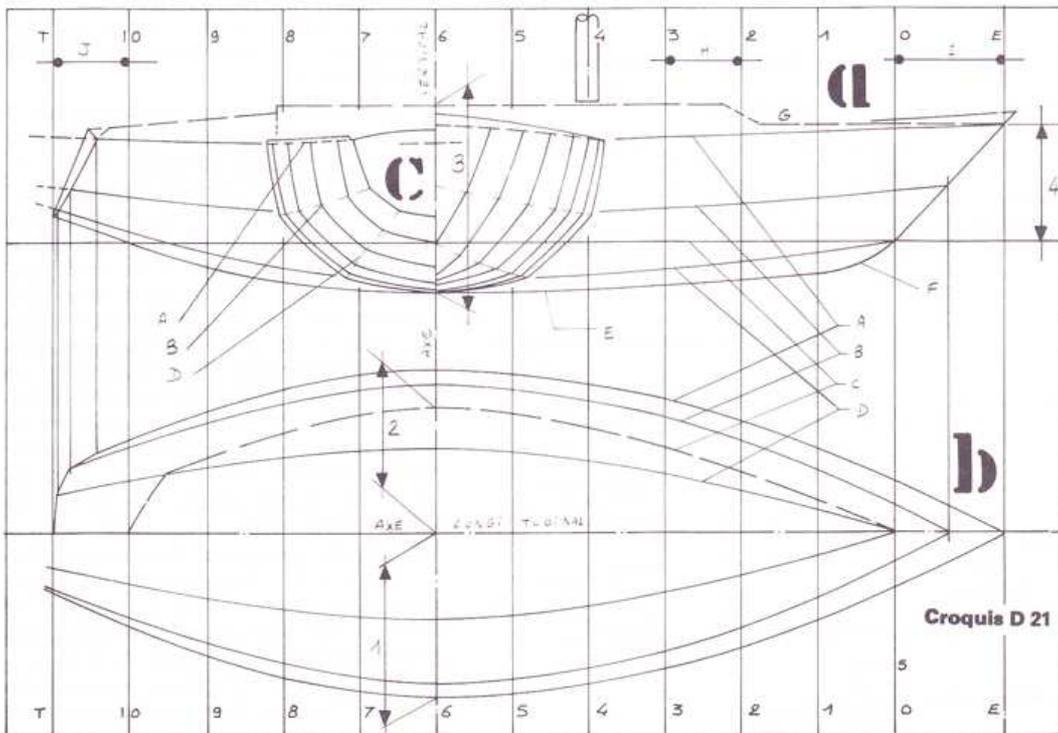
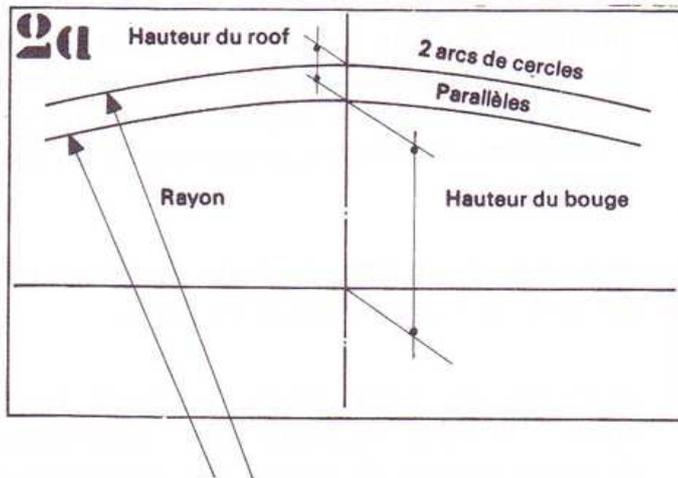


Croquis D 22 Tracer les axes



Détermination moderne et rapide d'un pont « cylindrique » et horizontal

Tracer les courbes du pont et du roof



Légende

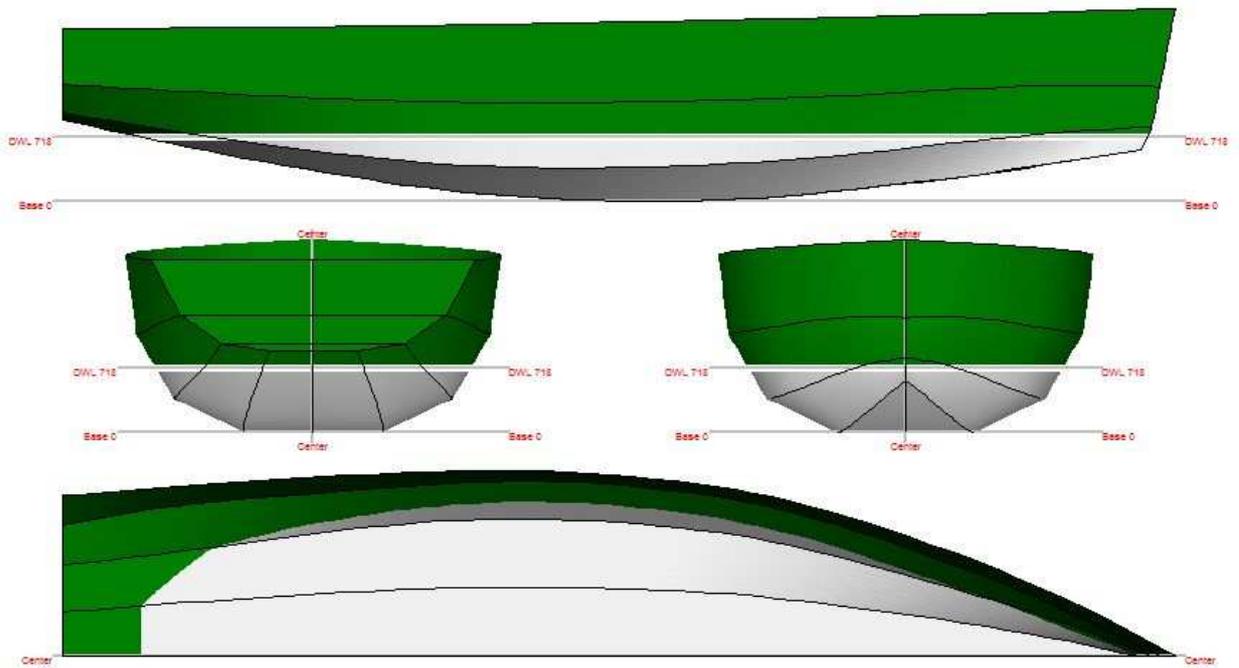
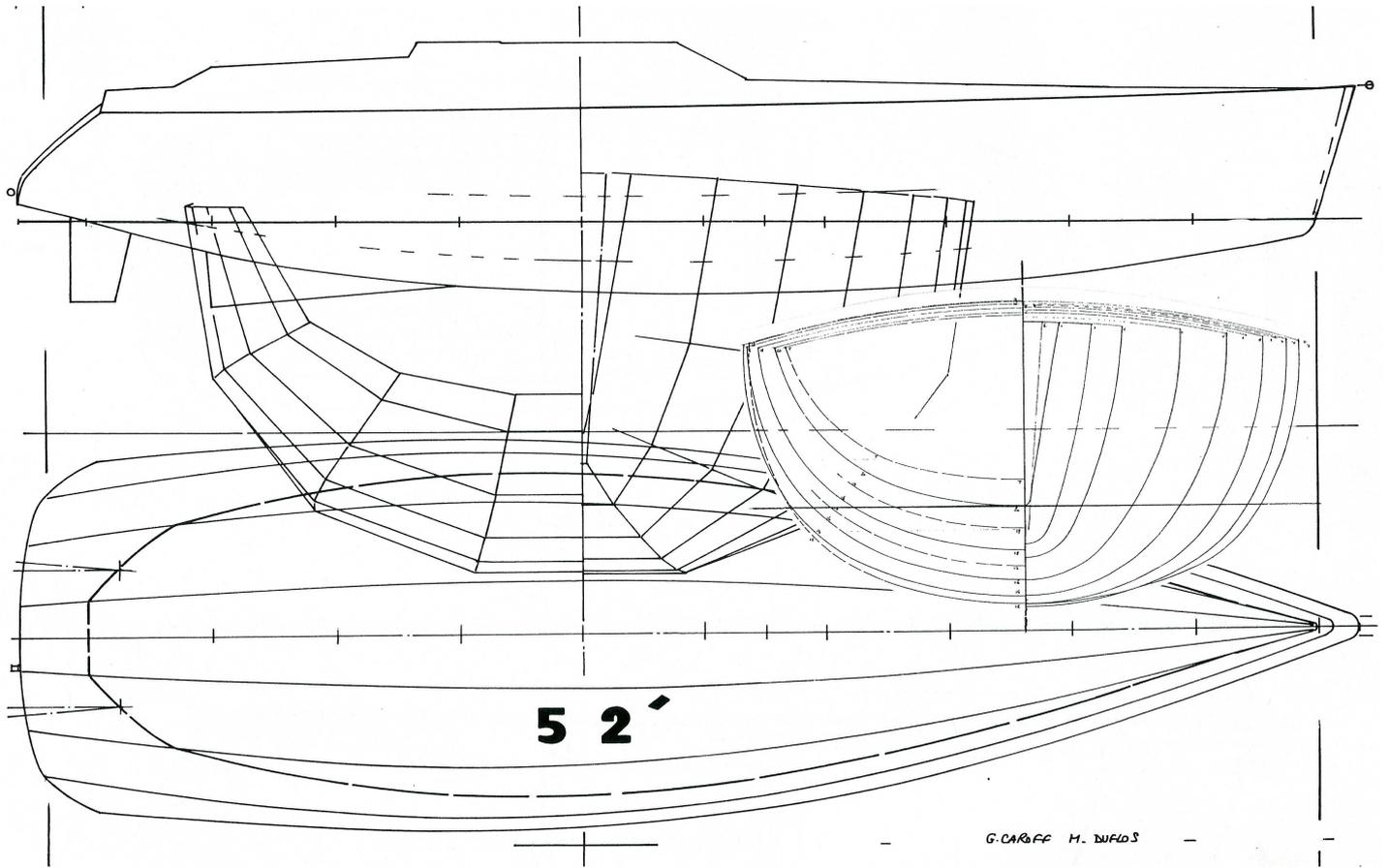
Formes d'un voilier à double bouchain

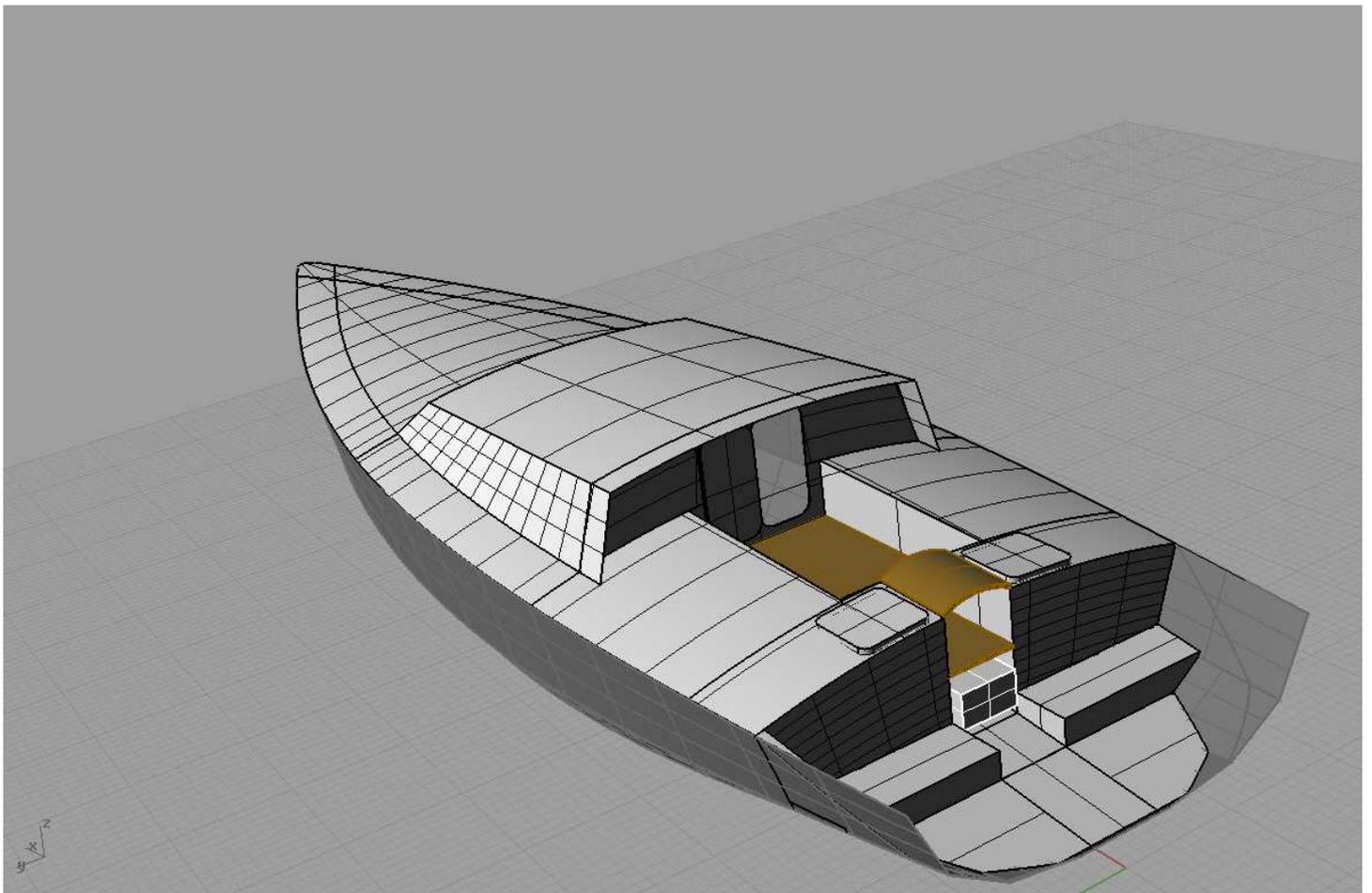
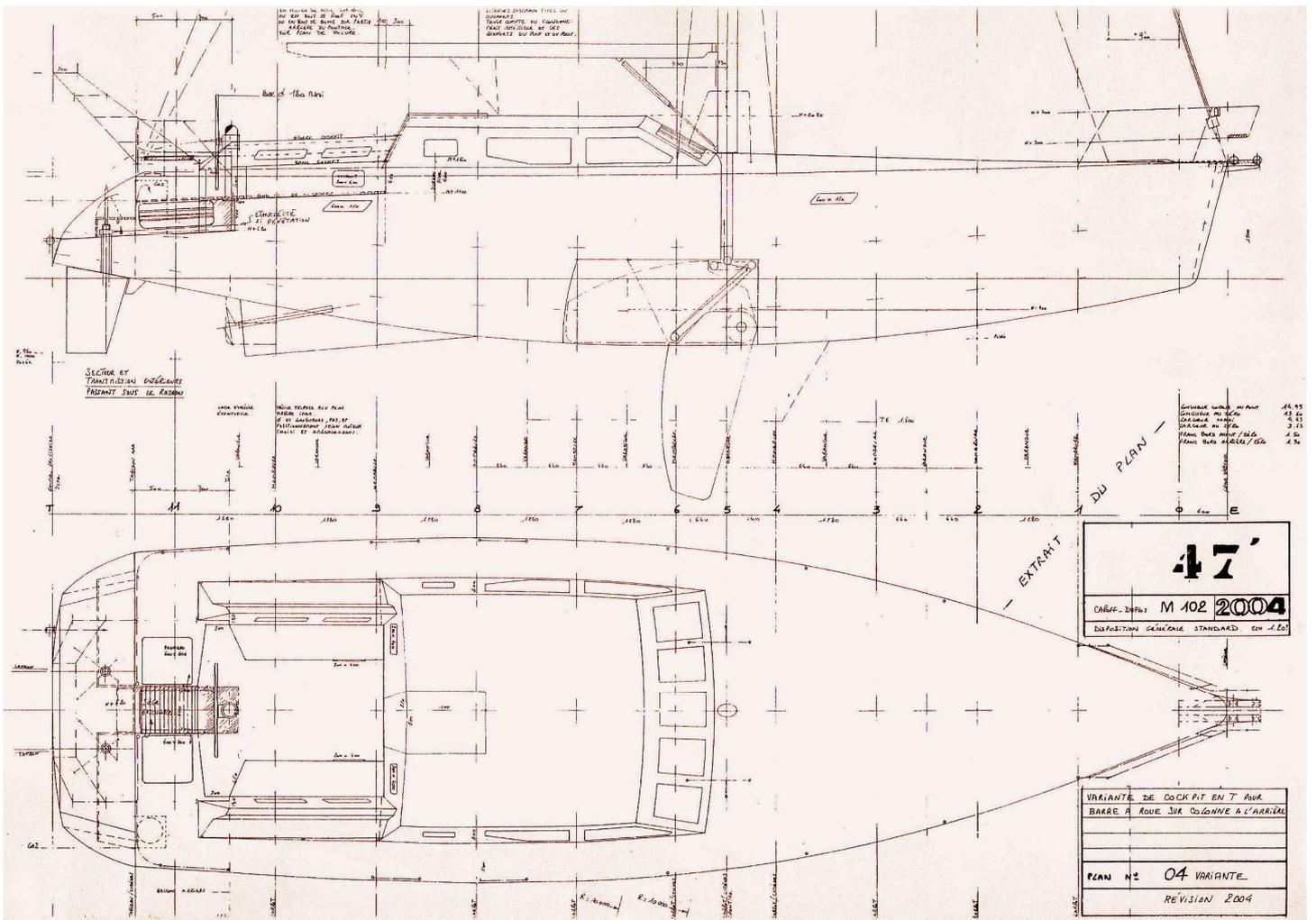
Exemple : 10,20 m

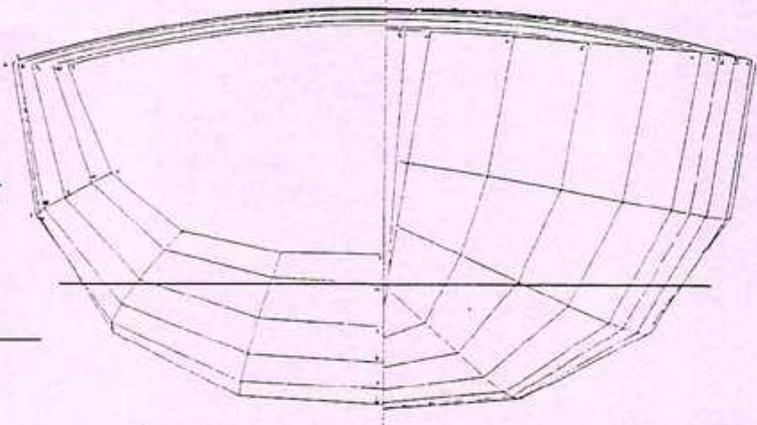
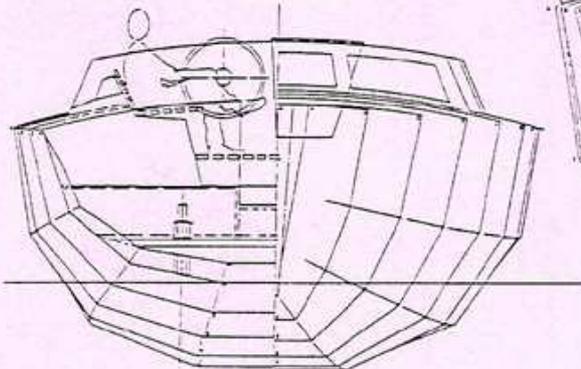
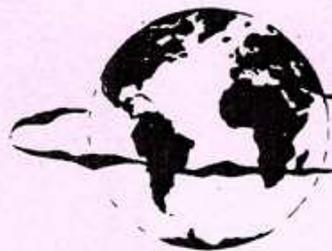
- A : Livet
- B : Brisure supérieure
- C : Zéro de référence
- D : Brisure inférieure
- E : Râblure, allonge de quille
- F : Brion
- G : Bouge de pont
- H : Intercoupe constant
- I : Elancement avant
- J : Elancement arrière

- 1 : Bau maximum (au pont, ici)
- 2 : Bau à la flottaison
- 3 : Creux maximum
- 4 : Franc-bord avant

- a : Elévation, mesures verticales, hauteurs et profondeurs.
- b : Vue en plan, mesures horizontales, largeurs.
- c : Transversales. On ne doit relever ni valeur d'angle, ni longueur de segment sur cette vue dont peu savent qu'elle n'est guère laissée là qu'à titre de visualisation. On peut s'en servir pour les mesures des aménagements.







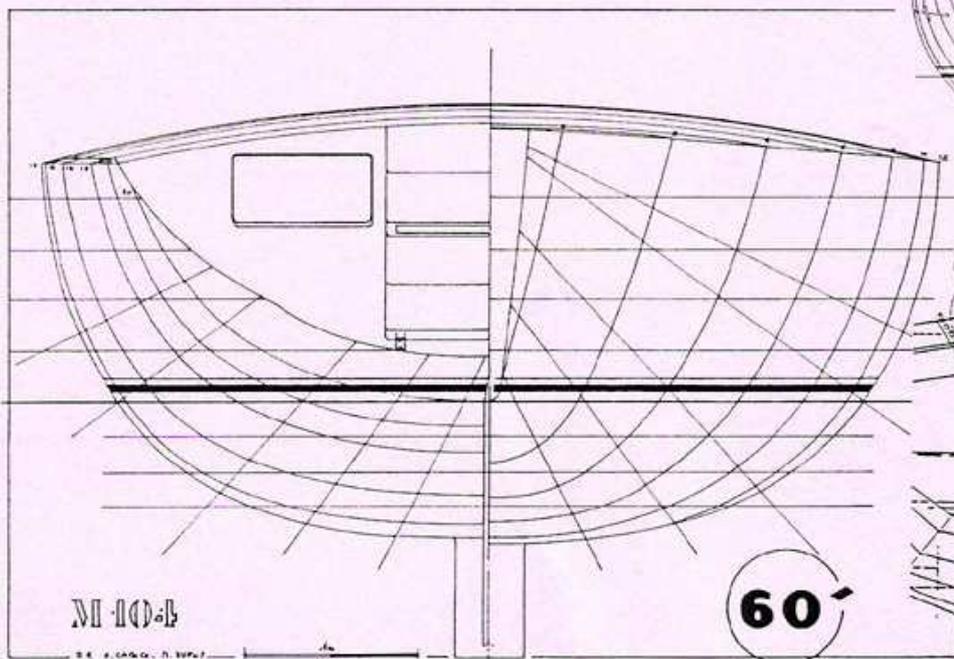
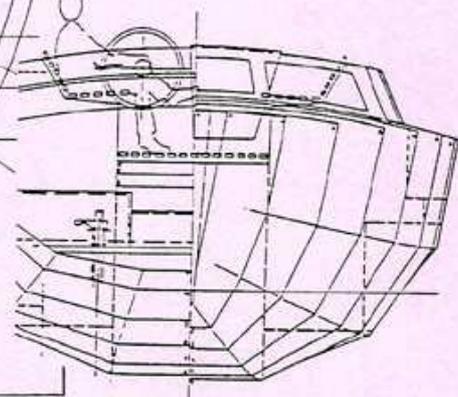
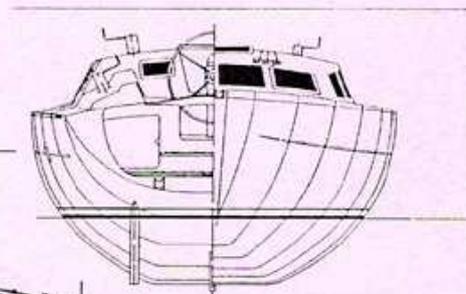
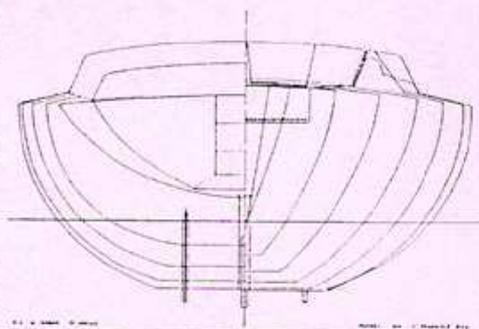
LES CARÈNES

Mes Dériveurs Intégraux sont réellement conçus comme tels avec des carènes fusiformes à fond plat renforcé.

Mes Quillards et Dériveurs lestés ont des carènes en U avec léger V dans les fonds pour l'écoulement des eaux vers les puisards.

Les bateaux pour construction amateur et artisanale ont des coques à bouchains vifs ne nécessitant pas de formage.

Les bateaux pour construction professionnelle ont une version En Formes aux lignes très douces qui ne maltraitent pas le métal.



M 100-B

60

22

LA STRUCTURE DU PONT

Pour un bateau moderne « sur lisses » la structure du pont est composée de barrots et de lisses. Pour un bateau sur membrures, la structure est composée de barrots plus rapprochés.

Souvenez-vous, les membrures ont été entaillées d'encoches pour la mise en place des lisses de coque alors qu'elles étaient encore à plat, avant qu'on les

dresse sur le marbre. Ceci pour plus de facilité. Les barrots sont des fers plats, en général, pour la construction amateur ou artisanale. Leur échantillonnage est souvent insuffisant pour qu'ils puissent être entaillés à plat avant montage. En tout cas, ils ne doivent jamais être entaillés avant leur formage, leur cintrage ou leur roulage.

LE PROFIL DU PONT

Au chapitre sur le tracé en vraie grandeur des couples, je vous ai décrit le tracé du pont en arc de cercle vrai (pont cylindrique) et par le procédé du « quart de nonante ». Cette méthode utilise la division en quatre parties égales d'un quart

de cercle (nonante degrés, donc) bâti sur la hauteur du bouge de roof par rapport au livet. Ce procédé est bien plus lent, donc plus coûteux et plus fatigant. Si bien que de plus en plus se développent les bateaux dont le pont est cylindrique.

Le dessin des barrots de pont est fait en vraie grandeur avec le dessin des couples de la coque. Les barrots sont formés et présentés sur le tracé. On peut les former au maillet (pont en quart de nonante) ou au cric (quart de nonante) ou les faire rouler par un artisan (pont cylindrique). Les barrots d'un pont cylindrique peuvent aussi être cintrés au cric ou au maillet bien sûr ! Au maillet, on forme les fers dans leur plus grande longueur possible.

Après le retournement, les barrots, renforcés par des fers provisoires en cor-



Boulal. Chatam 40 : années 2000 : courbe dynamique du livet avec barrots roulés.

nière L ou T de 30 ou 40, sont entaillées pour la mise en place des lisses. Lesquelles seront droites, si elle suivent l'axe d'un pont, cylindriques ou courbées dans les autres cas. Mais jamais, elles ne nécessitent un formage, elles se mettent en place facilement en grande longueur. Barrots et lisses touchent en général, les tôles de pont pour ne pas perdre de hauteur sous barrots. C'est encore la courbure naturelle des tôles du pont qui guidera la structure qu'on évite de brider trop tôt. Ce n'est jamais l'inverse. Il ne faut jamais avoir à forcer les tôles pour qu'elles touchent la structure, que ce soit sur le pont ou sur la coque.

Vue de l'intérieur, cette structure forme un quadrillage. Longitudinalement, les lisses ; transversalement, les barrots. On note que les barrots étant plus larges que les lisses, forment une saillie plus importante à l'intérieur du bateau. Aussi, toutes les découpes de capots, panneaux, dorades, descentes, devront-elles descendre sous le pont d'une largeur égale à celle des barrots et devront suivre la même courbure qu'eux. Sinon l'habillage sera très compliqué.

Les barrots sont percés, comme les membrures de trous qui permettront le vissage des tasseaux destinés à soutenir le vaigrage. Ce percement est fait à plat, au sol. De même, les entailles pour les lisses si la partie de barrot restant non entaillée est suffisante pour leur rigidité, ou, si les barrots sont renforcés de fers provisoires comme dit plus haut.

La structure du pont est complétée par :

- des goussets d'angle pont/coque, en général soudés au barrot et à la membrure dont ils maintiennent l'indéformabilité de l'angle. Parfois, ces goussets touchent aussi le bordé de coque ;

- des tirants sous les cadènes, fers de l'échantillonnage des barrots et triangulant l'angle barrot — membrure sous les cadènes. Ces tirants sont percés pour la fixation de tasseaux destinés à recevoir le vaigrage ;

- sous le cockpit et rejoignant la coque, il faut signaler des cornières de 30 à 50. Ces cornières portent le cockpit tandis que les tuyaux de vidange de cockpit sont, eux, interrompus au-dessus de la flottaison.

VÉRIFICATION DE L'ALIGNEMENT DES BARROTS

Depuis 1973, je dessine les ponts en évitant que les tôles aient une courbure dans le sens avant-arrière car il est bien évident qu'elles ont déjà une courbure transversale. Je signale d'ailleurs que le bouge de pont, le « bombé » du pont, est une nécessité absolue pour tendre les tôles et renforcer le pont. Pas question de faire un pont plat, ou à deux pentes en V sans du même coup, l'affaiblir et rendre inévi-

tables de grandes déformations dans les tôles. Il est donc possible de poser une cornière bien droite dans l'axe du bateau sur les barrots pour en vérifier le bon alignement et voir si au cours du retournement, par exemple, l'un d'eux n'a pas été faussé. Ils ont d'ailleurs pu être étayés par des fers provisoires en L ou T évitant leur effondrement. Les entailles faites pour l'encastrement des lisses, les affaiblissent beaucoup. Ces fers d'étayage sont d'une grande nécessité. Ils peuvent épontiller les barrots entre le fer de quille et leur milieu.

En faisant glisser sur les barrots la règle en L ou T de 40 ou 50, on voit nettement, si un barrot doit être rectifié. (Photos D 39 à D 40. Croquis D 101 à D 103).



Photo D 39 : Cintreuse de barrots de pont

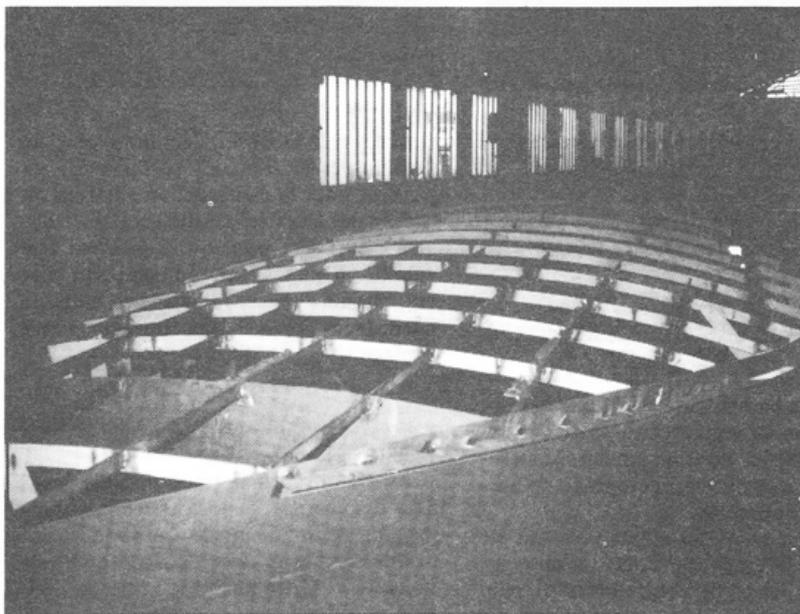


Photo D 40 : Structure de pont. Notez le bouge constant en arc de cercle. A remarquer la cornière qui a servi à tenir et découper le haut du bordé.

23

LE BORDAGE DU PONT

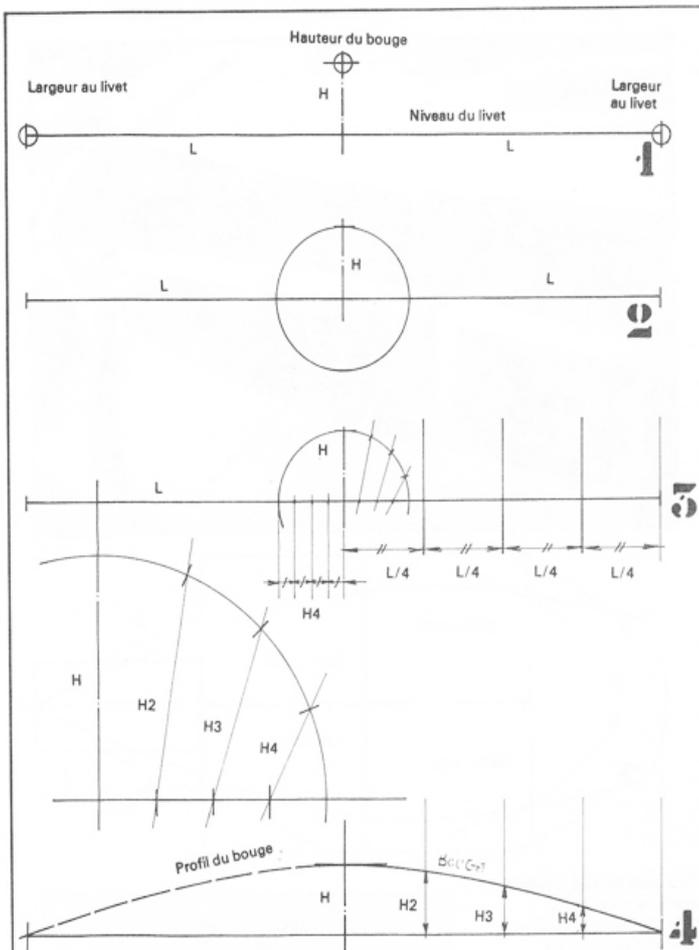
En général, on borde le pont et le roof, sans s'occuper des découpes qui y seront faites plus tard. Mais, une bonne technique consiste à border le pont et le roof sans souder les tôles. Celles-ci sont juste pointées pour ne pas se déplacer. Zone par zone, les découpes pour capots et panneaux aérateurs et autres éléments d'accastillage sont tracées. Puis, les tôles sont déposées au sol et les découpes sont faites à plat, dans de bonnes conditions. Enfin, les tôles sont remontées en place, pointées et soudées.

Les ponts de bateaux modernes ne nécessitent que rarement de contraindre beaucoup de tôles. Il n'y a guère eu que les ponts de « Rêve d'Antilles » dont il fallait charger les tôles de sacs de sable (ou de petites amies) pour qu'elles épousent leur double courbure. A ce titre, les ponts cylindriques ont été un progrès décisif.

Les tôles prennent leur position de par leur propre poids. L'échantillonnage des tôles de pont dépasse rarement 3 mm. On peut indiquer 2,5 mm pour des bateaux de 7,50 à 9 mètres ; 3 mm de 9 à 18 mètres ; 4 mm au-dessus de 20 mètres.

UNE GOUTTIÈRE

Pour les grands bateaux, de plus de 20 mètres ou de 25 mètres, on peut entourer le pont d'une bande de tôle de 4 à 6 mm. Cette bande d'une dizaine de cm, pas plus à cause des risques de corrosion par aéra-



Croquis D 101 : Décomposition du tracé du bouge de pont par le procédé, maintenant assez rare, du quart de nonante.

tion différentielle, assure la solidité de la liaison pont-coque. On l'appelle « gouttière ». A cette gouttière, on vient souder le pont proprement dit qui peut être en 3 ou 4 mm. La soudure se fait bord à bord, le long de la gouttière. Une gouttière de 3 à 4 mm peut aussi être soudée comme doublante.

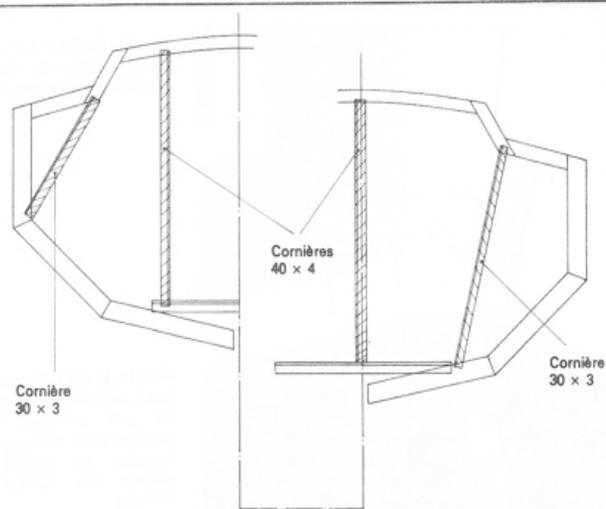
CHRONOLOGIE DU BORDAGE

On commence le bordage des tôles du pont par la plage et les passavants, puis la plage arrière. Les tôles sont posées sur la structure. Si les tôles du bordé supérieur ont été découpées le long du livet, il suffit de reporter sur la face inférieure des tôles de pont, la trace du livet. On dépose ces tôles et on les découpe à la scie sauteuse, au disque à tronçonner ou à la grignoteuse à main. Si les tôles du haut de bordé dépassent au-dessus du pont pour constituer un pavois, qui à ce stade n'a pas encore été coupé, on possède deux moyens pour obtenir la découpe des tôles du pont. On peut mesurer la longueur des demi-barrots de l'axe aux tôles de pavois et reporter ces longueurs sur les tôles de pont en notant bien l'axe du bateau. On peut, plus facilement, je crois, positionner la tôle parallèlement à l'axe et, au compas ou avec une sorte de trusquin,

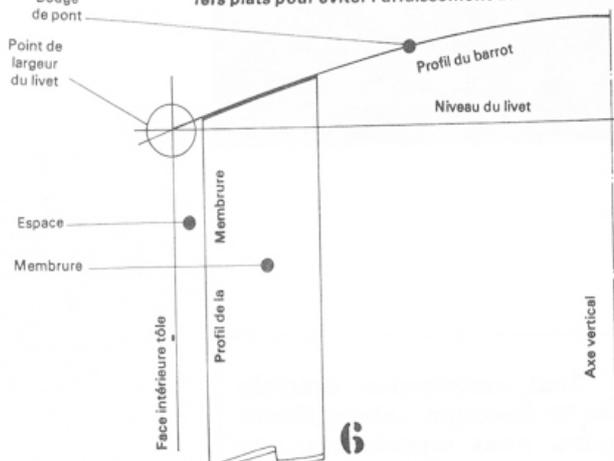
reporter une couche parallèle à celle de l'angle du pont et du pavois. A l'avant du bateau, le bordé supérieur est évasé. Découper les tôles en les posant sur le dessus du pavois mènerait à une erreur. Par contre, en arrière du mât, le bordé est vertical ou presque, et le pavois n'est pas aussi haut. On peut alors poser les tôles de pont sur le dessus du pavois et en relever la courbe. Un ajustement reste possible ensuite, du côté de l'axe. On procède de la même façon du côté du bord inférieur du roof, le long des passavants. Je donne aux passavants une longueur constante car il suffit d'avoir obtenu la découpe du côté du livet pour déduire mètre en main, celle du bas du roof ! C'est tout de même plus facile.

En construction amateur, on borde en général la plage avant et les passavants puis le toit du roof, et ensuite, entre ces tôles, on trace les hiloires de roof sur des « patrons » en carton. En construction professionnelle, sur gabarit ou en moule de pont, on pose d'abord les tôles d'hiloires puis la structure des hiloires s'il y en a une. Les tôles descendent ainsi à l'intérieur du bateau jusqu'au niveau inférieur des barrots et simplifient la pose du vaigrage et de l'habillage du roof.

La découpe des tôles de toit de roof est très aisée. On reporte, sous les tôles, la



Croquis D 103 : Renforcement d'un couple en fers plats pour éviter l'affaissement du barrot.



Croquis D 102 : détail du tracé de l'angle pont/coque.

trace des angles des barrots de roof. On joint ces points avec une latte de bois (10 à 15 x 10 à 20 mm) ou un T de 20 en acier. On trace et on découpe.

Avant de souder les tôles entre elles et de les cheniller à l'intérieur sur la structure, on peut déterminer les ouvertures à découper, les tracer et couper les tôles au sol ou sur la structure.

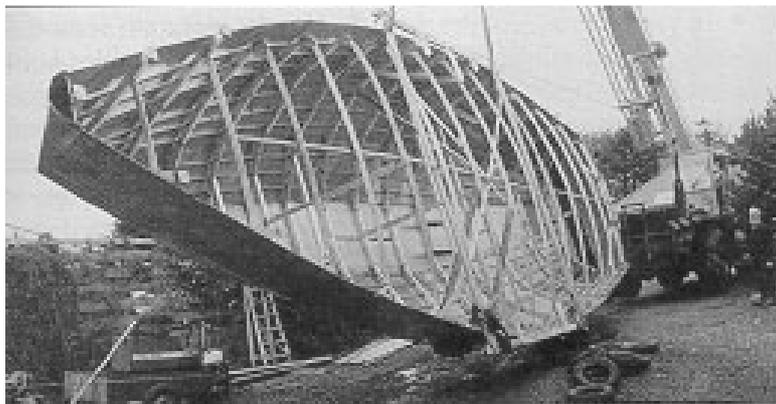
Les tôles de pont et de roof étant peu tendues, les déformations viennent vite. Il faut donc les pointer soigneusement, puis les souder en veillant à éviter de chauffer (irrégulièrement et trop) le métal. Le chenillage intérieur se fait « au plafond ». Le soudage extérieur se fait à plat, donc en bonne position, et en pénétrant bien pour éviter d'avoir à reprendre les soudures par l'intérieur sauf les cordons de l'angle pont-coque.

LA COURBE « VERTICALE » DU LIVET

Dans l'ensemble, le bordage du pont pose très peu de problèmes. On travaille « en altitude » mais à plat. Un constructeur amateur avait bordé le pont de son voilier de 12 m en deux week-ends vers 1975.



Quand les couples sont posés sur le châssis (à IPN central), les barrots sont déjà terminés, non entaillés car les lisses de pont n'y sont pas encastrées. Seules les cadènes n'y sont pas car elles compliquent la pose des tôles.



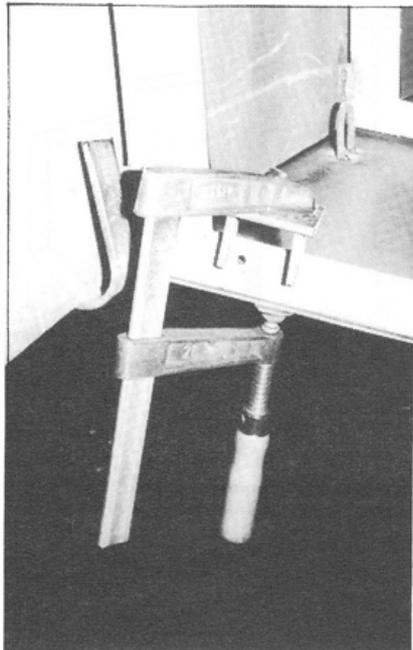


Photo D 41 : Un serre-joint amène la tôle de pont contre le barrot.

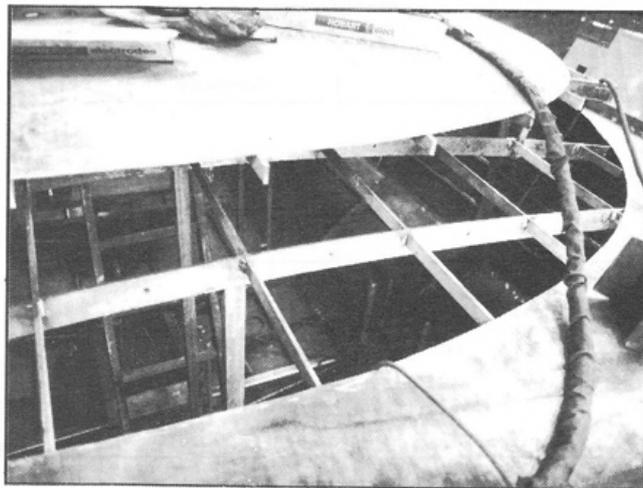
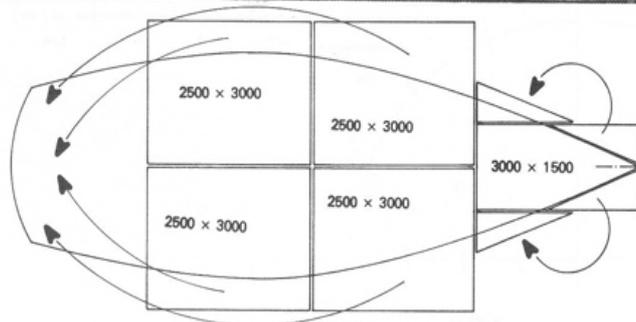


Photo D 42 : Devant de roof. Les tôles de pont et de toit de roof sont posées puis découpées. Ensuite, on mettra en place les tôles de l'hiloire.



Croquis D 105 : Débit matière d'un pont d'Exploration (11,35 m) et réutilisation des « chutes » de tôles. Il s'agit d'acier E.24 ou E.26 en 3 mm.

Sauf autorisation spéciale de la direction Loisirs Nautiques, nous rappelons à nos lecteurs que la reproduction même partielle de ce Hors série est strictement interdite pour tous pays. Photocopies comprises.

© Loisirs Nautiques Hors Série n° 16 1983

CAROFF - DUFLOS
Architecture Navale
 20- rue du Château
 43270 ALLÈGRE

Le dessin du bouge de pont implique cependant quelques remarques :

- Si le bateau est dessiné avec un livet droit horizontal ou montant, les tôles de coque sont coupées droit avec une cornière servant de guide de tracé et de découpe. Dans ce cas le bouge du pont est différent à chaque barrot et les tôles de pont sont soudées le long du livet sans autre nécessité de correction. De même, si le livet est dessiné arbitrairement dans le plan horizontal (pourtour du bateau vu du dessus) et dans le plan vertical (ligne de l'angle pont-coque vue de profil) ;

- Si le pont est un arc de cercle ou est dessiné au quart de nonante avec une ligne de bouge horizontale, le livet est l'intersection de la surface de « révolution » régulière ou non, du pont avec le bordé. Dans ce cas, la courbure de l'angle pont-coque est arbitraire, vue du dessus, mais géométriquement déduite, vue de profil.

Or on s'aperçoit que cette ligne, joliment creuse dans la moitié centrale du bateau, se tend en remontant vers l'arrière, tout en restant élégante, mais s'infléchit de nouveau vers le bas en arrivant vers l'étrave. Tout simplement parce qu'elle tend à tangenter avec la ligne droite et horizontale du bouge de pont. Si cette ligne lui plaît, l'amateur peut la laisser telle quelle. Si elle ne lui plaît pas, l'amateur peut la masquer par le pavois.

Le pavois est la tôle du haut du bordé qui dépasse naturellement au-dessus du pont.

A l'aide d'une cornière, on peut déterminer une courbure arbitraire élégante au profil de ce pavois. Voyez en complément d'information, le chapitre sur le pavois. (Photos D 41 et D 42. Croquis D 104 à D 108).

24

LE PAVOIS

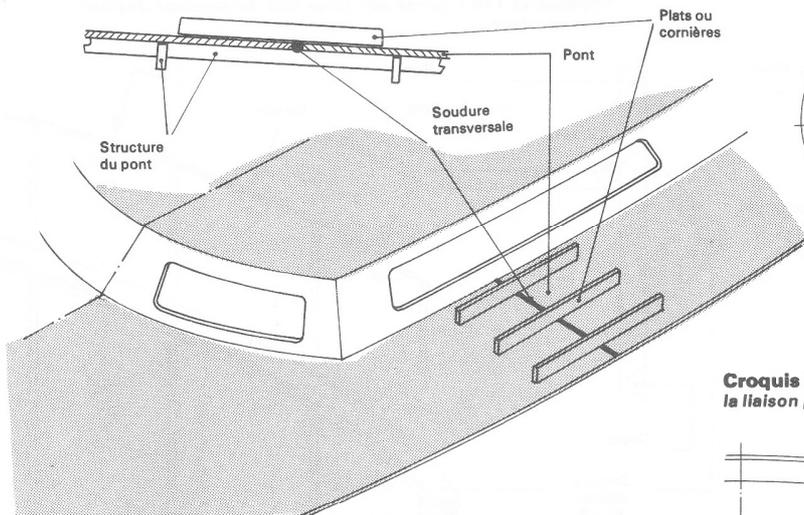
VRAI PAVOIS

Le pavois est le prolongement naturel du haut du bordé, au-dessus du niveau du livet. Un pavois permet de pratiquer tout autour du bateau un cale-pied efficace et apporte un franc-bord supérieur éventuellement utile dans une mer courte et creuse.

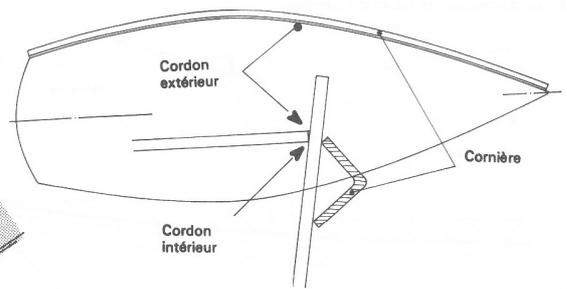
On laisse filer les tôles du bordé supérieur au-delà de la limite du livet, lorsque la coque est fabriquée à l'envers.

Après le retournement et une fois le pontage fait, vous pouvez couper les tôles du pavois. Pour cela, vous faites filer une cornière de 30 pointée contre le pavois et dont vous jugerez, de profil, qu'elle donne une courbure élégante. Vous pouvez couper les tôles le long de la cornière.

Laisser ainsi le haut du pavois mènera à le tordre à la première occasion et les ragages y feront vite apparaître des traces de rouille. Il est donc impératif de lui souder une protection en rond plein d'inox de diamètre 10 à 14 mm et de nuance 304 ou 316. Ce rond ne doit pas être soudé sur le côté du pavois, comme je l'ai vu écrit, mais absolument sur le dessus ! L'inox sera ensuite décontaminé et passivé à la pâte à passiver comme c'est expliqué aux chapitres sur les aciers inoxydables, car le fait de l'avoir soudé l'a oxydé et réactivé.

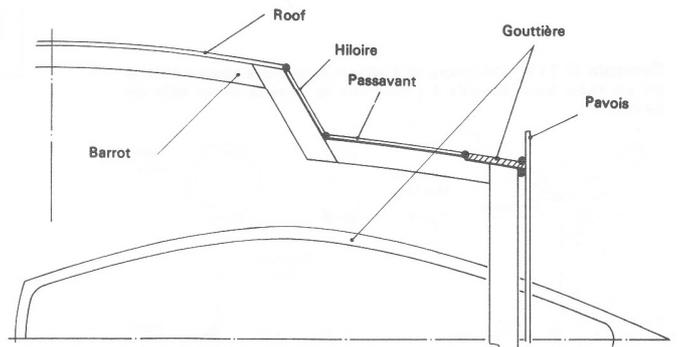


Croquis D 106 : Tenue des tôles de pont lors du soudage des cordons transversaux.



Croquis D 107 : Tenue du livet par une cornière lors du soudage des cordons continus.

Croquis D 108 : Gouttière de renforcement de la liaison pont-coque d'un grand bateau.



FAUX PAVOIS

Après avoir découpé les tôles de coque et de pont au ras les unes des autres, le long du livet, vous pouvez avoir un petit regret et préférer ajouter un pavois. Ce n'est pas difficile.

Mais il est à peu près impossible de souder une bande de tôle aussi étroite en bout des tôles du bordé sans que le raccordement se voit et soit choquant à l'œil. La soudure déformera la bande de tôle qui ne sera pas dans le plan du bordé. Et le cordon de soudure étonnera. Il faut découper une bande de tôle à la courbure du pont, d'une hauteur déterminée à plat ou qui sera déterminée sur place avec une cornière de 30 comme indiqué plus haut, et la pointer puis la souder sur le pont, non pas en bord, mais rentrée de 2 ou 3 cm. Verticale ou inclinée parallèlement

au bordé, cette bande de tôle sera peinte différemment du bordé si on le veut, et apparaîtra bien comme une décoration et non comme un rattrapage d'erreur.

Comme tout à l'heure, il faudra souder un rond d'inox 304 ou 316 de diamètre 10 à 14 mm sur le dessus de la bande de tôle de pavois.

Cette bande de tôle sera d'une épaisseur suffisante pour éviter les déformations du soudage : 4 mm pour des bateaux de 7 à 12 m ; 5 mm au-dessus ; 6 mm au-delà de 20 à 25 m.

HAUTEUR ET PROFIL

On convient en général qu'une hauteur à l'arrière de 5 cm sera correcte pour des bateaux de 7 à 11 m ; 7 cm de 12 à 14 m ; 10 cm ou plus au-delà. Cette courbe peut être parallèle à celle du pont jusqu'au maître-bau, voire en avant du milieu en partant de l'arrière. Ensuite, cette courbe gagne à monter vers l'avant pour atteindre 10 cm pour des bateaux de 7 à 10 m ; 12 à 15 cm de 11 à 14 m ; de 15 à 20 cm au-delà.

Photo D 43 : Le dessin, la découpe et l'habillage métal ou bois conditionnent beaucoup la silhouette du bateau fini. (Photo Dujardin-Atlantis)



Je vous ai expliqué que les « ponts cylindriques » impliquent que la courbe du livet descende de l'arrière vers le milieu puis remonte et de nouveau s'infléchisse vers l'horizontale en s'approchant de l'étrave.

On profitera du pavois pour corriger cette contre-courbe qu'on peut trouver inesthétique. Le pavois, vrai ou faux, peut rester parallèle au livet jusqu'au maître-couple, mais doit ensuite remonter et continuer à filer vers le haut lorsque le livet s'infléchit à l'avant, et en ligne, droite vue de profil, qui soit tangente à la contre-courbe. Chose qu'un dessin explique mieux qu'un texte ! Les bandes de décoration peintes dans le haut du bordé seront des courbes parallèles ou de même nature que le haut du pavois et non pas parallèles au livet tel qu'il découle de la géométrie.

DALOTS

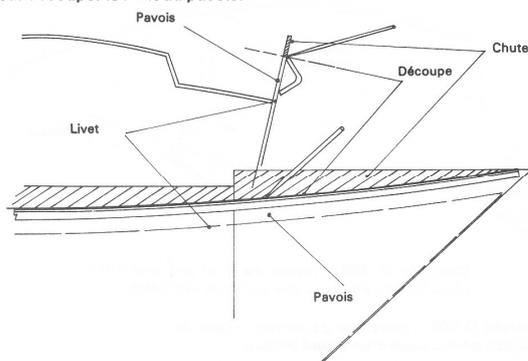
Des ouvertures seront pratiquées au ras du pont pour l'écoulement de l'eau. Il faut penser que des feuilles mortes et divers déchets auront à passer par ces dalots dont les dimensions ne seront pas inférieures à 100 mm de long et 30 mm de haut.

Eventuellement, un rond d'inox de diamètre 6 à 8 entoure ces dalots afin de

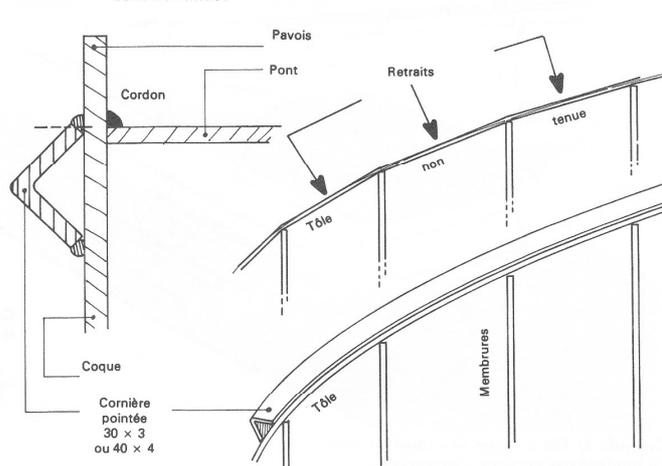
pouvoir s'en servir comme de chaumards et y faire passer des gardes et autres amarres. Les dalots doivent être placés judicieusement pour l'écoulement de l'eau à sec, en navigation et au mouillage où l'assiette du bateau sera différente selon que les voiles et les mouillages, par exemple, seront rangés à l'avant ou à l'arrière.

On y ouvrira aussi les chaumards. On arrêtera le pavois à l'arrière et à l'avant juste avant les balcons, sur un petit bateau, tandis qu'on peut entourer tout le pont sur un bateau de plus de 11 m. Ceci pour des raisons esthétiques.

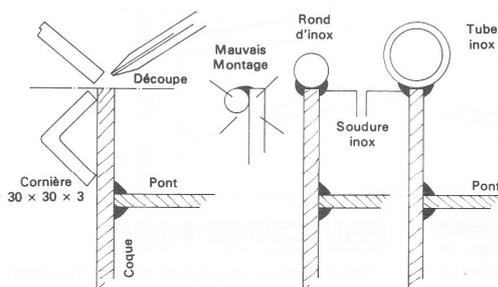
Croquis D 109 : On se guide sur la courbure d'une cornière pour découper le haut du pavois.



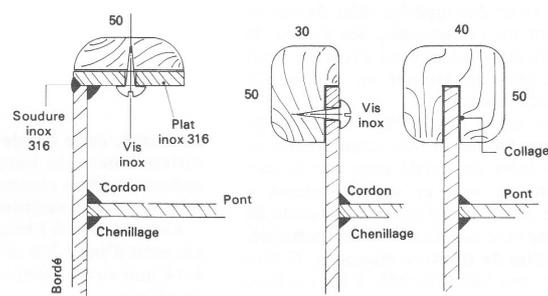
Croquis D 110 : Tenue des tôles lors du soudage des cordons continus.



Croquis D 111 : Découpe et finition du pavois avec un rond ou un tube inox soudés à l'inox sur le dessus de la tôle de pavois.



Croquis D 112 : Finition bois d'un pavois. Plat ou L vissés. U collé.



Suite dans « Pont 3... »

26

DÉCOUPES DANS LE PONT

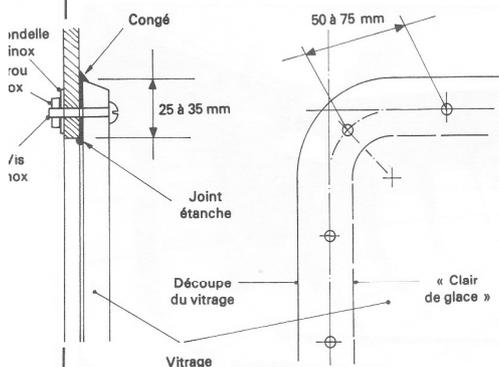
En règle générale, pour pratiquer une découpe destinée à recevoir un équipement fabriqué, tel qu'un panneau de pont, un hublot ouvrant, etc, mieux vaut d'abord se procurer la pièce d'accastillage et pratiquer les perçages et les découpes en s'en servant comme gabarit en relevant bien le sens droite gauche et le côté du bateau où il sera positionné s'il y a une symétrie.

CAPOT DE PONT PANNEAU OUVRANT

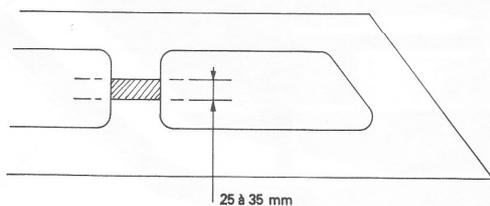
Les panneaux ouvrants posés à plat pont, type *Goiot, Plastimo, Gebbo, Taselaar, Elite Marine, Barbarossa, Rhigo*, etc, seront fixés sur un cadre réalisé en L d'acier ou d'innox dans une épaisseur lui conférant toute rigidité = 4 mm par exemple (40 x 4...).

Deux écoles s'affrontent. L'école qui, pour l'esthétique, place ces cadres à ras le pont. L'école qui, tenant compte des ruissellements d'eau sur le pont les fait dépasser d'une dizaine de cm ; comme le fait Tabarly. En général, des niveaux intermédiaires sont choisis. Et pourtant l'opinion de Tabarly est pleine de bon sens !

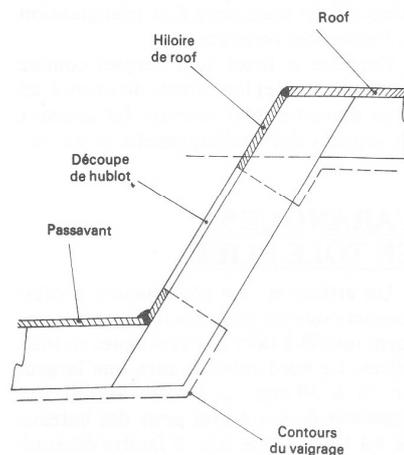
Croquis D 116 : Fixation d'un vitrage fixe.



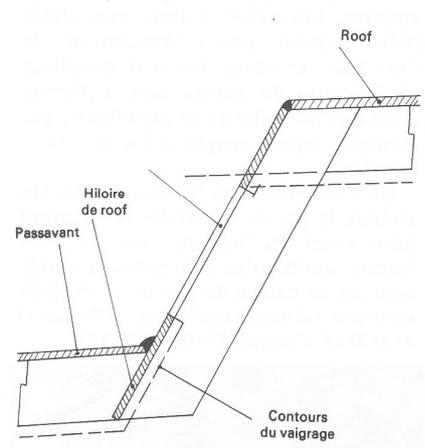
Croquis D 117 : Découpe entre deux hublots de roof permettant de passer à l'intérieur les panneaux de contre-plaqué des aménagements.



Croquis D 118 : Hiloire de roof en construction amateur ou artisanale.



Croquis D 119 : Hiloire de roof en construction sur mannequin de pont.



Elle permet aussi de fixer divers anneaux et pattes sur les côtés des cadres pour saisir des lignes de vie, manches à air en toile pour les zones intertropicales.

L'innox sera préférable à l'acier. De l'innox 304 suffira, soudé avec des baguettes de même nuance, décontaminé et passivé, puis peint ou poli.

VITRAGES FIXES

Les vitrages fixes des hiloires de roof (côtés du roof) sont souvent boulonnés directement contre la tôle avec interposition d'un joint étanche type Sika ou Rubson...

Les ouvertures des vitrages doivent être aussi grandes que possible car les matériaux ne rendent plus du tout possible le défoncement d'un roof en acier ou d'un vitrage fixe bien posé et d'une épaisseur suffisante. Ces épaisseurs sont définies dans le Décret de la Marine Marchande sur les bateaux de plaisance de moins de 25 mètres.

Les angles des découpes gagnent à être arrondis pour y éviter le déchirement des tôles.

Le perçement des trous de fixation se

fait d'abord dans le roof puis, par relevé de gabarit dans le vitrage lui-même dont les bords sont aussi arrondis, les chants biseautés, pour ne pas blesser et ne pas retenir l'eau.

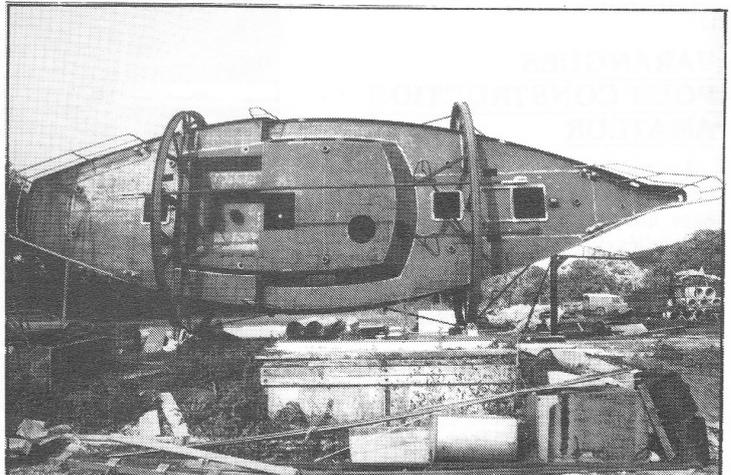
La mise en place se fait en serrant progressivement les boulons centraux puis en allant vers les extrémités. Eventuellement pour une face avant de roof, on peut chauffer le vitrage en Altuglass, Plexiglass, Lexan, etc, avec des linges trempées dans de l'eau bouillante et appliqués sur le vitrage pendant sa mise en place. Le serrage doit alors être modéré et très progressif. Je conseille parfois d'user de boulons en nylon. Il ne faut jamais visser les vitrages, mais toujours les boulonner.

ENCADREMENT DE DESCENTE

La hauteur du rebord de l'encadrement de la descente au-dessus du toit de roof ne doit pas être inférieure de 5 à 10 cm si on veut que la descente soit étanche. Un encadrement simple peut être réalisé en plat d'au moins 4 mm d'épaisseur.

Sur la face du roof, les panneaux amo-

Photo D 47 : Mouvements de rotation d'une grande croisière dans les roues, pour le soudage... et la photo ! Premières découpes dans le pont.



27

DIVERS DÉTAILS SUR LE PONT

vibles de la descente viendront se loger dans les L en inox chenillés contre la tôle du roof ou dans des U en inox chenillés, le côté contre la tôle de roof. Il faut veiller à ce que l'aile qui sera côté intérieur dépasse plus que l'aile extérieure. Le panneau inférieur reposera sur un plat ou un L en inox laissant librement s'écouler l'eau, donc sans aile verticale à l'extérieur. Ces glissières peuvent aussi être réalisées en bois. Cette technique a ma préférence pour sa facilité de mise en œuvre et sa chaleur esthétique. Elles doivent toujours être inclinées pour former un V largement ouvert afin que les panneaux ne se coincent pas (V insuffisamment ouvert ou glissières parallèles) et pour qu'on ne soit pas contraint à soulever les panneaux amovibles sur toute la hauteur des glissières, comme c'est le cas si elles sont verticales.

VITRAGES DE ROOF ENCASTRÉS

Les vitrages des côtés et du devant de roof peuvent aussi être encastrés dans les L soudés dans les ouvertures découpées dans les tôles d'hiloires. Il faut prévoir de n'encastrent ces vitrages que de leur épaisseur ou de celle d'un cadre d'inox ou de bois qui les habille et répartit la pression du serrage. Trop les encastrer mène à des stagnations d'eau.

Mêmes remarques et même montage pour les vitrages de bordé de coque.

VUS DE L'INTÉRIEUR

Vus de l'intérieur, ces encadrements doivent s'aligner sur les éléments de structure les plus saillants si on veut que le vaigrage habille l'ensemble joliment et soit facile à réaliser. Ce qui dépasse sous le toit de roof et sous le pont sera aligné sur le profil et l'épaisseur des barrots.

Ce qui dépasse à l'intérieur de la coque sera aligné sur le profil et l'épaisseur des membrures. La largeur totale des encadrements est donc le total de leur partie saillante extérieure, plus l'épaisseur des tôles et plus leur partie intérieure.

On déterminera, de cette façon, les hauteurs des encadrements :

- de panneaux de pont et de roof,
- de capots de pont et de roof,
- de vitrages fixes ou ouvrants d'hiloires de roof et de bordé de coque,
- de descente.

Ainsi que les hauteurs :

- des tubes des aérateurs Dorade,
- des tubes d'écubiers pour la descente des chaînes.

Et même les hauteurs des bittes d'amarrage afin qu'elles ne dépassent pas à l'intérieur du vaigrage si les impératifs de solidité ne l'imposent pas. Ce n'est guère qu'au-dessus de 14 mètres ou de 15 tonnes qu'on devra reprendre les bittes d'amarrage en fond de coque ! (Photo D 47, croquis D 116 à D 119).

CHANDELIERS ET BALCONS

Les chandeliers et balcons sont réalisés en acier galvanisé et peints ou mieux en inox 304 voire 316. Ils peuvent être directement soudés sur le pont renforcé par une doublante d'inox 304 soudée, d'épaisseur 3 à 4 mm. La hauteur des chandeliers et des balcons avant et arrière sera de 600 à 800 mm avec deux niveaux de filières en câble inox, la filière supérieure de diamètre 4 mm, la filière inférieure de diamètre 3 mm et distante du pont de 300 mm quelle que soit la hauteur des chandeliers. Mieux vaut du câble inox non gainé, car l'eau de condensation ou de pluie qui reste dans les gaines corrode vite tout ce qu'elle trouve, y compris l'inox ! Oui, l'eau, plus elle est pure (distillée) et plus elle corrode les aciers inoxydables courants.

Les balcons de pied de mât auront aux environs de 850 mm de haut et seront distants de 800 à 900 mm de l'axe du bateau.

L'espace entre deux chandeliers ne dépassera pas 1,80 à 2 mètres.

EMBASES POUR BALCONS ET CHANDELIERS

On peut aussi monter balcons et chandeliers sur des embases en acier galvanisé ou en inox soudées au pont. J'en propose une désormais constituée d'un rond plein de 1 mm inférieur au diamètre intérieur des balcons et chandeliers en inox. Ce rond d'une longueur de 150 à 170 mm dépasse du pont d'environ 90 mm.

Sous le pont, il est soudé au bordé de coque. Ainsi liée au pont et au bordé, l'embase est très rigide et le pont ne peut pas plier en cas de violente traction.

Chandeliers et balcons sont emmanchés sur les embases et retenus par une vis inox de 4 mm.

Les embases gagnent à être en rond d'inox 304. Elles sont soudées dans la même nuance, polies et passivées. Si elles ne sont pas polies, elles doivent être peintes. De toute façon, il faut les passiver à la pâte à passiver.

RAILS DE FOCES EN ALU

Chacun connaît les rails de focs du commerce en T d'aluminium anodisé. Ces rails seront boulonnés soit sur une cornière en L d'inox, ép. 3 mm, raidie par des « goussets » de place en place.

Ils peuvent aussi être boulonnés dans un plat d'inox taraudé et soudé au pont.

Ce plat aura une épaisseur de 6 à 10 mm selon les bateaux.

Entre le rail et le winch, l'écoute doit passer par une poulie de renvoi montée sur une patte d'inox à peu près dans le prolongement du rail, faute de quoi l'avaletout a des chances d'être tordu ou cassé.

RAILS DE FOCES EN PLAT D'INOX

Quant à souder de l'inox sur le pont, on peut aussi opter pour un rail focs constitué d'un plat d'inox 304 percé de trous. On y saisit une poulie folle sur émerillon qu'on déplace de trou en trou selon le réglage choisi.

Ce plat aura une épaisseur de 4 à 6 pour des bateaux de 8 à 14 mètres. Sa largeur sera de 40 mm en général et des trous de 15 mm percés tous les 50 mm.

Le « rail » est chenillé sur chant. On se reportera aux indications sur le chenillage en quinconce. La poulie de renvoi est là encore conseillée si l'angle de tir est éloigné du prolongement du rail.

C'est une solution économique et tout à fait fiable pour les longs voyages. Elle convient moins bien aux fréquents réglages des navigations côtières du week-end mi-promenade mi-régate.

PATTES DE LIGNE DE VIE ET D'ÉCOUTE DE GRAND-VOILE

Je vous propose, toujours pour les grands voyages et dans le but de réaliser un système fiable, simple et très durable, le principe d'écoute de grand-voile suivant.

Il s'agit d'une écoute double composée de deux palans indépendants de puissance moyenne, trois ou quatre brins, pour des bateaux de 7 à 15 mètres. Ils doivent être combinés à un hale-bas très puissant.

Chaque palan comporte, du côté de la bôme, une poulie simple ou double avec un émerillon et du côté du pont une poulie double avec taquet coinçant incorporé. Cette poulie est montée sur un émerillon et un mousqueton rapide ou un maillon ouvrant.

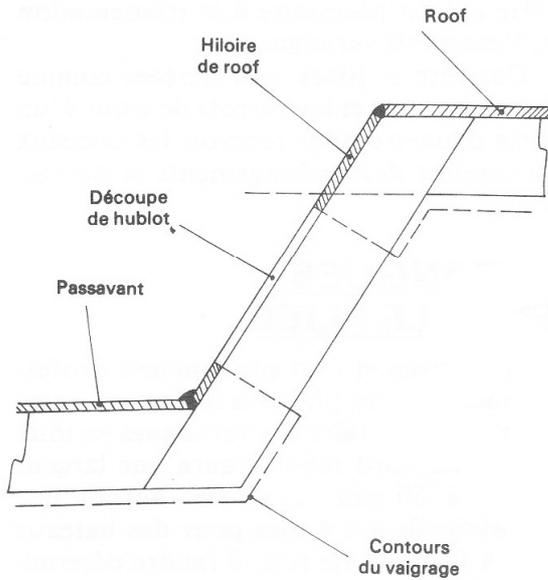
Chaque palan arrive, sur le pont, à une patte d'écoute identique à ce qu'on utilise pour les lignes de vie et la trinquette bômée.

Ces pattes sont en inox 304 de 40 à 60 mm de large ; 40 à 60 mm de haut et 6 à 10 mm d'épaisseur. Elles sont percées d'un trou de grand diamètre = 15 à 25 mm. Elles sont soudées sur le roof sans le traverser car l'effort ne le nécessite pas. Elles sont polies ou peintes et passivées après soudage.

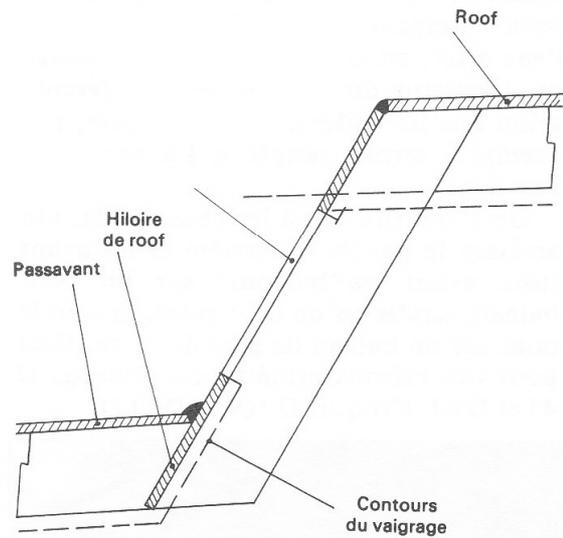
Elles sont chacune distantes de 1 mètre à 1,50 mètre de l'axe selon la taille du bateau.

Au près, on règle la grand-voile sur le palan au vent. Lorsqu'on vire, on règle le

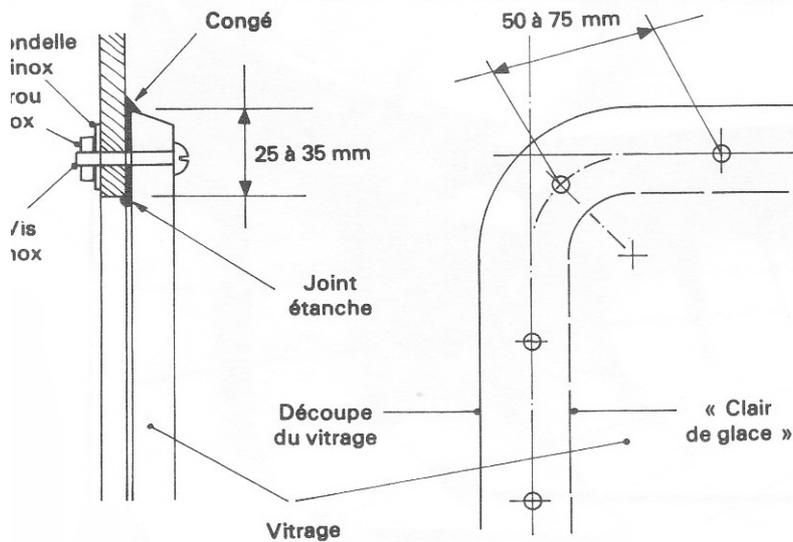
Croquis D 118 : Hiloire de roof en construction amateur ou artisanale.



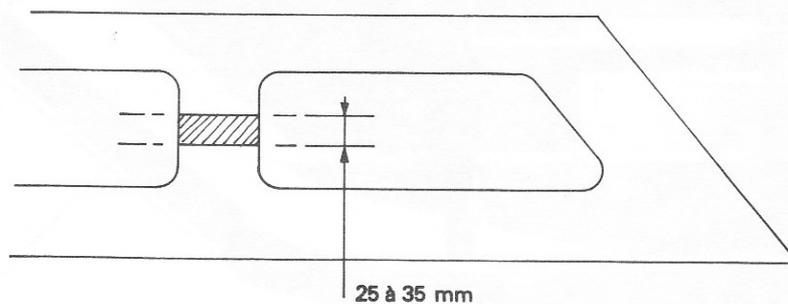
Croquis D 119 : Hiloire de roof en construction sur mannequin de pont.



Croquis D 116 : Fixation d'un vitrage fixe.



Croquis D 117 : Découpe entre deux hublots de roof permettant de passer à l'intérieur les panneaux de contre-plaqué des aménagements.



vibles de la descente viendront se loger dans les L en inox chenillés contre la tôle du roof ou dans des U en inox chenillés, le côté contre la tôle de roof. Il faut veiller à ce que l'aile qui sera côté intérieur dépasse plus que l'aile extérieure. Le panneau inférieur reposera sur un plat ou un L en inox laissant librement s'écouler l'eau, donc sans aile verticale à l'extérieur. Ces glissières peuvent aussi être réalisées en bois. Cette technique a ma préférence pour sa facilité de mise en œuvre et sa chaleur esthétique. Elles doivent toujours être inclinées pour former un V largement ouvert afin que les panneaux ne se coincent pas (V insuffisamment ouvert ou glissières parallèles) et pour qu'on ne soit pas contraint à soulever les panneaux amovibles sur toute la hauteur des glissières, comme c'est le cas si elles sont verticales.

VITRAGES DE ROOF ENCASTRÉS

Les vitrages des côtés et du devant de roof peuvent aussi être encastrés dans les L soudés dans les ouvertures découpées dans les tôles d'hiloires. Il faut prévoir de n'encastrent ces vitrages que de leur épaisseur ou de celle d'un cadre d'inox ou de bois qui les habille et répartit la pression du serrage. Trop les encastrer mène à des stagnations d'eau.

Mêmes remarques et même montage pour les vitrages de bordé de coque.

VUS DE L'INTÉRIEUR

Vus de l'intérieur, ces encadrements doivent s'aligner sur les éléments de structure les plus saillants si on veut que le vaigrage habille l'ensemble joliment et soit facile à réaliser. Ce qui dépasse sous le toit de roof et sous le pont sera aligné sur le profil et l'épaisseur des barrots.

Ce qui dépasse à l'intérieur de la coque sera aligné sur le profil et l'épaisseur des membrures. La largeur totale des encadrements est donc le total de leur partie saillante extérieure, plus l'épaisseur des tôles et plus leur partie intérieure.

On déterminera, de cette façon, les hauteurs des encadrements :

- de panneaux de pont et de roof,
- de capots de pont et de roof,
- de vitrages fixes ou ouvrants d'hiloires de roof et de bordé de coque,
- de descente.

Ainsi que les hauteurs :

- des tubes des aérateurs Dorade,
- des tubes d'écubiers pour la descente des chaînes.

Et même les hauteurs des bittes d'amarrage afin qu'elles ne dépassent pas à l'intérieur du vaigrage si les impératifs de solidité ne l'imposent pas. Ce n'est guère qu'au-dessus de 14 mètres ou de 15 tonnes qu'on devra reprendre les bittes d'amarrage en fond de coque ! (Photo D 47, croquis D 116 à D 119).

27

DIVERS DÉTAILS SUR LE PONT

CHANDELIERS ET BALCONS

Les chandeliers et balcons sont réalisés en acier galvanisé et peints ou mieux en inox 304 voire 316. Ils peuvent être directement soudés sur le pont renforcé par une doublante d'inox 304 soudée, d'épaisseur 3 à 4 mm. La hauteur des chandeliers et des balcons avant et arrière sera de 600 à 800 mm avec deux niveaux de filières en câble inox, la filière supérieure de diamètre 4 mm, la filière inférieure de diamètre 3 mm et distante du pont de 300 mm quelle que soit la hauteur des chandeliers. Mieux vaut du câble inox non gainé, car l'eau de condensation ou de pluie qui reste dans les gaines corrode vite tout ce qu'elle trouve, y compris l'inox ! Oui, l'eau, plus elle est pure (distillée) et plus elle corrode les aciers inoxydables courants.

Les balcons de pied de mât auront aux environs de 850 mm de haut et seront distants de 800 à 900 mm de l'axe du bateau.

L'espace entre deux chandeliers ne dépassera pas 1,80 à 2 mètres.

EMBASES POUR BALCONS ET CHANDELIERS

On peut aussi monter balcons et chandeliers sur des embases en acier galvanisé ou en inox soudées au pont. J'en propose une désormais constituée d'un rond plein de 1 mm inférieure au diamètre intérieur des balcons et chandeliers en inox. Ce rond d'une longueur de 150 à 170 mm dépasse du pont d'environ 90 mm.

Sous le pont, il est soudé au bordé de coque. Ainsi liée au pont et au bordé, l'embase est très rigide et le pont ne peut pas plier en cas de violente traction.

Chandeliers et balcons sont emmanchés sur les embases et retenus par une vis inox de 4 mm.

Les embases gagnent à être en rond d'inox 304. Elles sont soudées dans la même nuance, polies et passivées. Si elles ne sont pas polies, elles doivent être peintes. De toute façon, il faut les passiver à la pâte à passiver.

RAILS DE FOCES EN ALU

Chacun connaît les rails de focs du commerce en T d'aluminium anodisé. Ces rails seront boulonnés soit sur une cornière en L d'inox, ép. 3 mm, raidie par des « goussets » de place en place.

Ils peuvent aussi être boulonnés sur un plat d'inox taraudé et soudé au pont.

Ce plat aura une épaisseur de 6 à 10 mm selon les bateaux.

Entre le rail et le winch, l'écoute doit passer par une poulie de renvoi montée sur une patte d'inox à peu près dans le prolongement du rail, faute de quoi l'avale-tout a des chances d'être tordu ou cassé.

RAILS DE FOCES EN PLAT D'INOX

Quant à souder de l'inox sur le pont, on peut aussi opter pour un rail focs constitué d'un plat d'inox 304 percé de trous. On y saisit une poulie folle sur émerillon qu'on déplace de trou en trou selon le réglage choisi.

Ce plat aura une épaisseur de 4 à 6 pour des bateaux de 8 à 14 mètres. Sa largeur sera de 40 mm en général et des trous de 15 mm percés tous les 50 mm.

Le « rail » est chenillé sur chant. On se reportera aux indications sur le chenillage en quinconce. La poulie de renvoi est là encore conseillée si l'angle de tir est éloigné du prolongement du rail.

C'est une solution économique et tout à fait fiable pour les longs voyages. Elle convient moins bien aux fréquents réglages des navigations côtières du week-end mi-promenade mi-régate.

PATTES DE LIGNE DE VIE ET D'ÉCOUTE DE GRAND-VOILE

Je vous propose, toujours pour les grands voyages et dans le but de réaliser un système fiable, simple et très durable, le principe d'écoute de grand-voile suivant.

Il s'agit d'une écoute double composée de deux palans indépendants de puissance moyenne, trois ou quatre brins, pour des bateaux de 7 à 15 mètres. Ils doivent être combinés à un hale-bas très puissant.

Chaque palan comporte, du côté de la bôme, une poulie simple ou double avec un émerillon et du côté du pont une poulie double avec taquet coinçant incorporé. Cette poulie est montée sur un émerillon et un mousqueton rapide ou un maillon ouvrant.

Chaque palan arrive, sur le pont, à une patte d'écoute identique à ce qu'on utilise pour les lignes de vie et la trinquette bômée.

Ces pattes sont en inox 304 de 40 à 60 mm de large ; 40 à 60 mm de haut et 6 à 10 mm d'épaisseur. Elles sont percées d'un trou de grand diamètre = 15 à 25 mm. Elles sont soudées sur le roof sans le traverser car l'effort ne le nécessite pas. Elles sont polies ou peintes et passivées après soudage.

Elles sont chacune distantes de 1 mètre à 1,50 mètre de l'axe selon la taille du bateau.

Au près, on règle la grand-voile sur le palan au vent. Lorsqu'on vire, on règle le

second palan. Le premier se mollit en devenant palan sous le vent. Voilà, on peut ensuite louvoyer, les deux palans sont définitivement réglés. En abattant, on dégage le palan au vent et, de ce fait, plus rien ne gêne le passage de la descente.

Le palan est amené vers une patte d'écoute soudée sur le côté de roof et forme retenue. On combine ainsi les deux palans qui, tour à tour, règlent l'incidence ou la tension de la grand-voile, ou servent de retenue de bôme.

Ce type de patte s'utilise tel quel pour les écoutes de trinquette bômée, de tourmentin, et pour fixer les lignes de vie.

La traction à laquelle doivent résister les composants d'une ligne de vie est de l'ordre de 2.000 kg. Ce n'est pas à négliger.

DOUBLANTES

Sur le pont on soude un assez grand nombre de « doublantes » dans le but d'augmenter localement son épaisseur pour souder ou boulonner une pièce en traction.

Ces doublantes peuvent être en acier doux ou en acier inoxydable. Dans ce cas, l'acier inoxydable 304 sera poli ou peint après avoir été passivé et décontaminé.

Dans l'ensemble des cas, la doublante est soudée sur l'extérieur du pont, avec un cordon continu. Si la pièce tire sur le centre de la doublante pour que la traction soit appliquée sur la tôle de pont et reprise par soudure sur la doublante.

On peut aussi solidariser la doublante au pont par des soudures en bouchon.

L'épaisseur de la doublante est, en général, égale à celle de la tôle du pont ou légèrement supérieure sauf sous le pied de mât qui fait l'objet d'un autre chapitre.

Le rôle des doublantes est de répartir la traction d'une pièce. Elles dépassent donc tout autour de la surface de fixation de cette pièce.

CHAUMARDS

Sur les bateaux en acier on réalise en général les chaumards en acier inoxydable de façon à les souder. On évitera de percer le pont à chaque fois que ce sera possible car un des atouts des métaux est leur étanchéité dans les montages soudés qui sont aussi d'une parfaite homogénéité.

Les chaumards seront avantageusement du type ouvert et croisé. Ils sont réalisés en rond plein d'inox 304 et soudés sur une doublante en inox 304 protégeant même le livet. Pour ce faire la doublante peut être pliée et descendre de 1 ou 2 cm sur le haut du bordé. Il faut éviter les arêtes coupantes qui scient les amarres. Le diamètre du rond variera de 10 à 20 selon la taille du bateau. La longueur de la boucle intérieure sera voisine de 80 à 140 mm et la hauteur intérieure de l'ordre de 20 à 30 mm.

On peut aussi percer le pavois d'ovales bordés d'un rond plein d'inox de diamètre 10 à 12 mm. Le diamètre intérieur du chaumard fermé sera voisin de 100 mm.

BITTES D'AMARRAGE

En général, les bittes d'amarrage disposées sur la plage avant et aux angles de la plage arrière sont constituées d'un tube d'inox de diamètre 80 à 120 pour des bateaux de 8 à 14 mètres.

Elles sont réalisées en tube mécanique d'acier inoxydable 304 d'épaisseur 4 à 6 mm. Leur hauteur totale avoisine les 150 mm. Elles sont traversées d'un rond plein en inox de diamètre 14 à 20 et dépassant d'au moins 50 mm de part et d'autre du tube central. Il faut songer que plusieurs amarres de 16 à 20 mm pourront être prises sur une bitte d'amarrage d'un petit bateau si d'autres plus gros sont amarrés à couple de lui.

Les bittes d'amarrage ne traverseront pas le pont pour des bateaux de moins de 15 mètres. Elles sont soudées au pont à un nœud de renforts intérieurs (barrot et lisse) sur une doublante en acier inoxydable solidaire du pont sur sa périphérie et en son centre. De 15 à 20 mètres, les bittes d'amarrage peuvent être reprises sur les renforts intérieurs du pont. Et ce n'est qu'au-delà de 20 mètres qu'il sera vraiment nécessaire de les descendre jusqu'à la structure de la coque. Il ne faut pas sous-estimer les efforts impliqués par la taille des bateaux mais il est tout aussi sage de ne pas les exagérer inutilement.

CALE-PIEDS MAINS COURANTES

On trouve des cale-pieds sur la plage avant du pont et des mains courantes sur le toit de roof.

En fait, on peut fabriquer l'un et l'autre de la même façon, en tubes d'inox de diamètre 25 à 30. Il faut laisser un espace d'au moins 45 à 50 mm entre le dessous d'une main courante et le roof. Des montants raidissent le tube tous les 50 cm environ.

Sur les bateaux en polyester les mains courantes de roof sont rentrées de plusieurs centimètres sur le roof. Pour des bateaux en acier on les mettra plutôt à l'aplomb de l'angle supérieur du roof de façon à protéger cette arête que les ragages auraient vite fait d'user et de faire rouiller. Lorsqu'on monte et descend du roof, on posera alors le pied sur le tube d'inox et non sur l'arête peinte.

C'est par un ensemble de petites précautions de cet ordre qu'on simplifie désormais énormément l'entretien des bateaux en acier où le pont représentait une bonne part d'heures de travail.

Lorsque le roof mesure 20 à 30 cm, les mains courantes sont placées deux à quatre cm en retrait du bord du roof.

Pour des roofs de 40 cm, on les pose à

l'aplomb de l'angle. Pour des roofs de 50 à 60 cm, sur des bateaux dotés d'un salon de pont, la main courante sera même mise en débord extérieur. On soude ses embases presque sur l'angle supérieur du roof mais en dévers sur l'extérieur. La prise en main en est facilitée et les pieds ne toucheront pas l'angle du roof.

Les tubes en inox seront soudés dans la même nuance, 304, puis décapés, passivés, polis ou peints.

On peut aussi les réaliser en un T d'inox chenillé au roof avec un demi-rond de bois vissé sur son aile supérieure. L'aile verticale est découpée de place en place pour l'« écoulement de l'eau ».

Autre possibilité : des pattes d'inox sur lesquelles passe un barreau de bois noble, acajou ou teck. Les dimensions restent voisines de celles indiquées plus haut. Leur positionnement est identique. Les pattes ou le T d'inox seront en 304, soudés en 304, polis, décapés et passivés. S'ils ne sont pas polis, ils doivent être peints.

DES SUPPORTS DE WINCHES

Je déconseille de boulonner directement l'accastillage au travers du pont. Mieux vaut souder sur le pont une platine qui servira à boulonner les winches, taquets, etc.

Dans mes plans, à partir de 1983, je présente des dimensions d'omégas. Il s'agit de U en tôle pliée, soudée à l'envers sur le pont.

Leurs dimensions varient selon la taille et la puissance du winch ainsi que leur percement. Le U est soudé parallèlement à l'axe du bateau. Il sera en inox 304 poli ou peint et passivé. L'épaisseur varie de 4 à 8 mm pour des bateaux de 8 à 14 mètres. Leur « plateau » est un carré de 165 à 265 mm de côté. La hauteur est voisine de 35 mm.

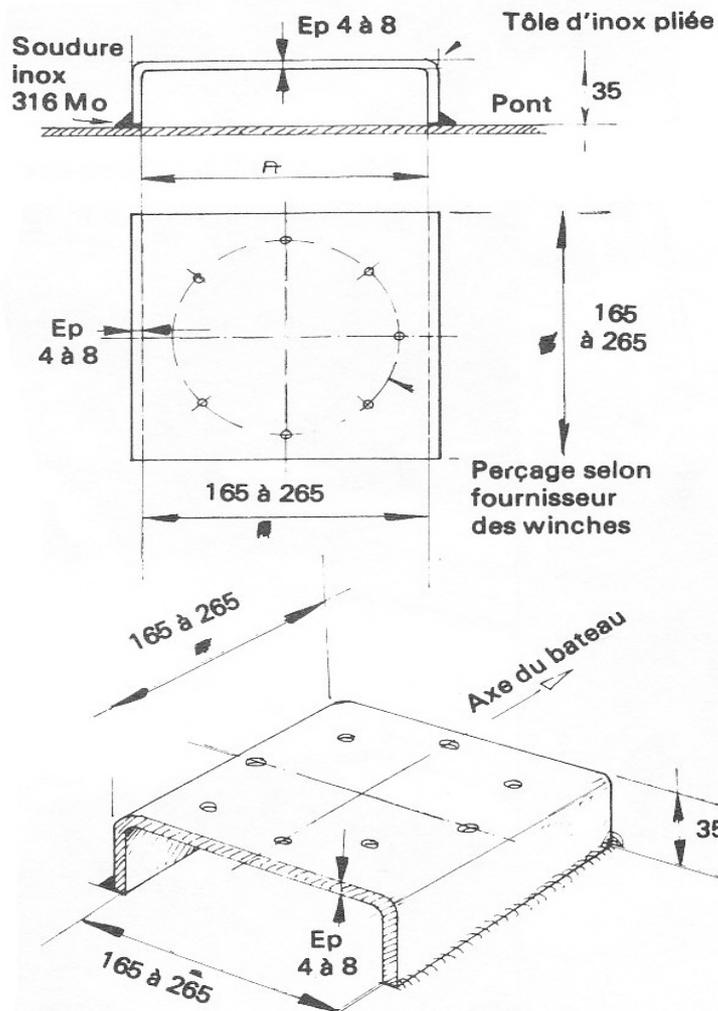
Ce type de U peut servir pour tous les winches et même pour le guindeau.

On peut aussi souder sur le pont des galettes d'inox évidées en leur centre, d'un diamètre en rapport avec le diamètre des winches dans des trous taraudés, soit 5 à 12 mm selon la puissance des winches. Un écoulement sera prévu pour l'eau qui parviendrait au centre de ces galettes.

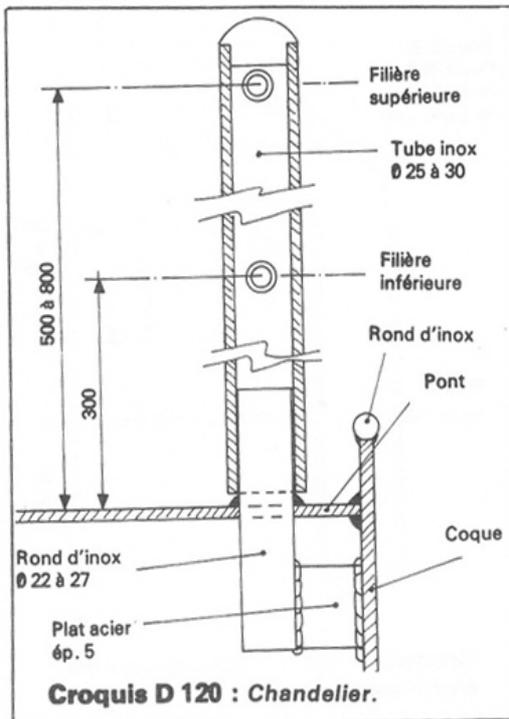
On voit tout de suite que les U sont plus légers et plus jolis. On peut aussi basculer les winches pour qu'ils reçoivent l'écoute perpendiculairement à leur poupe en leur faisant une branche du U plus haute que l'autre ou en coupant les deux en biais.

TUBES ET PATTES POUR AÉRATEUR DORADE

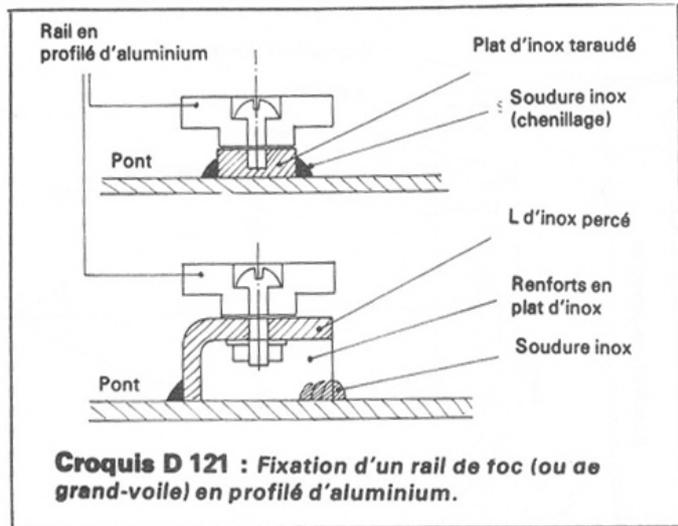
Il ne s'agit pas ici de détailler les équipements à disposer sur le pont. C'est l'objet d'articles mensuels et du numéro



Croquis D 125 : Support de winch d'écoute.



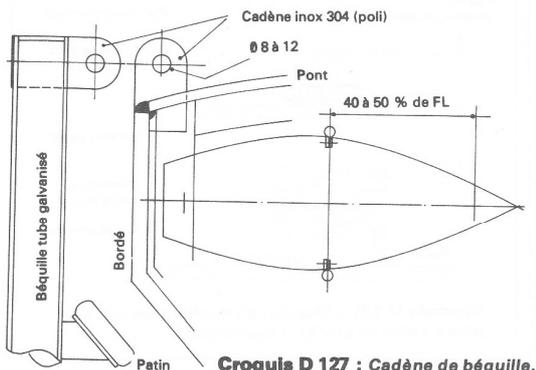
Croquis D 120 : Chandelier.



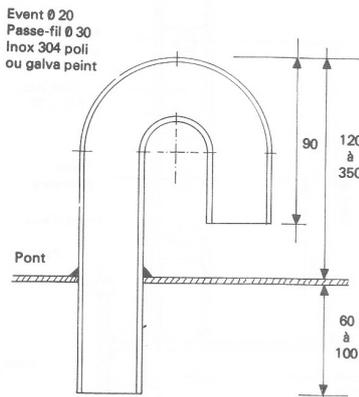
Croquis D 121 : Fixation d'un rail de foc (ou de grand-voile) en profilé d'aluminium.

Suite dans Pont. « Détails 2... »

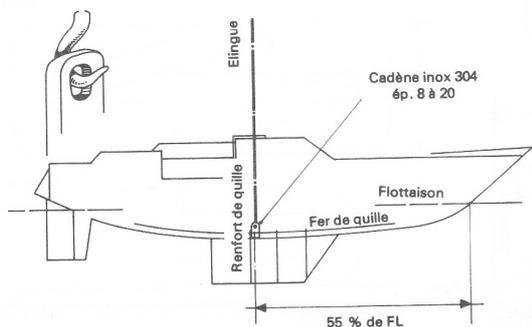
Détails sur le pont. 2 : Une baille à mouillage ?



Croquis D 127 : Cadène de béquille.



Croquis D 128 : Event ou passe-fils électriques.



Croquis D 129 : Cadène de grutage. Sur mes bateaux, j'ai constaté qu'elle doit être placée à 55 % de l'avant de la flottaison (FL).

décret de la Marine Marchande est très clair et très logique à ce sujet.

Un autre écubier peut se trouver près du pied de mât pour le rangement d'une ligne de mouillage de réserve dans la quille. On peut aussi en prévoir un à l'arrière pour mouiller par l'arrière. Voyez le chapitre sur les daviers.

UNE BAILLE A MOUILLAGE ?

Les bateaux en polyester, possèdent à peu près tous, près de l'étrave, un coffre sous le pont avec écoulement à la mer, pour le rangement de la ligne de mouillage mixte câblot et chaîne. Sur les bateaux en acier, on gagne à éviter ce genre de coffre.

En effet, il sera aussi difficile d'éviter la rouille sur le pourtour de l'accès au coffre, que sur le capot du coffre et que dans le fond qui devrait être soudé au bordé. On va trouver dans ce coffre, un petit couple situé juste derrière l'étrave, des lisses et un barrot.

Il y aura forcément des ragages. Et un jour, la rouille apparaîtra.

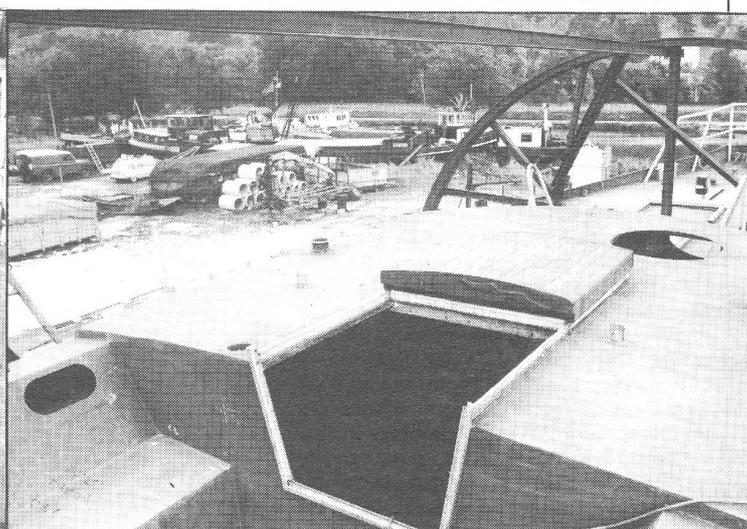
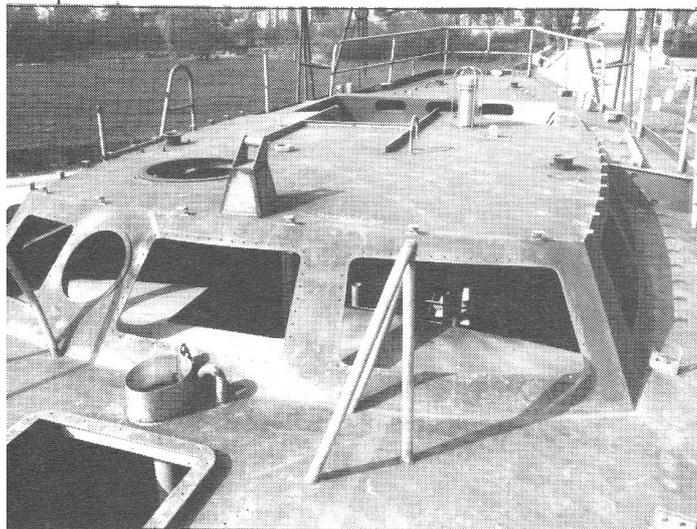
Ceux qui désirent cependant une baille à mouillage peuvent :

- faire un capot en inox 304 ou en bois,
- encadrer l'accès au coffre d'un profil ou d'un rond inox 304,
- très bien peindre le bordé et la structure et les habiller d'un solide vaigrage plastifié et étanche. Malgré cela, il faut

Photo D 49 : Ensemble de la finition de la plage avant d'un grande croisière.



Photo D 50 : Descente ouverte.



prévoir un écoulement d'eau par un tube d'inox 304 ou 316 soudé au bordé.

- le fond de la baille gagne à être en inox 316.

- mieux encore, on peut concevoir d'encastrer une boîte d'inox dans le pont assez en retrait par rapport à l'avant pour y conserver un accès pour le futur entretien des peintures de la structure de l'étrave. Cette boîte en acier inoxydable 316 est soudée au pont et munie d'un couvercle en inox ou en bois. Un tube d'écoulement la relie au bordé avec, si possible, une section de tuyau souple pour éviter tout arrachement d'un seul tuyau rigide. Les dimensions de cette baille seront adaptées à la taille de l'ancre et au « volume » du mouillage.

Ceux qui devront mouiller par l'arrière peuvent prévoir une seconde caisse en inox montée identiquement.



Atlantis 430



Capot de baille pour pont alu. Pont inox : attention au poids du capot.

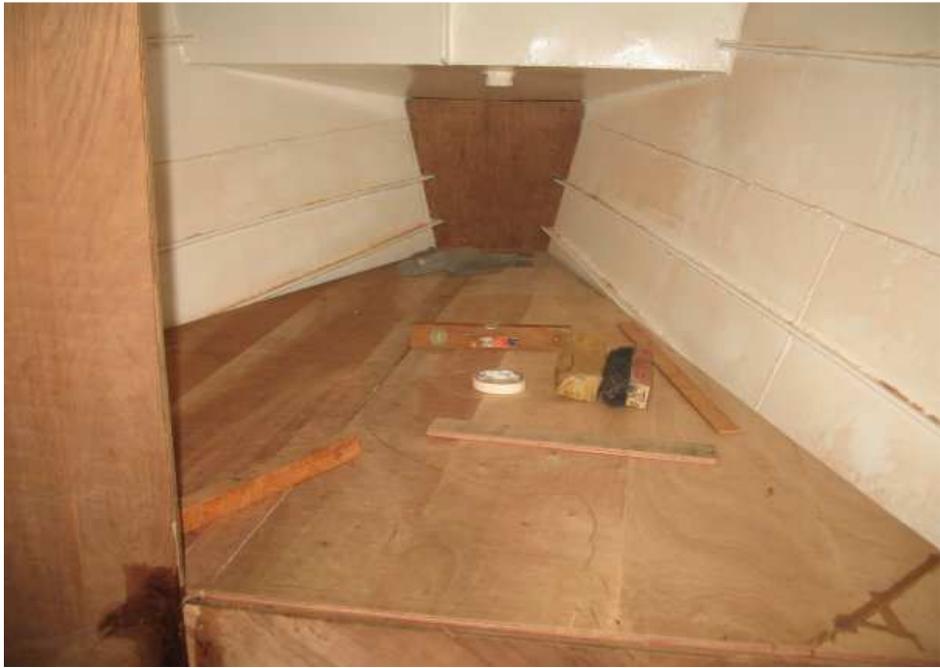




Vulcain 5 Années 80. Pont acier : pas de baille.







Le pont : Autres détails du pont

Suite et fin des détails du pont.

prévoir un écoulement d'eau par un tube d'inox 304 ou 316 soudé au bordé.

● le fond de la baille gagne à être en inox 316.

● mieux encore, on peut concevoir d'encastrer une boîte d'inox dans le pont assez en retrait par rapport à l'avant pour y conserver un accès pour le futur entretien des peintures de la structure de l'étrave. Cette boîte en acier inoxydable 316 est soudée au pont et munie d'un couvercle en inox ou en bois. Un tube d'écoulement la relie au bordé avec, si possible, une section de tuyau souple pour éviter tout arrachement d'un seul tuyau rigide. Les dimensions de cette baille seront adaptées à la taille de l'ancre et au « volume » du mouillage.

Ceux qui devront mouiller par l'arrière peuvent prévoir une seconde caisse en inox montée identiquement.

LES DAVIERS

Dans l'ensemble, les bateaux en acier sont destinés à naviguer loin et un peu partout même lorsqu'ils sont d'une « petite taille ». Aussi, même les plus petits doivent-ils être bien équipés pour les mouillages et posséder deux daviers d'étrave. Ceux qui voudront naviguer sous les tropiques, les dériveurs, et tous ceux qui le souhaitent, peuvent s'équiper d'un mouillage arrière avec un davier à poste en haut du tableau arrière ou au bord de la jupe.

Je vous conseille de fabriquer des daviers indépendants avec chacun son axe. On les fera dans un U d'inox 304 de 6 à 10 ou 12 mm pour des bateaux de 8 à 14 mètres. Ils comportent chacun un rouleau en résipress monté sur un axe d'inox 304 de diamètre 14 à 20 mm.

Ces U seront soudés sur le pont à la baguette inox puis polis, décapés et passivés. Ils seront peints s'ils ne sont pas polis.

DES CADÈNES DE BÉQUILLES

Sensiblement en avant du milieu de la flottaison, vous pouvez souder un mode d'accrochage des béquilles.

Ce peut être une cadène soudée au ras du pont mais ne dépassant pas du niveau du bordé. Dans ce cas, les béquilles portent une autre cadène déportée vers l'intérieur et qu'on bouillonne à celle du pont. Cette cadène ne traversant pas le pont sera en inox 304 de 6 à 12 mm d'épaisseur pour des bateaux de 8 à 14 mètres et d'une largeur de 40 à 60 ou 70 mm.

Ce peut être aussi un tube d'inox soudé dans le haut du bordé, repris sur une membrure et obturé côté intérieur. Les béquilles portent un « doigt » en rond d'inox qui vient s'encastrer dans le tube.

Les béquilles seront en tube d'inox ou d'acier galvanisé ou encore d'aluminium. En acier galva ou en inox, elles seront

d'un diamètre 40 à 100 pour des bateaux de 7 à 14 mètres. En aluminium, le diamètre passe de 50 à 120. Elles porteront les cadènes nécessaires à leur tenue avant-arrière, haut et côté opposé du bateau, ainsi qu'une semelle, un patin d'appui sur le bordé et, pour l'une d'entre-elles au moins, des échelons.

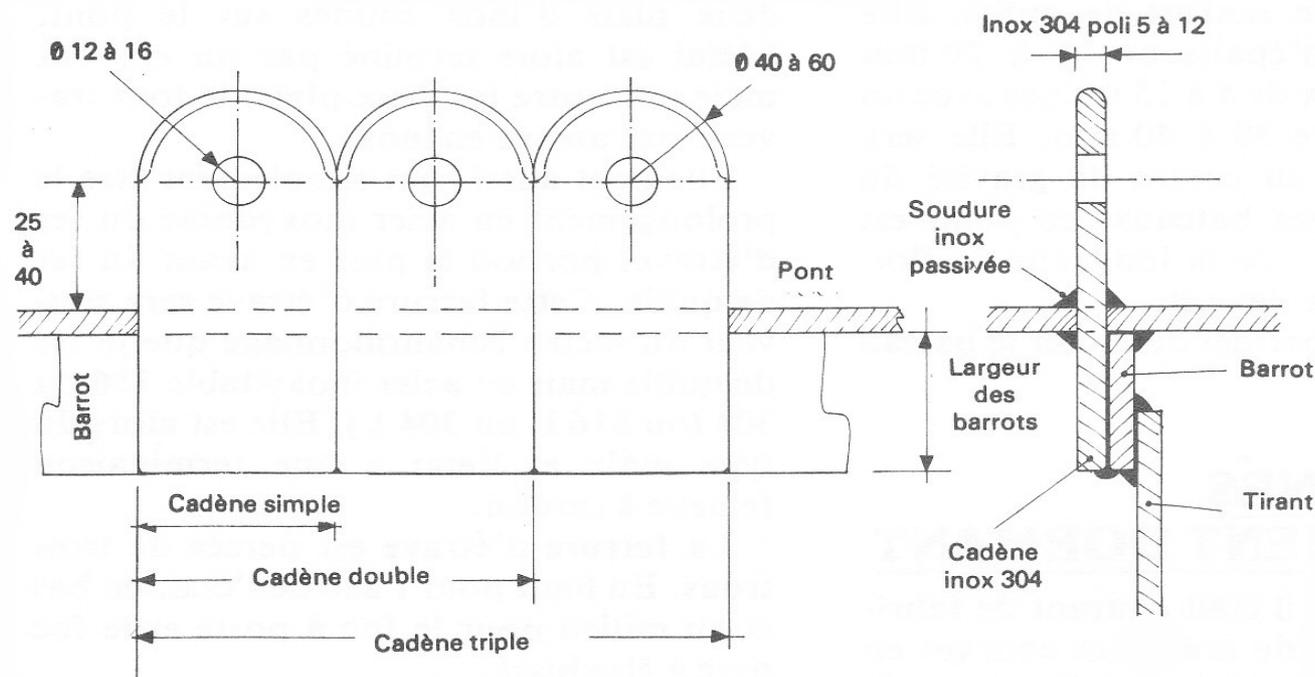
LES ÉVENTS

Les réservoirs doivent être munis d'une mise à l'air libre pour ne pas exploser quand on les remplit. Les réservoirs d'eau peuvent avoir leur mise à air libre sous forme d'un tuyau qui monte jusqu'au pont et redescend dans la quille. Ce tuyau souple peut aussi être amené dans le cockpit au moment du remplissage.

La mise à air libre des réservoirs de fuel peut être faite par un tube d'acier galvanisé de diamètre 20 mm, piqué dans le haut d'un tuyau de vidange de cockpit. Dans ce cas, un tuyau souple monte d'abord sous le pont pour présenter un col de cygne et éviter les entrées d'eau à la gîte.

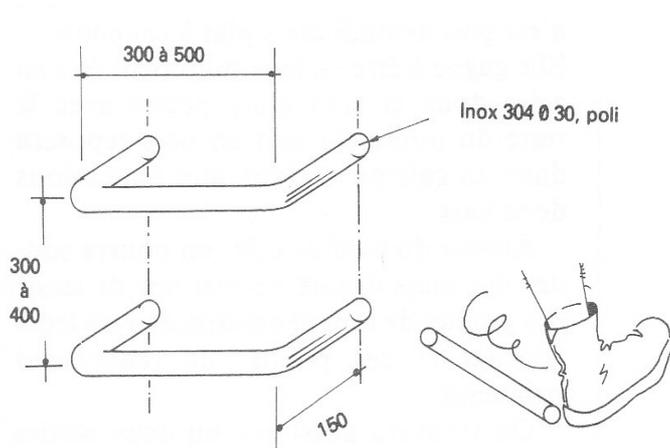
On peut aussi concevoir des coudes d'acier inox soudés au pont près de l'axe du bateau, ou montant assez haut contre un chandelier. Ces tubes coudés auront en moyenne un diamètre de 20 mm.

On fabriquera de la même façon des sorties de fils électriques près du pied de mât. Les tubes coudés seront alors en acier inoxydable de diamètre 30 mm.

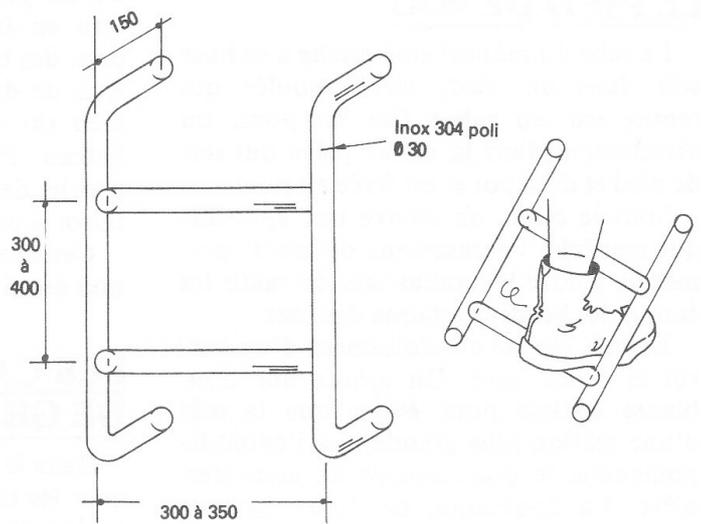


Croquis D 130 : Cadènes inox.

Les cotes données pour les cadènes et autres équipements, le sont à titre indicatif. En général elles conviennent aux Chatam sur mes plans. Pour votre propre bateau voyez vos plans.



Croquis D 132 : Je ne conseille pas ce type d'échelons qui n'empêchent pas le pied de glisser sur le côté.



Croquis D 131 : Ce modèle d'échelons est le plus sûr car il retient le pied à la gîte.



Chatam 40 Boulal

LE PIED DE MAT

Le tube du mât est emmanché à sa base soit dans un pied, pièce moulée qui repose sur un sabot fixé au pont, ou directement dans la même pièce qui sert de pied et de sabot et est fixée au pont.

Sous le pont, on trouve une épontille qui empêche l'écrasement du pont, permet de tendre le haubanage, de raidir les étais et les bords d'attaque des focs.

Le mât repose au croisement d'un barrot et d'une lisse. On ajoute une doublante épaisse pour éviter que le mât d'une section plus grande que l'épontille poinçonne le pont autour de cette dernière. La doublante, de dimensions en rapport avec la section du pied de mât, aura une épaisseur de 6 à 12 pour des bateaux de 8 à 14 mètres. Elle est soudée en continu sur le pont qui, de ce fait, n'est plus arrondi mais plat à cet endroit. Elle gagne à être en inox mais peut être en acier doux et sera alors peinte avec le reste du pont. Un mât en bois reposera dans un caisson en inox aux dimensions de sa base.

Autour du pied de mât, on pourra souder des plats d'inox permettant de saisir des poulies de renvoi des drisses vers leurs winches et des poulies de renvoi des balancins.

On trouvera aussi une ou deux sorties de fils électriques d'un diamètre approprié aux diamètres et au nombre des fils menés vers le mât et fabriquées comme indiqué dans le chapitre sur les événements. Les fils sont raccordés par des dés au reste du câblage sous le pont. Lorsqu'on démâte, on dévisse les dés et on sort les fils des crosses en tube d'inox. Moyen étanche, efficace et très commode.

On gagne à opter pour un pied de mât du commerce en une ou deux parties. Il suffit de renforcer le pont et d'y boulonner la partie fixe du pied de mât sans autre difficulté.

UNE CADÈNE DE GRUTAGE

Les cadènes de haubanage sont largement plus que suffisantes pour permettre le grutage du bateau même en charge qu'on peut alors lever par les cadènes de galhaubans et de pataras. Si on le veut, on peut souder contre le pavois ou sur le côté du pont, quatre cadènes en inox de 6 à 10 mm pour des bateaux de 8 à 14 mètres.

Elles sont percées d'un trou de grand diamètre pour passer le manillon des manilles en galva utilisées par les grutiers, soit 20 à 35 mm. Ces quatre cadènes seront réparties à 35 et 65 % de la flottaison, partant de l'arrière ou de l'avant, au choix !

On peut aussi prévoir une cadène unique permettant le levage du bateau. Cette cadène, ou ces cadènes, si on pense devoir tâtonner, sera soudée au fer de quille con-

tre ou près d'un renfort de quille. Elle sera en inox, d'épaisseur 12 à 20 mm pour des bateaux de 4 à 15 tonnes avec un trou de diamètre 30 à 40 mm. Elle sera bien sûr située au centre de gravité du bateau. Pour mes bateaux, ce point est proche des 55 % de la longueur de flottaison à partir de l'avant.

Cette cadène permet de gruter le bateau non démâté.

LES CADÈNES DE GRÈEMENT DORMANT

Dans le passé, il était courant de fabriquer les cadènes de grément courant en acier ordinaire (doux) bagué d'un bout de tube d'acier inoxydable. Les mouvements du ridoir sont tels que le haut de la cadène sera vite mis à nu et rouillera. Mieux vaut fabriquer les cadènes en acier inoxydable 304 ou 316.

Elles seront soudées à travers le pont à un barrot et l'effort sera repris sur la membrure par un fer du même échantillonnage que le barrot, un « Tirant ». La cadène inox sera soudée à la baguette inox, passivée, polie ou peinte.

Afin d'éviter la torsion des ridoirs, les cadènes seront soit alignées sur la ligne concrétisée par les haubans qui y seront ancrés, soit pliées selon cette direction.

Maintenant, la plupart des ridoirs sont conçus avec un cardan inclus, et des côtés de largeur et de profondeur de chape compatibles avec des cadènes en aluminium. Si bien que ceux qui fabriquent un bateau en acier auront peu de soucis à se faire avec leurs cadènes en inox moins épaisses et moins hautes qu'en alliage léger.

Pour des bateaux de 8 mètres, la cadène simple de galhaubans pourra mesurer 5 mm d'épaisseur sur 40 mm de large. Le trou de passage d'axe aura 12 mm de diamètre.

Pour des bateaux de 14 mètres, on trouvera une épaisseur de 10 mm, une largeur de 60 mm et un diamètre de passage d'axe de 16 mm.

L'architecte devra coter toutes les dimensions permettant de fabriquer et positionner les cadènes. Pour ma part, je standardise énormément les cadènes et souvent sur un bateau on ne fabriquera qu'un seul type de cadène pour tous les haubans, les cadènes étant ainsi tirées dans du plat d'inox, de ce fait très économique.

Le dessus de la cadène devra être arrondi dans le sens de l'épaisseur et de la largeur pour permettre au ridoir de basculer sans se tordre, lors des démâtages par exemple.

LA FERRURE D'ÉTRAVE

Les cadènes sont à peu près toutes du type mâle et les ridoirs se terminent en bas par un U renversé, donc de type femelle, formant cardan.

La ferrure d'étrave peut être faite de

deux plats d'inox soudés sur le pont. L'étrave est alors terminée par un embout mâle pris entre les deux plats, le tout traversé par un axe en inox.

Elle peut aussi tout simplement être le prolongement en acier inoxydable du fer d'étrave, portion la plus en avant du fer de quille. Cette ferrure d'étrave sera souvenue du même échantillonnage que le fer de quille mais en acier inoxydable 316 ou 304 (ou 316 L ou 304 L). Elle est alors du type mâle et l'étrave a une terminaison femelle à cardan.

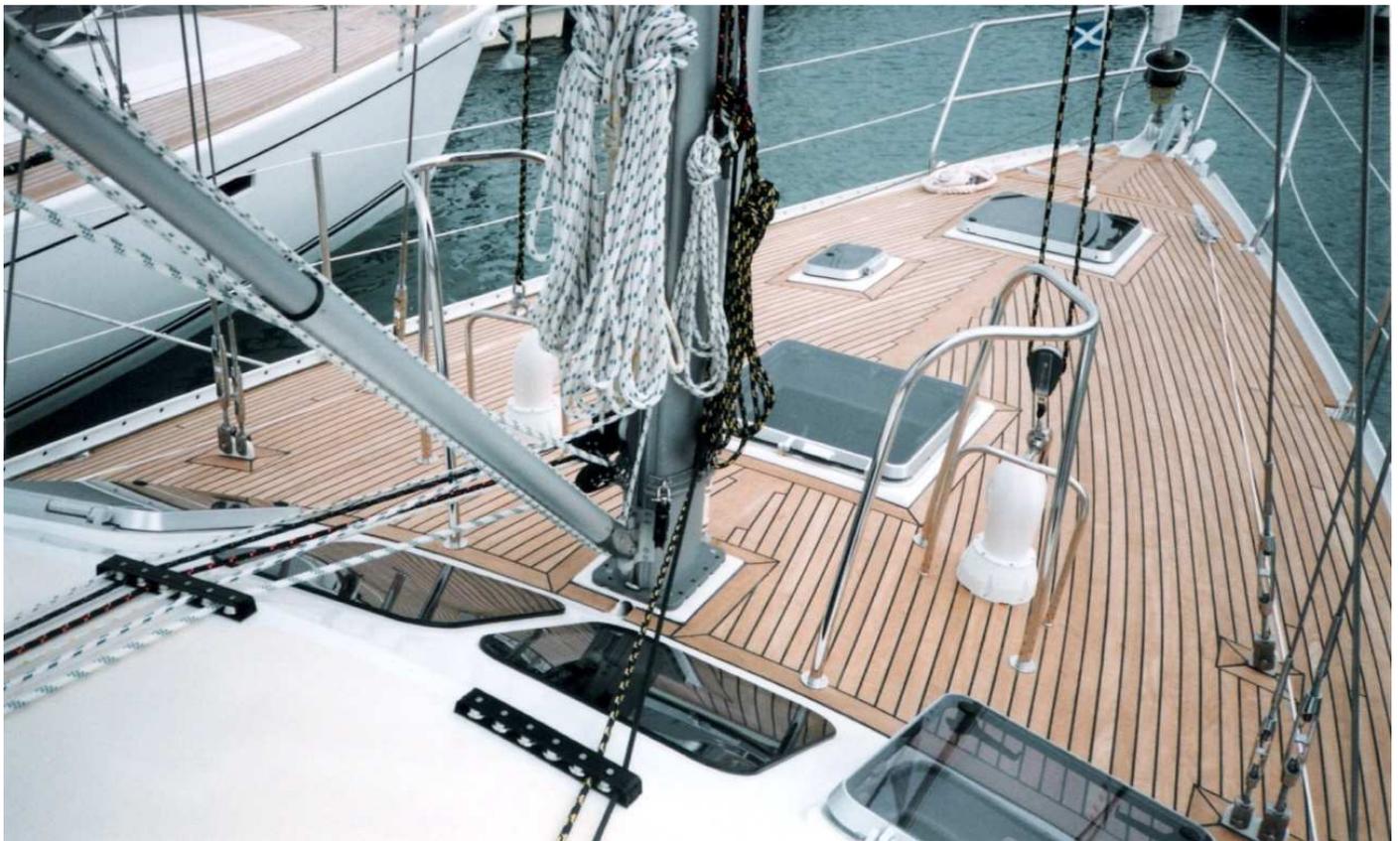
La ferrure d'étrave est percée de trois trous. En haut pour l'axe de l'étrave, en bas et au milieu pour le foc à poste et le foc paré à être hissé.

Ainsi conçus, la ferrure d'étrave et les daviers, décrits dans un précédent chapitre, sont indépendants dans leur fabrication et leur utilisation, ce qui est la meilleure réserve de sécurité possible. Sur mes bateaux, on trouve des ferrures d'étrave de 60 x 6 et 80 x 6 pour des unités de moins de 10 mètres et 80 x 10 pour l'île Disko de 12 mètres dont le fer de quille est de 80 x 8 « seulement ». (Photos D 48 à D 52. Croquis D 120 à D 132).

28



Chatam 47 DI à salon de pont



Atlantis 430



Chatam 40 Tir Na Nog
DI à salon de pont



Chatam 47 alu à salon de pont



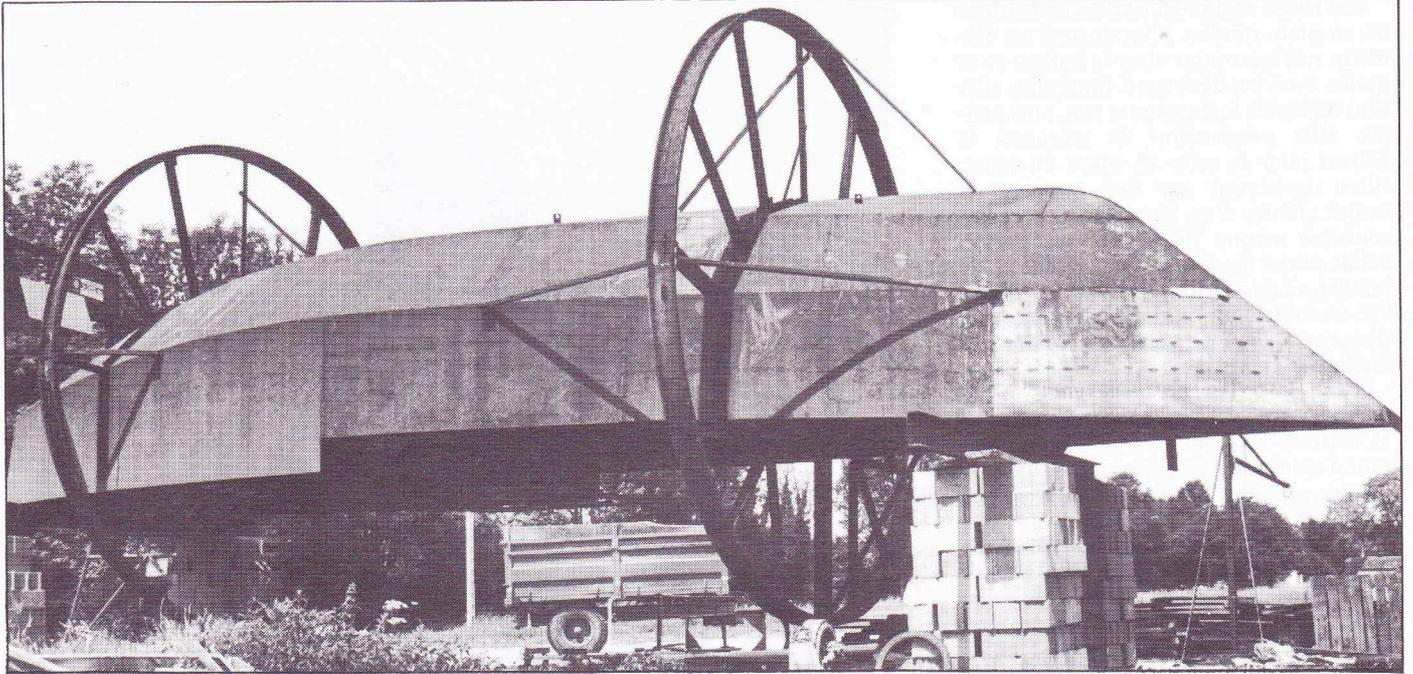


Photo D 7 : Mise en place des vireurs.

roues peuvent faire gagner des heures de travail, libèrent de la contrainte de mettre en place un matériel de retournement à une date précise, permettent de lever le bateau, de gruter la quille et les tôles. Elles sont un gain de temps et améliorent les qualités de la soudure. C'est surtout cet avantage qui semble décisif.

Pour l'amateur qui ne fait qu'un bateau, ces roues rendraient les mêmes services et laisseraient espérer des soudures plus belles et de bonne qualité. Mais amortir le coût et le temps passé sur une seule unité n'est pas gagné d'avance. Cela reste une question d'initiative personnelle. Un amateur sur un terrain communautaire peut s'entendre avec d'autres personnes pour fabriquer et utiliser un jeu de roues en commun.



Photo D 9 : Les roues-vireurs sont devenues un outil presque indispensable pour l'amateur et l'artisan, pour l'acier comme pour l'aluminium, depuis le soudage jusqu'au sablage.

Photo D 8 : La construction artisanale permet des adaptations personnelles comme l'étrave et l'arrière de ce voilier au chantier Cavois.



Quille et eventuel réservoir en quille

Une jupe ne dépassant pas 1 mètre n'aura guère besoin du renfort des lisses. Vous pouvez la renforcer par un gousset à chaque angle de brisure, vers l'extérieur. Le tableau sera en tôle de 3 ; les goussets en 4 ou 5.

Il faudra, si le gouvernail est sur le tableau, découper les panneaux de fond pour lui dégager un débattement de 70 à 80° maximum bord sur bord. Puis il conviendra d'encadrer les tôles du bordé d'un rond d'inox de 10 à 12 mm de diamètre pour éviter que les frottements et chocs nombreux que ne manqueront pas de se produire ne fassent vite rouiller l'arrière du bateau !

Le tableau arrière achève le bordage de la coque. Dans la chronologie de construction, il faudra tenir compte de la quille, et je vous invite maintenant à vous reporter à son chapitre explicatif. (Photo D 29. Croquis D 72 à D 74).

17

LA QUILLE

J'ai choisi de décrire tout le bordage du bateau sans parler de la construction de la quille, puisque, de toute façon, qu'elle soit bâtie au sol ou sur la structure, la quille précède le bordage des tôles de la coque mais ne le gêne en rien. On se réfère aux côtés de la quille comme au profil de fer de quille pour découper les tôles du panneau de fond.

CONSTRUCTION IN-SITU

Grande ou petite, longue ou semi-longue, la quille peut être bâtie directement sur la structure de la coque, « IN-SITU ». Il aura simplement fallu attendre la pose du fer de quille et des lisses ! Imaginez en effet que la quille ait déjà été bâtie sur la structure, et qu'un couple se révèle faux ! !

Après mise en place des lisses et vérification de la structure de coque, la quille peut être construite à l'envers directement sur la structure.

L'avantage est de ne pas nécessiter un portique très solide et un palan très puissant qui devraient être mis en œuvre pour lever une quille bâtie au sol comme je le décris plus loin.

L'inconvénient est une position un peu acrobatique et pas très commode pour travailler.

Les renforts de quille sont pointés sur les membrures, encastrés sur le fer de quille sauf sur la longueur des réservoirs, dont l'accès sera plus aisé si le fer de quille a été coupé en arrière et en avant des renforts qui les limitent. Les renforts sont alignés à la corde à piano.

Le tube d'attaque de la quille est mis en

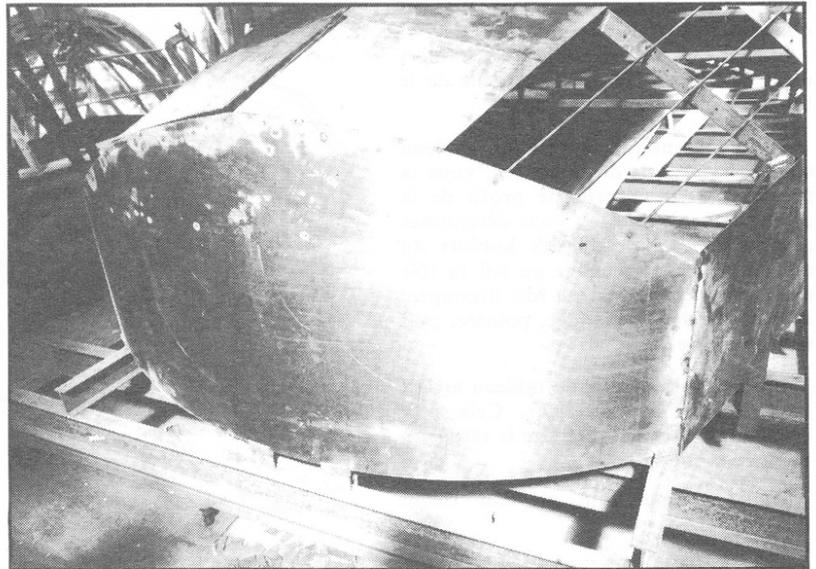


Photo D 29 : Tableau arrière dans un chantier professionnel mis en place avant le bordage. Il a été découpé sur gabarit et roulé.

place. Puis la semelle est posée sur les renforts et le tube d'attaque. Cette semelle sera en général épaisse à cause des chocs qu'elle peut avoir à subir. Mais il ne faut pas exagérer cette épaisseur. Certes, la densité de l'acier est plus que correcte pour constituer le lest. Mais il sera difficile de couper l'avant de cette semelle en pente suivant l'alignement du tube d'attaque. Si la semelle dépasse 15 à 20 mm, elle présentera une sorte de rostre inefficace, voire dangereux, car en cas d'échouage, il stoppera le bateau très brutalement, projetant les personnes du bord avec une violence difficile à imaginer. Gare à celui qui sera expédié dans le haubannage !

Et ce lest très allongé d'avant en arrière fera tanguer le bateau d'une façon très inconfortable !

La semelle est pointée et chenillée aux renforts qui ne constituent pas l'avant et l'arrière du réservoir. Elle est soudée étanche aux renforts qui délimitent le réservoir. Le bordage du premier côté de la quille est aisé. On soude par la face opposée. Soudures verticales continues le long des renforts qui limitent le réservoir ; chenillage des autres renforts. Bien entendu, la tôle est soudée étanche le long du tube d'attaque.

Border l'autre côté est plus difficile. S'il n'y a pas de réservoir en quille, ou si le réservoir est rapporté et n'utilise pas les côtés de la quille, rien ne s'oppose à ce que la seconde face de la quille soit chenillée par soudures en bouchon.

Mais s'il y a un réservoir intégré à la quille, il faut souder étanche le second côté aux renforts qui limitent le réservoir. Il sera plus commode de couper ce second côté en deux bandes horizontales qui en général ne mesureront pas plus de 40 à 50 cm de large, dimension qui permet de souder aisément et de voir le travail qu'on exécute.

Ce sont ces soudures qui font la différence et peuvent faire préférer la construction de la quille au sol.

Les bordés de quille doivent impérativement pénétrer dans le bateau. **Ce sont donc les tôles de la coque qui sont soudées sur les tôles de quille, avec reprise par l'intérieur** : soudures en angle intérieur.

Les bordés de quille sont découpés pour être encastrés sur les membrures. Les renforts sont soudés sur les membrures, les varangues et le fer de quille. Les varangues n'étant mises en place qu'après le retournement, c'est donc sur les membrures que les renforts de quille sont d'abord soudés. Le tube d'attaque de la quille est coupé verticalement pour faciliter sa mise en place, et fendu pour son encastrement sur le fer de quille. Je déconseille de le fermer en haut et de le remplir de ciment ou pire encore de mousse de polyuréthane qui « reprendrait » de l'eau de la mer. On peut éventuellement le remplir partiellement de résine à l'eau, type Torolite ou autre.

Les bordés de quille peuvent monter le plus haut possible vers les cornières qui portent les planchers au niveau du réservoir de façon à en accroître le volume. Une fois la quille bâtie, on borde les tôles de fond de la coque.

CONSTRUCTION AU SOL

On peut donc bâtir la quille sur la structure avant de border la coque. Cette dernière solution a ma préférence.

On peut aussi combiner le retournement, le sablage et la pose de la quille pour évacuer le sable du sablage intérieur par le trou du bordé de fond. On y logera la quille après avoir sablé et évacué le sable, bateau remis à l'endroit et suspendu au-dessus du sol.

En moyenne, une quille en acier d'un bateau de 8 à 9 m pèsera 250 kg ; une quille de taille moyenne d'un bateau de 10 à 12 mètres pèsera de 500 à 700 kg.

La gruter n'est donc pas une tâche surhumaine !

Pour bâtir la quille au sol, on fixe en terre un IPN bien droit, bien horizontalement, un peu plus long que la semelle de quille.

La semelle est pointée sur cet IPN de 120 à 140.

Sur cette semelle, on positionne les renforts verticaux et le tube d'attaque avec les mêmes remarques que précédemment au sujet des renforts soudés ou chenillés selon qu'ils limitent le réservoir ou non. On borde facilement le premier côté.

Le second côté est posé en deux bandes horizontales, comme dit tout à l'heure.

REPORT DES COTES DE QUILLE

Les renforts de quille sont verticaux. Mais en général, on dessine la quille en utilisant ses lignes d'eau horizontales. Il faut donc opérer une sorte de rabattement de plan, très aisé d'ailleurs, qu'un simple dessin suffit à expliquer. Cette fois, il n'y a pas d'espace de réglage entre les renforts et les bordés de quille. Les cotes de traçage sont « intérieur bordé ».

QUELQUES NOTES

- Une quille dont les renforts sont rectangulaires dans toute la partie arrière sera plus facile à border.
- La partie avant présente un vrillage des tôles. Comme les tôles sont assez épaisses (3 à 6 mm en moyenne), il peut

Croquis D 77 : Quille construite au sol.

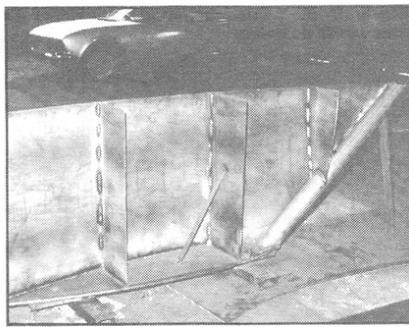
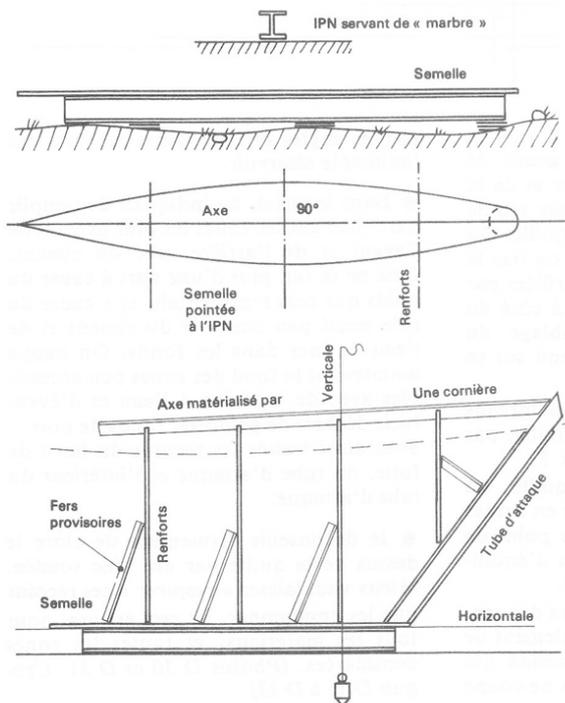


Photo D 30 : Fabrication de la quille. Les renforts sont chenillés car il n'est pas prévu d'y faire un réservoir (photo Portier).

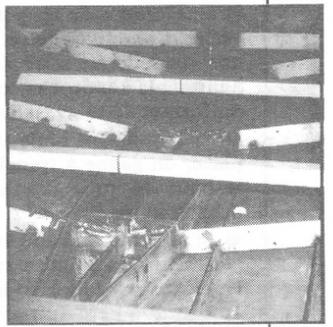
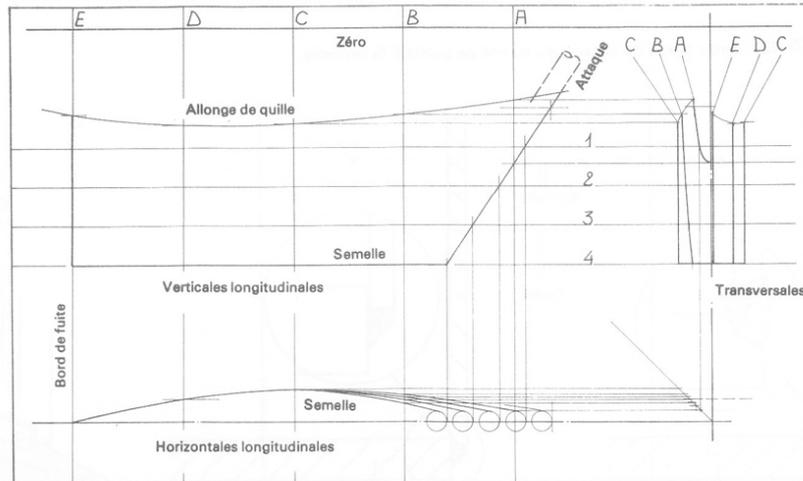
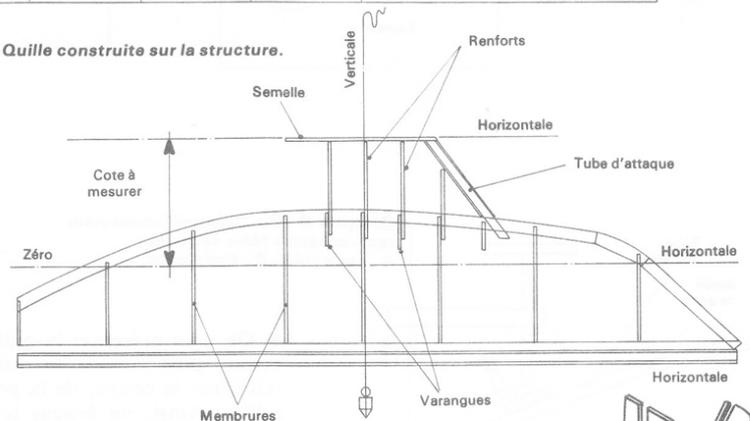


Photo D 31 : Varangues et entrée de la quille dans la coque.

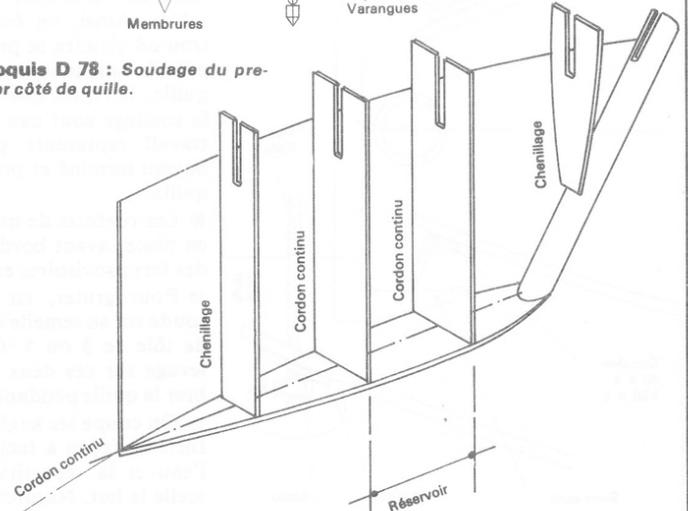
Croquis D 75 : Tracé de la vue utile pour la construction de la quille (transversales) et du profil de la semelle à partir des vues du plan. On devine ici l'intérêt d'une quille à profil constant plutôt qu'un profil « Naca ».



Croquis D 76 : Quille construite sur la structure.



Croquis D 78 : Soudage du premier côté de quille.

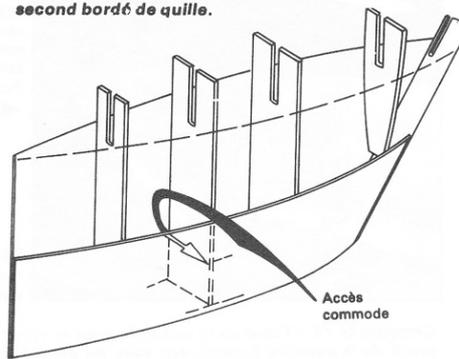


être nécessaire de les percer et de les traverser d'une tige filetée. Un boulon avec une rondelle est serré de chaque côté et l'ensemble rapproche les deux tôles des renforts et du tube d'attaque.

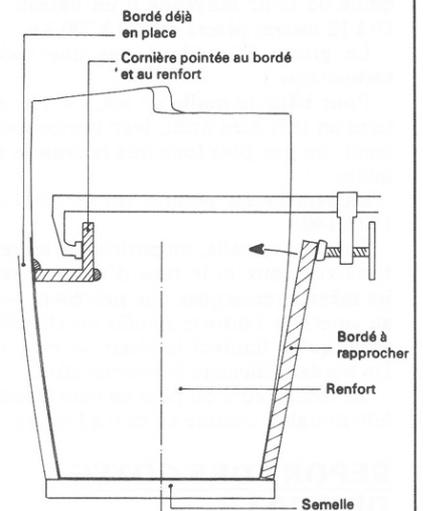
● Si la quille est bâtie au sol et grutée en place, on gagne à trancher verticalement le haut du tube d'attaque qui pénètre dans la coque.

● Si la quille est bâtie au sol, mieux vaut la sabler et la peindre avant de la mettre en place. Les zones brûlées sont bien peu de choses à côté du travail de sablage de la quille, fait après le retournement du bateau !

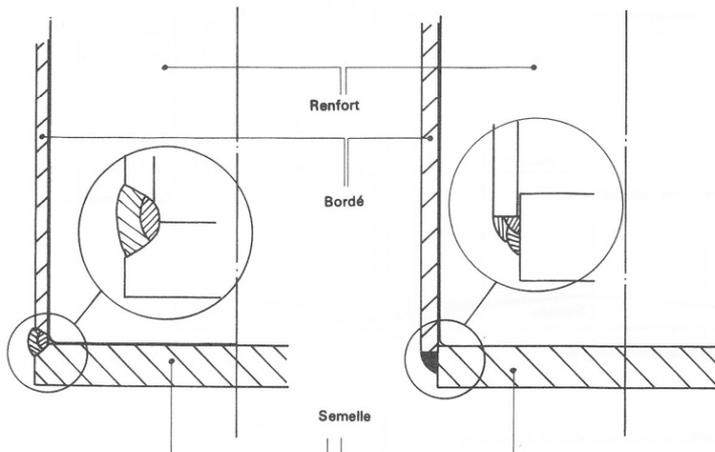
Croquis D 79 : Soudage en deux bandes du second bordé de quille.



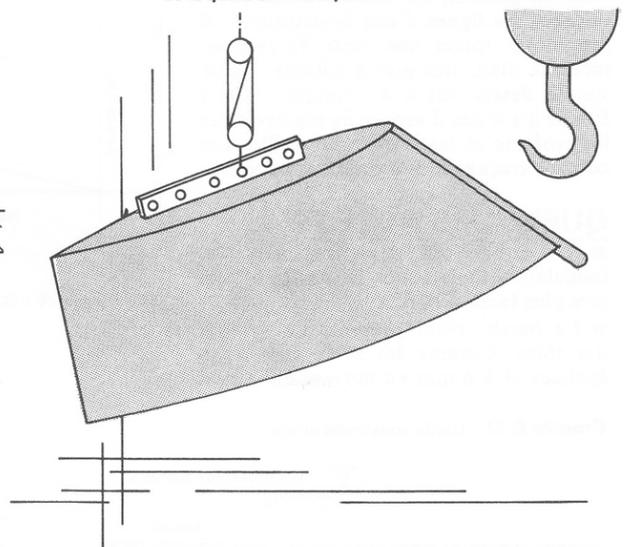
Croquis D 81 : Méthode pour serrer un bordé en place.



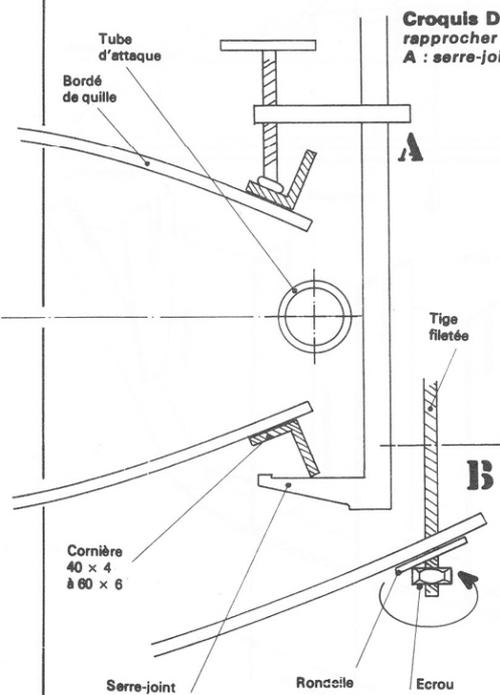
Croquis D 82 : Deux types de liaison du bordé de quille à la semelle.



Croquis D 83 : Fer perforé facilitant le grutage de la quille sur la coque.



Croquis D 80 : Deux méthodes pour rapprocher les tôles de quille.
A : serre-joint. B : tige filetée.



● On peut présenter la quille, border la coque, puis enlever la quille avant de retourner la coque, de la ponter et de la sabler. Ainsi, on évacue le sable par le trou où viendra se présenter la quille. On peint le bateau et la quille, puis on fixe la quille. Je répète que les zones brûlées par le soudage sont peu de choses à côté du travail représenté par un sablage du bateau terminé et posé à l'endroit sur sa quille.

● Les renforts de quilles sont maintenus en place, avant bordage de la quille, par des fers provisoires en L de 30 x 3.

● Pour gruter, en place la quille, on soude sur sa semelle deux pattes en chutes de tôle de 3 ou 5. On règle le point de levage sur ces deux pattes afin d'équilibrer la quille pendant le grutage.

● On coupe les angles inférieurs des renforts de façon à faciliter l'écoulement de l'eau et la répartition de la résine qui scelle le lest. Naturellement, on ne coupe

pas les angles inférieurs des renforts qui limitent le réservoir.

● Dans le passé, on indiquait de remplir partiellement les zones les plus exigües de l'avant et de l'arrière avec du ciment. Cela ne se fait plus d'une part à cause du poids que cela représentait, et à cause du rôle nocif peu contrôlé du ciment et de l'eau de mer dans les fonds. On n'apporte maintenant le fond des zones peu accessibles avec de la résine à l'eau et d'éventuels déchets de peinture, fonds de pots... Sont ainsi traités les recoins du bord de fuite, du tube d'attaque et l'intérieur du tube d'attaque.

● Je déconseille fermement de clore le dessus de la quille par une tôle soudée. Mieux vaut laisser « respirer » ces recoins que les condamner. Et ceci est vrai pour tous les matériaux, et toutes les zones considérées. (Photos D 30 et D 31. Croquis D 75 à D 83).

Je déconseille la réalisation d'un réservoir de fuel dans la quille : les émanations provenant d'une fuite peuvent causer des malaises sérieux. C'est avéré ! Par contre un réservoir d'eau en quille est tout à fait logique et bien placé.

18

RESERVOIR EN QUILLE

Pourquoi ne pas utiliser en effet le volume de la quille pour y loger de l'eau ou du fuel ?

SITUATION

La quille de votre bateau en acier peut présenter un volume accessible. Si elle a des renforts verticaux surtout. Le fer de quille sera interrompu au renfort immédiatement en arrière du pied de mât et repart du renfort qui précède le bord de fuite de la quille. Si la quille est à génératrice inclinée et renforts inclinés, il n'est pas certain qu'on puisse souder étanches les renforts qui pourraient limiter un réservoir. C'est souvent le cas de bateaux de tailles modérées (8 à 10 mètres) créés avec un souci de performance. Là, il ne sera peut-être pas souhaitable de réaliser un réservoir à même la quille, car il pourra y avoir des fuites. Fuite d'eau ou de fuel hors du réservoir mais aussi pénétration d'eau sale dans le réservoir aussi néfaste pour l'eau potable que pour le fuel et le moteur.

La Marine Marchande impose à juste titre un compartiment neutre entre le réservoir d'eau et le réservoir de fuel si tous deux sont bâtis à même la quille. C'est-à-dire que ces deux réservoirs doivent être séparés par plus d'un renfort soudé étanche. On y fera souvent un puisard ou un bac par de la chaîne supplémentaire.

CONSTRUCTION

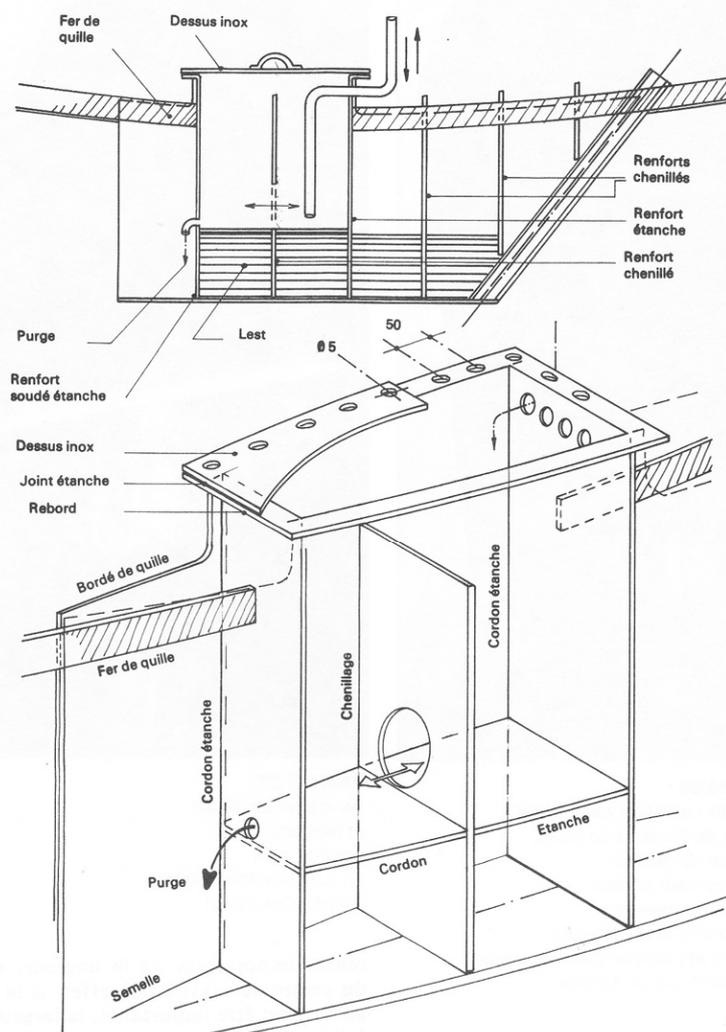
Il s'agit donc bien ici d'un réservoir soudé qui utilise les bordés et les renforts de quille.

Il faut d'abord traiter la quille. Qu'elle reçoive de l'eau ou du fuel, la zone utilisée en réservoir doit être dérouillée, zinguée et peinte. Peinture « alimentaire » pour l'eau ; peinture résistant aux hydrocarbures pour le fuel. Pas de zinc en contact avec le fuel !

Puis il faut déposer le poids de lest qui se trouve sous le réservoir. Si c'est l'ensemble du lest qui se trouve sous le réservoir, il n'en faut déposer, à terre, que les 4/5^e. Le reste sera déposé ensuite, bateau en charge, à flot, pour l'équilibrer parfaitement. Selon un procédé exposé au chapitre qui traite du lest et de l'équilibrage.

Il faut souder une tôle sur le lest ; elle servira de fond de réservoir. Sur l'avant ou l'arrière du réservoir, on perce le renfort et on soude un robinet en inox pour purger et laver l'intérieur du réservoir. Les eaux de rinçage sortiront par ce robinet, s'écouleront dans un puisard d'où elles seront pompées. Il faut traiter par-

Croquis D 84 : Réservoir en quille.



faitement le fond du réservoir et faire un essai de ressuage pour vérifier l'étanchéité des soudures.

Les bordés de quille montent le plus haut possible vers la face inférieure des cornières qui portent le plancher. On leur soude un rebord, en tôle de 4 mm, tourné vers l'extérieur du réservoir. Ce rebord est percé et recevra le boulonnage du couvercle, simple tôle plate de 4 mm, si possible en inox 304 L.

On soude sur un des côtés du réservoir les pipes d'arrivée et de départ. Ce seront des tubes d'inox destinés à recevoir des portions souples raccordées avec des colliers à vis, en inox, du type Serflex.

Pour un réservoir d'eau, on détaille :

- l'arrivée de remplissage : diam. 40 mm,
- la mise à air libre (reniflard) : diam. 20 mm,
- une ou plusieurs sorties vers des appa-

reils : diam. 3/4 de pouce.

Pour un réservoir de fuel, on trouve :

- l'arrivée de remplissage : diam. 40 mm,
- la mise à air libre : 20 mm,
- l'alimentation en fuel : diam. 8 × 10 mm,
- le retour du fuel : diam. 8 × 10 mm.

Ceci est détaillé au chapitre « Réservoirs » où je parle de la fabrication des réservoirs rapportés, c'est-à-dire construits à part et boulonnés soit dans la quille, soit ailleurs dans le bateau.

L'important est l'étanchéité des soudures et l'absence de rouille sous le réservoir dans le caisson contenant le lest.

Important aussi que le fuel ne soit pas en contact avec le zinc qui doit être recouvert d'une peinture compatible avec les hydrocarbures. (Croquis D 84 et D 85).

21

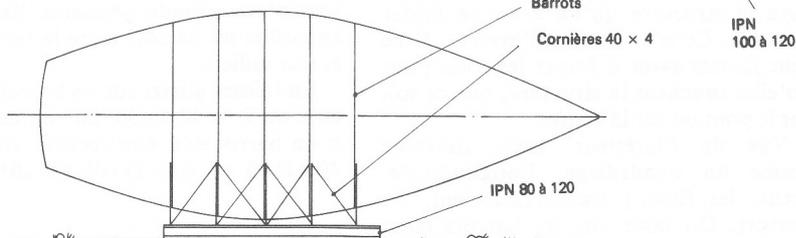
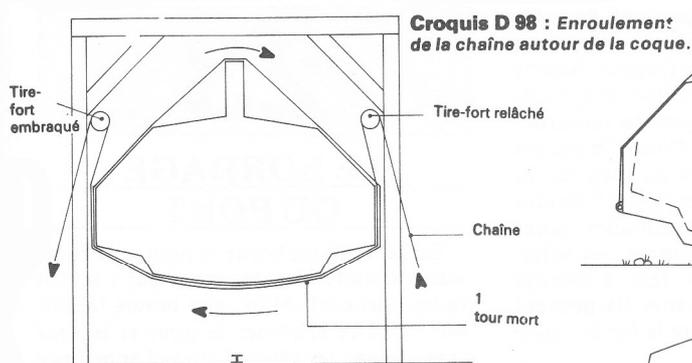
LE RETOURNEMENT DE LA COQUE

Désormais, il ne se trouve à peu près plus personne pour penser qu'il est avantageux de construire la coque pontée « debout sur sa quille ».

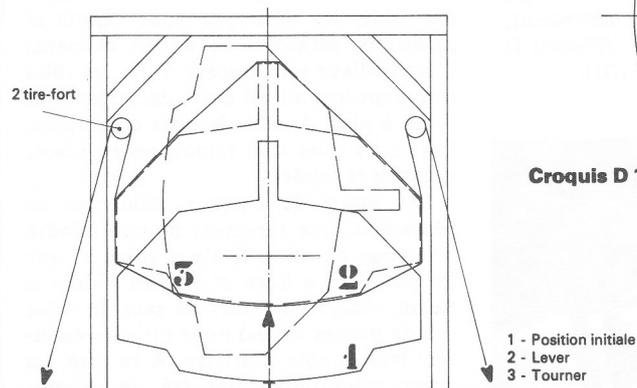
Les bateaux sont construits à l'envers. Et il semble tout à fait confirmé qu'il n'est pas très efficace de construire la coque sur le pont fait à l'envers car il y a deux fois plus de barrots à construire. La première série pour donner la forme du pont. La seconde qui sert vraiment de structure et reste dans le bateau.

Si bien que le retournement est l'opération qui termine la construction renversée de la coque dotée de sa quille, de son tableau arrière et de l'aileron de gouvernail, mais sans son pont, ni ses varan-

293



Croquis D 100 : Retournement au moyen d'une chèvre.



Croquis D 99 : Retournement dans le portique

gues, lesquelles sont placées après le retournement. La coque est donc relativement légère par rapport au bateau fini et le retournement n'est pas une opération difficile. Psychologiquement, elle est un moment important car elle marque la fin d'une étape longue et éprouvante, celle des débuts, de l'apprentissage et des tâches ingrates. Le tas de ferraille ne ressemble que peu à un bateau !

Pourvue de son pont, la coque devient voilier. La chrysalide devient papillon !

Une telle « chrysalide » de 9 à 10 mètres pèse environ 2.000 kg ; 2.700 kg pour 10 à 11 mètres ; 3.500 kg pour une douzaine de mètres ; 4.500 à 5.000 kg pour 14 mètres. On en déduit que le retournement n'est pas une opération si difficile qu'il y paraît. Il existe pour cela diverses solutions déjà maintes fois décrites dans les numéros mensuels et Hors Série de *Loisirs Nautiques*.

Je n'y reviens que pour les décrire superficiellement.

UN PORTIQUE

On peut lever la coque avec un seul portique placé au-dessus du centre de gravité de la coque. Pour les bateaux modernes, ce centre de gravité est souvent voisin du niveau de la flottaison, à 55 % de la longueur de flottaison à partir de l'avant de celle-ci. Le portique peut être en I.P.N. ou U.P.N. de 120 à 200 avec des étayages transversaux et longitudinaux de 100 ou 120. Ce portique a pu être construit pour mettre en place les tôles sur la structure. Il est bon qu'il puisse être déplacé sur des rails en H ou en U fixés au sol pour être mis là où les tôles doivent être levées et au-dessus du centre de gravité de la coque.

La largeur du portique devra être d'environ 150 % de la largeur du bateau. Par exemple, un Albion de 10,45 mètres mesure 3,60 mètres de large. La hauteur de la coque avec sa quille est voisine de 3 mètres. Un portique de 5 mètres de large conviendra.

Deux tire-fort sont fixés sur des pattes soudées aux montants verticaux ou aux entretoises soutenant la barre supérieure. L'un tirera et l'autre contrôlera le filage du mou et aidera à soutenir la charge. Pour un bateau de 10 mètres, deux tire-fort de 1.500 à 2.000 kg sont parfaits. Le câble ou la chaîne passe par le premier tire-fort, fait un tour autour de la coque et passe par le second tire-fort. On soulève d'abord le bateau avec les deux tire-fort. Puis, on embraque l'un en laissant aller le second et on fait tourner le bateau sur lui-même. On équilibre longitudinalement le bateau par des câbles ou des pneus retenant ou supportant le bateau du côté vers lequel il tend à pencher. C'est une méthode peu coûteuse et qui nécessite peu de place, car le bateau est viré sur lui-même.

DEUX PORTIQUES

Pour des bateaux de plus de 12 à 13 mètres ou des poids de coque de plus de 4 à 5 tonnes, il est préférable de disposer deux portiques au-dessus du bateau. Un à chaque tiers, un peu en arrière du premier tiers.

Chaque portique est constitué comme celui que je viens de décrire. On soulève le bateau après avoir dessoudé les points qui le rattachaient au marbre, en embraquant les quatre tire-fort à la fois. Puis, on reprend la chaîne par les deux tire-fort d'un côté en relâchant les deux autres. Le bateau est mieux porté que dans le premier exemple. Mais bien sûr, le système est plus complexe à construire. On soulève le bateau dans les deux cas pour lui permettre de tourner sur lui-même.

UNE CHEVRE

Deux I.P.N. de 120 à 160 sont soudés entre eux de façon à former un X décentré avec les deux petites branches en haut. Les deux grandes étant ancrées au sol. Ce X peut être entrecroisé pour sa solidité. Le seul but de l'X est de modifier l'angle d'un câble partant d'un tire-fort ancré au sol et allant à la coque, sur le côté opposé du bateau.

On embraque le tire-fort pour soulever le bateau. Cet effort est diminué en décollant le bateau du sol grâce à un cric hydraulique, pneumatique ou mécanique. Un tas de sable, des pneus ou des bottes de paille amortissent la retombée du bateau. Deux opérations sont nécessaires pour le placer depuis sa position à l'envers jusqu'à ce que sa quille touche le sol, puis pour le redresser verticalement sur sa quille. Avant que la quille ne touche le sol, on place sous elle un tas de pneus. On étaye le bateau au fur et à mesure qu'on ôte les pneus pour faire descendre la quille vers le sol. On peut aussi, de l'autre côté freiner la descente du bateau avec un second tire-fort.

Ce système est à peu près ce qui se fait de plus simple, mais il nécessite un espace supérieur à deux fois la largeur du bateau, ce dont on ne dispose pas toujours.

UNE GRUE

On peut aussi faire appel à un grutier. Pour éviter que la coque roule sur son maître-couple et écrase son bordé, on soude un cadre de quatre I.P.N. sur des barrots de pont. L'ensemble va reposer sur les I.P.N. parallèles à l'axe du bateau sans que le bordé touche le sol. Le câble de la grue soulève le bateau par son côté opposé. Un câble le retient par sa quille pour lui éviter de tomber au sol. La redescende au sol se fait par ce second câble filé progressivement. On repose le bateau au

sol, sur son bordé et sa quille. On saisit un câble sur chaque côté du haut du bordé de la coque et relève ainsi le bateau. En commençant cette manœuvre, on dépose au sol le cadre d'I.P.N. qui avait servi à la première phase de retournement. Cette méthode est la plus rapide. Hélas, elle est aussi la plus coûteuse, et elle nécessite deux fois la largeur du bateau plus la place de la grue !

DES PRÉCAUTIONS

● Lorsque l'on doit faire rouler la coque sur le sol, il ne faut pas oublier que le pont n'étant pas en place, le haut du bordé n'est pas renforcé. Il faut donc le protéger par des planches fixées à la coque en haut du bordé, sur trois mètres au niveau du maître-couple.

● Il faut éviter de rayer le bordé surtout s'il est en tôle pré-peinte ou encore si la coque est construite en acier inoxydable 316 L.

● Des pattes sont soudées sur les portiques pour crocher les palans tire-fort ou sur la coque pour la retourner au moyen d'une grue ou d'une chèvre. Ces pattes seront faites de morceaux de lisses en 30 x 8, de barrots en 60 x 8, ou en T de 30 ou 40. Ils seront formés approximativement en « anneaux » ou en U et soudés en place.

● Les pattes soudées sur la coque seront avantageusement soudées sur les membrures ou les barrots et non pas sur les tôles de bordé. D'autres pattes peuvent être soudées sur la quille pour le grutage de celle-ci ou le retournement de la coque. Elles sont soudées sur la semelle plutôt que sur les côtés de la quille.

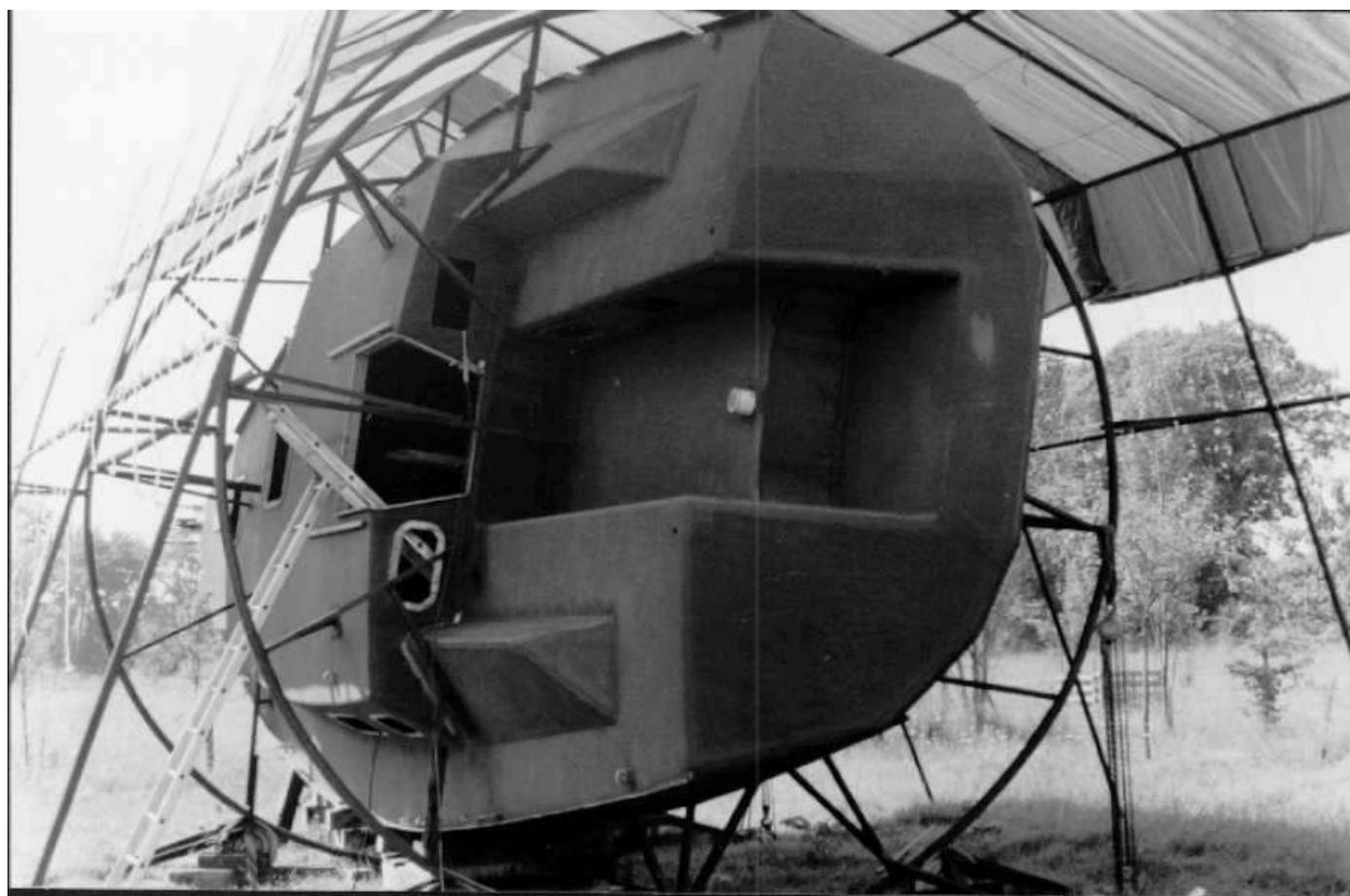
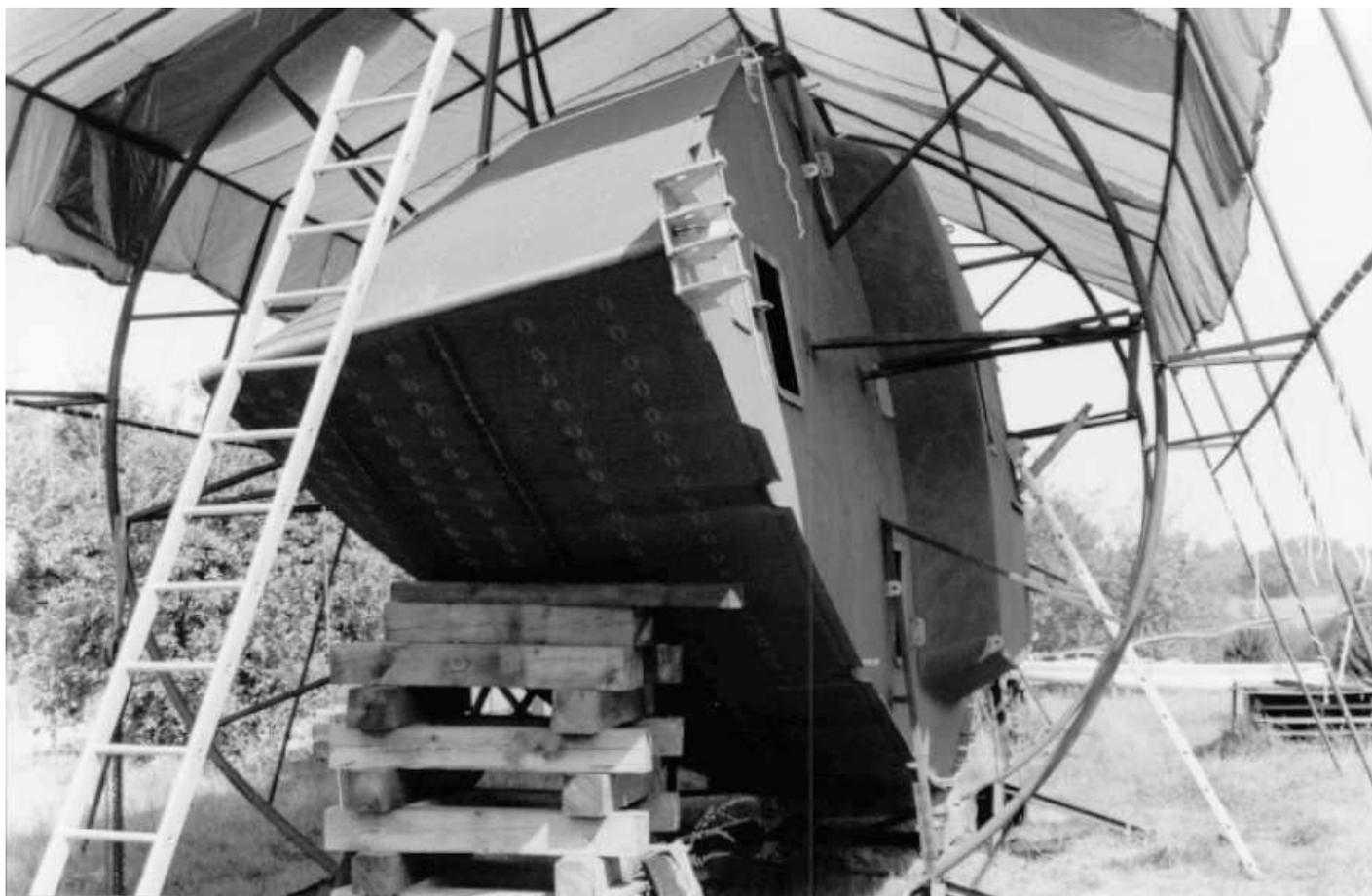
● Dans le cas d'utilisation de portiques, on évite le glissement de la chaîne formant un tour mort autour de la coque en soudant une butée de part et d'autre de la chaîne. La coque sera, dans ces cas, protégée des frottements de la chaîne soit par des planches soit par des matelas, du tissu ou des pneus. Très peu d'accidents ont été signalés lors de retournements. Un Flot 18 était tombé au sol en 1975. Résultat, quelques bosses, suite à une rupture de câble. Une goélette s'était crevée sur un plot en béton après rupture d'un étai de bois destiné à la maintenir debout. Un Lex était tombé lors d'un grutage. Sa quille frappant le sol d'une hauteur de 4 mètres, y avait fait un trou de 30 cm. Rien du côté du bateau ! C'est solide l'acier !

Revoyez aussi le chapitre sur les roues vireuses qui permettent d'effectuer en peu de temps le retournement du bateau.

Un moment crucial mais pas d'une grosse difficulté technique si le retournement est effectué avec prudence. Gare à vos pieds ! (Photos D 34 à D 38. Croquis D 98 à D 100).







Ces roues seront fabriquées en profilés ou en plats soudés. Elles auront un diamètre suffisant pour virer le bateau et sa quille. Pour un dériveur à fond plat, elles sont déjà plus intéressantes car, plus petites, elles permettront de retourner le bateau pour la mise en place du puits. Elles reposeront sur des roulettes et seront munies d'un blocage efficace. Les roulettes seront fixées sur un châssis solide ancré au sol, et ne risquant ni de bouger, ni de s'enfoncer. On peut reprendre ce châssis sur le marbre de construction, qu'il soit à IPN central, ou plus élaboré pour un artisan.

Sauf pour l'amateur solitaire fabriquant un quillard de grande taille (plus de 11 mètres), moi, je suis plutôt pour. Surtout à cause de l'amélioration de la qualité des soudures pour un soudeur de peu de métier.

Un chantier professionnel ayant un pont roulant et travaillant sur gabarit n'aura évidemment pas besoin de telles roues. Meta en est équipé depuis fort longtemps. C'est un des premiers chantiers navals français qu'on a pu voir ainsi équipé. (Photos D 7 à D 10. Croquis D 18 et D 19).

9

LE TRACE EN VRAIE GRANDEUR

Je vous l'ai déjà dit plus haut, un architecte qui commercialise des plans vous doit les cotes de construction et pas seulement les cotes de traçage.

La différence est simple. Je vous la rappelle en deux mots.

Pour dessiner un bateau, on dispose de diverses vues en élévation, en plan, transversale, diagonale. On trace le bateau sur

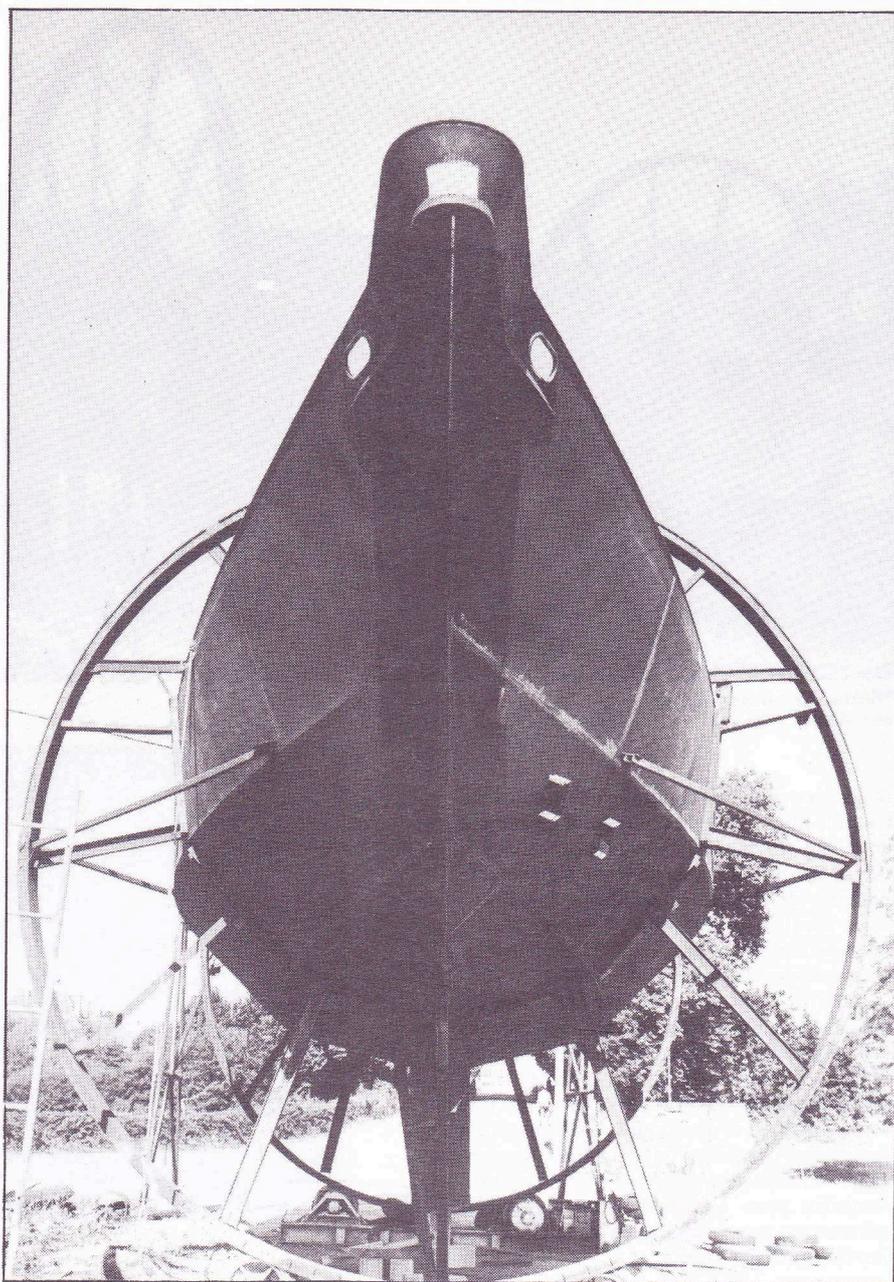
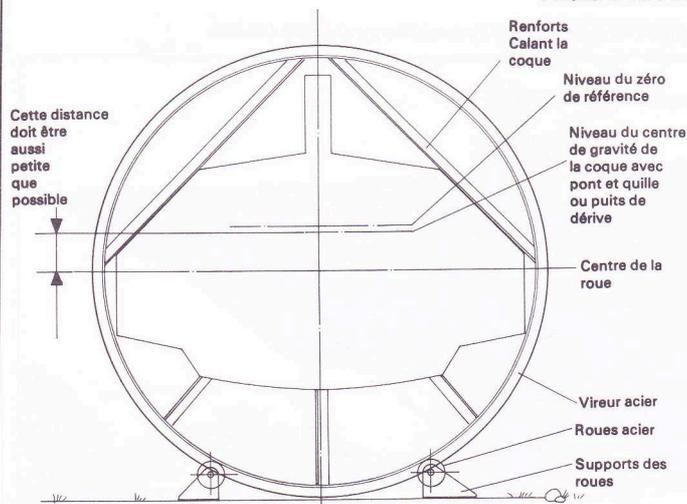
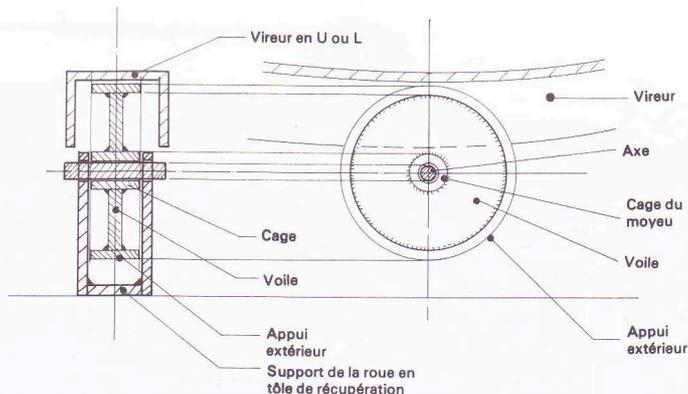


Photo D 10 : Détail des vireurs.



Croquis D 18 : Vue générale d'un vireur. Il en faut deux par bateau.



Croquis D 19 : Roue de vireur, en acier, de fabrication artisanale, détail.

Chapitre 20

Sur quelques points le HS n°16 « avoue son âge. Ce chapitre des safrans en est un.

Lorsque j'écrivais ce Hors Série, j'avais conçu le bisafran depuis trop peu d'années (1977 avec Spanielek) pour avoir la certitude qu'il allait être un choix parfait pour les bateaux de voyage. Je ne jurais que par le « safran semi-suspendu » c'est-à-dire précédé d'un fort aileron.

Lors d'une conversation à laquelle assistait Maurice Duflos, Philippe Halé nous dit que nous avons tort. Un monosafran précédé d'un aileron est inutilisable lorsqu'un choc tord l'aileron, tandis qu'un safran suspendu demeure souvent fonctionnel, fusse partiellement.

Continuant la conversation, nous étions tombés d'accord sur le fait que, munis de deux safrans suspendus, nos (futurs) bisafrans de voyage ne risquaient guère de se trouver sans gouverne : à supposer qu'un safran soit faussé, il suffisait de le découpler... et de poursuivre sur le second safran !

En riant Philippe ajouta « Tu me laisses les bidérides et je te laisse les bisafrans... ! »

Ainsi dit, ainsi fait !

Dans ce chapitre du HS n°16, c'est le monosafran semi suspendu qui est le plus largement décrit.

Depuis 1977, la démonstration des qualités multiples des bisafrans est amplement faite !

Surtout pour les Dériveurs Intégraux de Voyage !

Une précision : s'il est logique d'écartier le plus possible les deux safrans (relevables) des monocoques de course et de les incliner, ça ne l'est pas du tout pour les voiliers de grande croisière, et encore moins pour les voiliers de Voyage ! Au moteur en marche arrière un « bisafran-écarté-incliné » manœuvre très mal ! Nous l'avons constaté très tôt, et aussitôt trouvé la parade : deux safrans parallèles espacés d'environ 90cm.

Maintenant si ça vous amuse d'en mettre trois... ou quatre... C'est le début d'une intéressante collection, non ?



GENERALITES SUR LA FABRICATION DE « L'APPAREIL A GOUVERNER »

L'appareil à gouverner se compose d'un grand nombre de pièces qui sont dans la coque pontée d'un voilier, de celles qui réclament le plus de précision et de rigueur.

D'une extrémité à l'autre de l'appareil, on note :

- la barre franche (obligatoire)
- le carré et l'articulation de barre franche
- la mèche
- le passage de pont
- le carré usiné pour le secteur de barre à roue s'il y en a une
- le secteur de barre à roue extérieur
- le secteur de barre à roue intérieur
- les systèmes de drosses et de réas de ces deux roues
- ces roues et leurs fixations
- la jaumière soudée à la coque
- **en haut de cette jaumière :** le presse-étoupe si la jaumière débouche à l'intérieur du bateau ; une bague si la jaumière débouche directement sur le pont ou dans le cockpit
- en bas de la jaumière : une bague
- à l'extérieur du bateau : le safran soudé à la mèche
- devant ce safran, dans la majorité des cas de la flotte de grande croisière : un aileron solidement raccordé au fond de la coque.
- **Reliant le pied du safran au pied de l'aileron :** la crapaudine.

On appelle donc appareil à gouverner l'ensemble des pièces composant ce qu'on nomme usuellement « le gouvernail ». Spécifiquement, ce que l'usage commun nomme gouvernail est le « safran ».

Cet ensemble doit faire l'objet d'un grand nombre de plans généraux et de détails dans une liasse de plans destinée aux constructeurs amateurs.

Chronologiquement

En toute logique, on commence par la coque du bateau. La quille et l'aileron de gouvernail se bâtissent à part, au sol, et sont mis en place sur la structure retournée. Puis on borde les tôles. On retourne la coque dessoudée du marbre. En parallèle avec le pontage (et le désir d'être abrité !), on pose les varangues dans le fond de la coque, on règle les cornières qui complètent la structure du bas des couples et porteront les planchers. On achève aussi de reprendre les efforts de l'aileron de gouvernail par des varangues et des goussets. En bas de l'aileron est soudée la partie fixe de la crapaudine.

Une fois le pont construit, on perce :

- le pont à l'endroit où sort la mèche
- la coque là où aboutit la jaumière.

Cette opération réclame beaucoup de précision, car la mèche doit être tout à fait parallèle au bord de fuite de l'aileron de gouvernail dans le plan antéro-postérieur (si la partie fixe de la crapaudine est déjà soudée), et rigoureusement verticale. Certes, on peut dire qu'un gouvernail légèrement « gîté » n'apportera pas de gêne. Mais faute de repère de la verticale, on risque fort de ne pas bien ligner les différents niveaux et le moindre défaut dans ce lignage provoquera une torsion de la mèche. Comme vous l'imaginez, la force humaine ne peut pas torquer une mèche en inox de 30 mm de diamètre, voire 60 ! C'est donc soit le blocage de la mèche, soit l'usinage des bagues avec un fort jeu, donc un manque de précision du système. Tout jeu dans le carré de barre franche, la fixation des secteurs de barre à roue, la tension des drosses, la fixation de la crapaudine, et c'est :

- d'abord un retard à la réponse du coup de barre
- ensuite un accroissement aussi inévitable que progressif de ce jeu
- ensuite une difficulté inouïe dans le réglage du conservateur d'allure
- enfin, une amplitude sans cesse augmentée des coups de barre avec la fatigue du barreur, celle du matériel jusqu'à rupture.

Pour ligner parfaitement le système, il faudra donc positionner le bateau rigoureusement vertical en utilisant un ou plusieurs petits vérins à pompe ou crics d'automobile ou de camion. Le lignage se fera comme pour le moteur, en accouplant tous les éléments touchant à la mèche. On accouplera les deux pièces de la crapaudine, fixera la jaumière à la coque, puis au niveau du pont. Un premier pointage sera suivi par une vérification par simple rotation de l'ensemble. A la main, en prenant le bord de fuite du safran, on doit tourner très facilement l'ensemble d'un bord sur l'autre pour décrire un angle total compris entre 70° et 80°. 80° d'angle total étant un large maximum pour un bateau de croisière.

On fabrique à part les éléments touchant à la mèche et dont je viens d'indiquer les précautions à observer pour un bon alignement. **A savoir :** la mèche avec ses usinages, le carré de barre franche, l'articulation de barre, la deuxième partie de crapaudine, la jaumière avec ses bagues et son presse-étoupe s'il en faut un, le safran lui-même. On pourra donc effectuer ces travaux dans le désordre en suivant les plans, pendant l'hiver, au chaud dans un atelier.

L'alignement se fait le plus tard possible, juste avant la peinture. Il se fait comme je l'ai décrit plus haut, en commençant par accoupler le pied de la mèche. Il se termine par le haut. Et pour que ce soit parfait, je vous préconise cette astuce : au niveau du pont, il y aura une petite collerette en acier, du même diamètre que la jaumière. Sur ce tube est pointé un disque d'inox qui vient en recouvre-

ment sur le trou pratiqué dans le pont. Ce trou est d'un diamètre ample pour ne pas gêner le réglage de l'ensemble, au moment où on l'a accouplé par la jaumière et où on est en train de le ligner dans le plan vertical. Il est certain là aussi qu'une mèche verticale sera beaucoup plus facile à disposer qu'un ensemble incliné ! Peut-être est-ce un autre indice dans le choix de votre bateau si vous êtes sensible aux simplifications de construction.

Une fois l'ensemble bien ligné, la petite collerette supérieure étant pointée au disque formant doublante inox, on pointe ce disque sur pont. C'est alors que se fait la vérification. Si tout va bien on complète le pointage, puis on soude. Pour souder de l'inox sur de l'acier, on utilise des baguettes inox. Soit des baguettes 316 Mo, soit 316 Mo-Ti. Les premières sont au molybdène. Les secondes au molybdène et titane donnent un cordon plus fin, moins noir... plus cher ! On passive la pièce soudée avec de la pâte à passer. On polira les pièces inox qu'on ne désire pas peindre. Non polie, une pièce inox « rouille ». On soude un maximum d'inox sur le pont, mais un minimum sous la flottaison. A part la crapaudine, on évite toute pièce d'inox soudée à la coque sous l'eau.

Les matériaux

Suite au chapitre précédent, j'ajoute que pour une coque en acier de type courant : E 241, E 242, E 261, E 262, E 36, l'aileron de gouvernail sera de la même nuance que la coque ; la jaumière sera en acier galvanisé, de même que la collerette supérieure. La crapaudine sera en inox au molybdène pour ses deux parties et sa visserie. La mèche sera soit en inox, soit en acier doux, soit en acier comprimé, soit en acier doux ou comprimé et galvanisé. Dans l'un comme l'autre matériau, la mèche sera sérieusement rectifiée et usinée, pour le carré de barre franche et les carrés des secteurs de barre à roue. Ce qui sous-entend que la galvanisation se fait après !

Mais s'il est vrai que l'acier nu se corrode peu sous l'eau, car l'oxygène y est plus rare que dans l'air, il est aussi vrai que seul l'inox donnera une propreté et une précision d'emploi stables dans le temps. Bien que cela occasionne une dépense supplémentaire, je conseille donc une mèche en inox molybdène.

Les bagues seront en Résipress ou autre matériau ne gonflant pas dans l'eau. On évitera le nylon justement pour cette raison. Les bagues émergées seront usinées avec un « jeu tournant ». Les bagues immergées seront usinées avec ce jeu tournant + % de gonflement. Bien que choisissant un matériau élaboré, il existe tout de même un léger gonflement proportionnel à l'épaisseur de la bague et dont le pourcentage sera à demander au fournisseur parmi lesquels je signale « FBCG » à Mantes-la-Jolie.

A noter que pour les bateaux devant

naviguer dans les eaux chaudes des zones inter-tropicales, ce gonflement est accru par la haute température de l'eau. Ce fait m'a été clairement signalé et peut aller jusqu'au blocage de la barre ! Il faudra donc s'en ouvrir au fournisseur pour se faire indiquer le jeu à respecter.

Les bagues hydrolubes (auto-lubrifiantes par l'eau de mer) sont d'une autre matière spécialement usinée pour les arbres d'hélice. A ne pas confondre.

En respectant cette liste de matériaux, on limite l'électrolyse car le contact entre l'inox et l'acier est limité à la crapaudine.

Les dessins joints montrent la disposition des différentes parties de l'appareil à gouverner. Une bonne standardisation limitera les dépenses. Il faut signaler que les fournisseurs d'acier imposent depuis quelque temps, des frais fixes pour la livraison de chaque format de tôles ou de profilés. Si bien que limiter le nombre de formats différents et standardiser les sections des profilés au sein d'un même modèle et d'une gamme de modèles, doit absolument devenir une préoccupation de premier plan à l'esprit des architectes dignes de ce nom. La survie des petits chantiers est à ce prix !

LE GOUVERNAIL SUR TABLEAU

Ce type de gouvernail fixé sur le tableau arrière du bateau a beaucoup d'adeptes, tant pour les petits bateaux de croisière côtière que pour de plus grands bateaux destinés à la croisière océanique.

On attribue à ce type de gouvernail les avantages d'être bien visible, contrôlable... et facile à remplacer. Ce dernier élément semble tout à fait usurpé si on pense remplacer facilement ce type de safran surtout en mer. A flot, en navigation, c'est rigoureusement impossible. A sec, ce n'est guère plus facile qu'avec un safran dont la mèche pénètre dans le bateau.

Par ailleurs, ce type de safran que j'aime bien mais cela n'empêche pas d'être lucide et conscient de ses défauts, ne facilite pas l'adoption d'un conservateur d'allure et les poses d'une barre à roue.

Le conservateur d'allure aérien devra en effet être déporté une cinquantaine de centimètres en arrière du bord de fuite du safran principal, donc environ 1 mètre en arrière du tableau arrière. Ceci implique l'adoption d'une queue de malet.

Pourquoi pas, d'ailleurs !

Quant à la barre à roue, elle sera raccordée au safran par un secteur et les drosses devront ou bien courir sur le pont, ou bien pénétrer dans le bateau. Ce montage sera en général assez complexe. De plus, un deuxième secteur pour barre à roue intérieure sera très difficile à mettre en place si on se propose, comme c'est logique, de le rendre débrayable. Et puis, il y a au-dessus de tout cela la barre franche obligatoire.

Un safran sur tableau sera parfait pour des bateaux jusqu'à 12 mètres maximum à cockpit arrière. Et on l'adoptera souvent pour des dériveurs si on a besoin d'opter pour un safran relevable.

De plus, pour un bateau en acier de 10 à 12 mètres, le safran reposera sur au moins trois aiguillots et fémelots... en inox d'ailleurs !

Et il n'est pas évident de bien ligner ces aiguillots et fémelots.

Lignage des aiguillots

Sur le tableau arrière et l'aileron vont être soudés ou bien trois fémelots (tubes) ou bien trois aiguillots tournés vers le haut.

Sur le safran vont être soudés ou boulonnés trois aiguillots tournés vers le bas ou trois fémelots.

On peut aussi trouver un bon montage de trois fémelots côté bateau, trois fémelots côté safran et un axe enfilé dans les six tubes. Les fémelots reposent les uns sur les autres par paire. C'est peut-être le moyen le plus simple car le plus facile à ligner.

Lignage des fémelots

Il faut se procurer un U ou une cornière en L de forte épaisseur. Par exemple, 60 à 80 mm de section et 6 à 8 mm d'épaisseur. Le tout en acier, en récupération, mais parfaitement droit et d'une longueur égale à la distance entre le haut du fémelot supérieur et le bas du fémelot inférieur.

Trois fémelots

Avec trois fémelots face à trois aiguillots, on pointe les trois fémelots sur le U ou les cornières. Le pointage est très léger pour ne pas chauffer le métal. C'est plus un collage qu'un soudage. Ces trois fémelots sont bien alignés si le support choisi est bien droit. Ils sont disposés sur le support en respectant parfaitement les intervalles prévus sur le plan.

Le support, avec les trois fémelots, est alors présenté contre le bateau, dans l'axe.

Les fémelots sont côté bateau.

Les fémelots sont pointés, cette fois très méticuleusement et progressivement pour ne pas tirer d'un côté ou de l'autre. D'éventuels goussets sont ajoutés.

En principe, les aiguillots et fémelots sont en inox. On aura choisi un inox en molybdène 18 x 10 ou 18 x 12 Mo. On utilisera donc des baguettes inox, 316 Mo ou 316 Mo-Ti.

Le support est dépointé et réutilisé pour présenter les aiguillots sur le safran. On procède de la même façon pour présenter trois aiguillots sur le bateau et trois fémelots sur le safran.

Six fémelots et une mèche

Dans ce cas, on peut monter les six aiguillots sur la mèche (sur l'axe) qui les relie et joue le rôle confié précédemment au U ou à la cornière. Trois fémelots sont

pointés puis soudés sur le tableau et les trois autres sur le safran. Mais, pour des bateaux de 9 à 10 mètres, lorsque la mèche n'est pas d'un diamètre supérieur à 25 mm, on peut avec profit utiliser une cornière plus rigide, bien droite, pour présenter les fémelots.

Par ailleurs, il faut savoir que la mèche ne tourne pas inox sur inox dans les fémelots. Des bagues synthétiques se trouvent donc dans les fémelots. Il sera par conséquent impossible de chauffer les fémelots donc de les souder en laissant la mèche en place. Et difficile aussi de centrer la mèche dans les fémelots sans la présence de ces bagues. L'utilisation du U ou de la cornière est donc là aussi une très bonne solution.

Fabrication du safran sur tableau

Le safran a une forme assez simple en général. Il lui suffit d'être profilé en dessous de la flottaison et un bord d'attaque arrondi n'est même pas une obligation.

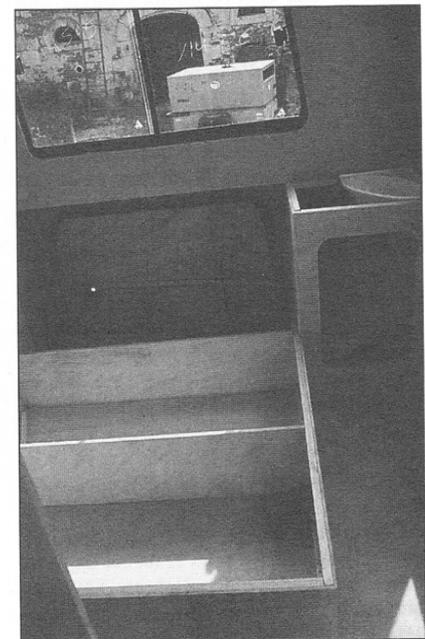


Photo D 63 bis : House-boats et vedettes mixtes sont faciles à aménager grâce à leurs volumes simples et leur plancher posé avant cloisons et meubles (à l'inverse des voiliers).

En acier

Disons tout de suite qu'il n'y a pas d'intérêt à faire un safran en inox parce que peindre l'inox est une démarche assez différente de la peinture classique de l'acier.

Le safran sera donc fait dans la même nuance d'acier que le bateau. Sa structure sera en général un fer ou un tube d'attaque et des plats, en forme, transversaux. On borde un côté en le chenillant et le second côté par soudures en bouchon selon une technique que j'ai déjà exposée mais que je détaillerai bientôt.

Les ferrures sont soudées comme je l'ai décrit plutôt avec utilisation d'un support

en U ou L sur lequel sont pointés les éléments de la charnière côté coque et côté safran.

SAFRAN RELEVABLE POUR UN DERIVEUR

La vogue actuelle des dériveurs, et plus spécialement des dériveurs intégraux à fond plat, me pousse à vous proposer ici une analyse d'un montage de safran relevable, sur tableau arrière. **L'exemple que je vais vous détailler a la particularité de permettre toutes les fonctions du safran y compris les trois types de barres** : la barre franche obligatoire, la barre à roue principale, la barre à roue intérieure, celle-ci étant débrayable par le système Goiot.

Réserve

Auparavant, je signale que je considère que s'il existe des bons montages de safrans sur tableau, relevables pour dériveurs, il vaut encore mieux trouver une solution permettant d'installer un safran fixe soit sur le tableau arrière, soit sous voûte. Le tirant d'eau sera alors fonction de la profondeur de l'aileron précédant le safran. Et cette profondeur ne pourra guère être inférieure à 1 mètre. Elle sera par exemple de 0,90 mètre pour un bateau de 10 mètres et de 1,10 mètre pour un bateau de 12 mètres. Comme le point le plus bas est à l'arrière, le tirant d'eau est donc celui de l'aileron quand on passe au-dessus d'un point fixe, mais la pente naturelle des plages est telle qu'on se posera à plat sans aucun problème. Et de plus, la surface de l'aileron arrière sera très efficace pour stabiliser le bateau aux allures portantes, par exemple, dans le cas d'une fuite sous le vent. Après tout, on ne voit pas très bien la différence entre 0,80 m et 1,10 m de tirant d'eau quand on connaît le danger qu'il y a à faire du rase cailloux dérive relevée (saute de vent, échouage sur des pierrailles, etc.) avec un bateau de croisière au tonnage déjà imposant.

Safrans relevables

Voici divers types de safrans relevables.

En général, ils seront tous sur tableau sauf le cas du safran en puits qui ressemble à un safran sous voûte mais se rencontre très rarement.

Safran en puits

Un puits se situe sur l'arrière du bateau. Dans ce puits prend place un cadre relevable, coulissant vers le haut. Ce cadre porte deux bagues par où passe la mèche du safran. Ce safran est du type suspendu compensé ou pas. On trouvait ce système sur le *Tempest*. Bien entendu, il implique que dès qu'on le relève, ce safran devienne fixe latéralement et le bateau ne peut plus être barré.

Ce système a aussi été utilisé sur des trimarans de façon à permettre l'échouage du bateau pour caréner, etc.

Pelle et tête fixe

Pour de petits bateaux où la pelle du safran n'est ni d'une taille, ni d'un poids trop importants, on rencontre un montage simple fait d'une tête articulée contre le tableau par deux aiguillots. L'inconvénient est que la tête portant la pelle ne peut guère descendre trop près de la flottaison sous peine de créer trop de remous nuisibles éventuellement à la marche du bateau et à la solidité du système. On trouve ce système sur pas mal de petites unités jusqu'à 8 ou 9 mètres.

Ce système (n° 2) a comme inconvénient le bras de levier de la pelle par rapport à la charnière tenant la tête du gouvernail. Il permet cependant de prendre sur cette tête fixe dans le sens vertical, la barre franche et un secteur de barre à roue. Mais il ne permet pas de brancher un second secteur de barre intérieure.

Il sera cependant possible d'installer une barre intérieure permettant de barrer efficacement, confortablement et en toute sécurité, mais dans des conditions excluant de barrer par mauvais temps et mer forte. En effet, cette barre intérieure sera composée d'une roue et de deux câbles inox avec tendeur type skinautique.

Ces deux câbles sortent du bateau au niveau le plus haut possible dans les dossiers du cockpit et attaquent la barre franche de part et d'autre de l'axe. Pour des bateaux de 8 à 10 mètres, à safran sur le tableau, quillards ou dériveurs indifféremment, c'est un bon moyen de barre à l'abri du froid ou de la pluie dans des chenaux, canaux, plans d'eau protégés. Pour qui fréquenterait au moteur ou à la voile des Fjords ou des canaux (de Bretagne ou Patagonie !), ce n'est pas à négliger !

Pelle coulissant sur un axe

Ce système est assez courant sur des bateaux de 8 à 10 mètres, car il est simple et peu coûteux. On considère qu'il n'est pas prudent de naviguer, à la voile surtout, très près des roches, pour un dériveur encore plus que pour un quillard qui lui, au moins, ne talonnera que sur une partie non vitale, barrer safran relevé avec un maximum de confort n'est pas une préoccupation prioritaire. Disons qu'il faut pouvoir barrer sagement le bateau dérive et safran relevés, au portant à la voile ou au moteur. Sans plus ! Dans ce cas, on peut choisir ce type de safran qui se relève sur un axe vertical faisant office de mèche. La charnière n'est alors constituée côté coque comme côté safran que de fémelots. Ceux du safran sont au-dessus de ceux de la coque et l'espace entre eux est de la hauteur — au

minimum — dont on veut relever le safran.

Dans ce cas, la barre franche remonte avec le safran et on ne peut pas installer de secteur de barre à roue. Mais selon le programme, même lointain, du bateau, le fait de ne pas posséder de barre à roue peut très bien n'être pas considéré comme une gêne ! Surtout pour des bateaux de 8 à 10 mètres.

Safran de Vagabond

Le programme spécial de ce bateau d'expédition polaires impliquait à la fois un safran sur tableau (pour la première expédition), et deux barres à roue dont une débrayable avec système Goiot. Ce casse-tête a été résolu par une mèche usinée de deux façons selon le niveau et passant côté coque par des fémelots ronds et côté safran par des fémelots rectangulaires. Côté coque, les fémelots étaient bagués synthétique alors que côté safran on appuyait inox sur inox pour ne pas laisser de jeu parasite s'installer.

CONCEPTION DU SAFRAN

J'ai souvent entendu dire « je désire un bateau à quille longue pour avoir une bonne stabilité de route ». La stabilité de route dépend de beaucoup de facteurs dont :

- **le degré de voilure** : un bateau surtoilé gitera trop, se vautrera sur son flanc, dérivera beaucoup et aura une route instable.
- La hauteur du mât pour les mêmes raisons, et sa « quête » arrière ou avant.
- La coupe des voiles et de la grand-voile particulièrement. Une grand-voile trop creuse, que le centre du mât ne peut récupérer, rendra le bateau gîtard et ardent. De même une grand-voile défoncée, déformée, pochée, d'un tissu trop léger.
- Un déséquilibre trop marqué dans la répartition des volumes de la carène, de la voûte et de l'étrave.

Et encore d'autres facteurs comme une longueur excessive de la barre.

Et c'est vrai, une quille trop petite, pas assez allongée. Mais le seul besoin de la posée réclame pour un bateau de croisière, une longueur de quille raisonnable. Quelle que soit la stabilité de route du bateau, pour le garder sur le cap choisi, il faudra un gouvernail efficace.

Proportions et profil du safran

Une bonne épaisseur est un gage de bon écoulement des filets d'eau, donc de bon rendement de la surface du safran. Mais quelle épaisseur ?

En fait, l'épaisseur et le profil dépendent de la vitesse envisagée. Pour un avion ou un bateau à moteur, on contrôle cette vitesse et on en décide. Un voilier de

10 mètres, naviguera aussi bien à 4 nœuds qu'à 12 nœuds. Une moyenne fréquente en croisière de longue durée est de 5 à 6 nœuds. A cette vitesse, le profil du safran et de son épaisseur n'ont qu'une importance relative. Il en va autrement du dessin du safran d'un multicoque qui va naviguer entre 5 et 25 nœuds avec des moyennes de 9 à 11 nœuds sur trente jours.

On trouvera plutôt dans le rapport hauteur-largeur, la source d'un bon rendement ou d'une barre dure.

Dans l'ensemble, je conseille de ne pas dessiner une largeur très supérieure à la moitié de la hauteur. Par exemple, 0,55 m de large pour 1,10 m de haut, avec par exemple, une fourchette de \pm 10 cm pour la largeur. Un safran de 0,65 m de large pour 0,90 m de haut a toute chance de peser lourdement sur la barre surtout à « grande vitesse ».

L'épaisseur maximum peut se situer près de 10 % de la largeur du profil. Dick Carter a dessiné il y a quelques années des safrans de très forte épaisseur, allant jusqu'à 30 %, dans le but de constituer une terminaison efficace à des lignes d'eau de l'arrière en bustle. La jauge n'y était pas pour rien. Ces safrans décrochaient facilement.

La compensation ne semble pas devoir être supérieure à 10 % de la partie arrière. Dans l'ensemble, ces données sont valables pour des bateaux de croisière et sont directement liées à la vitesse du bateau. Plus un bateau va vite, plus son safran doit être profond, étroit et mince.

Bord de fuite

Un bord de fuite rond est la plus mauvaise solution, car les filets d'eau le contourneront et se perturbent, créant une traînée négative importante. Un bord de fuite bien carré est parfaitement acceptable. Son épaisseur pouvant être de 1 à 2 cm pour un profil de safran de 5 à 7 cm de large.

Bord d'attaque

Pour un bateau de croisière, il ne serait pas très sage d'opter pour un safran non protégé d'un aileron. Si bien que le bord d'attaque du safran n'a guère d'importance. En général, ce sera simplement le tube de la mèche. Par ailleurs, on ne peut guère considérer l'ensemble aileron + safran comme un tout, lorsqu'il s'agit d'un bateau de croisière, naviguant à de faibles vitesses. Pour des raisons d'économie on opte en général pour un diamètre de tube d'attaque d'aileron identique au diamètre de la mèche du safran. Les faces de l'aileron sont ainsi planes, les renforts sont rectangulaires.

Sauf cas particulier, on n'a aucun intérêt à ne pas profiter de la mèche pour faire le bord d'attaque du safran.

J'en profite pour rappeler que l'aileron est compté dans la surface de dérive, mais

pas le safran ! Toujours dans la conception d'un bateau destiné aux grandes croisières et traversées océaniques.

FABRICATION DU SAFRAN

Renforts, haut et bas

Sur la mèche, en inox au molybdène, rectifiée, bien calée et immobilisée, on positionne les renforts intérieurs ainsi que le haut et le bas du safran. Seuls le haut et le bas sont ajustés à la mèche et font toute la largeur du safran.

Les renforts sont coupés droit et ne vont pas jusqu'au bord de la fuite. D'abord parce que c'est inutile, ensuite pour simplifier le soudage du bord de fuite et éviter un nœud de deux soudures.

Le haut et le bas sont pointés sur la mèche. On soude l'acier sur l'inox avec des baguettes de la même nuance que l'inox : 316 L pour un inox 316 L. Le 316 est d'ailleurs à peu près la seule nuance universellement conseillable pour toute partie immergée. Le 304 étant réservé aux parties hors de l'eau, balcons, accastillage ou pont. J'y reviendrai prochainement.

Les renforts sont coupés droit. Ils sont soudés sur la mèche. Il faut bien veiller à leur alignement et surtout à l'alignement du haut et du bas pour ne pas vriller le safran.

Pointer d'abord, puis souder dessus et dessous le renfort. En général, pour éviter les déformations et donner de la rigidité au safran, les renforts sont en 4 voire 5 mm.

Le soudage

L'acier se soude sans problème sur l'inox et vice versa.

Par contre, le soudage des alliages d'aluminium les uns sur les autres, pose parfois des difficultés dont l'amateur ne saura en général pas se méfier, donc en contourner les écueils. C'est actuellement encore de la pure démagogie de conseiller l'aluminium aux constructeurs amateurs non spécialement initiés (chaudronniers, soudeurs professionnels...). Je m'inscris violemment en faux contre ce mouvement qui abuse du désir légitime de choisir un matériau dit « sans entretien », par la construction amateur. C'est aussi l'avis des ingénieurs et techniciens du Centre technique de l'aluminium dont la volonté d'assainir le marché des coques en aluminium prend peu à peu corps et est en passe de donner naissance à un futur Label pour éviter que n'importe quel serrurier s'intitule chantier naval, construisant des bateaux en aluminium. Les errances de certains se sont conclues par des naufrages et la gangrène incurable de coques de toutes tailles. Encourager l'amateur sans l'avoir d'abord averti des risques, découle d'une totale irresponsabilité. Or, les risques ne sont pas là où on

les place en général banalement, mais dans tout un ensemble de mesures qui ne sont pas toutes à la portée d'un artisan ou d'un amateur, même plein de bonne volonté. Il en sera bientôt fait mention dans Loisirs Nautiques !

Le bordage

Une première face du safran se borde très facilement. On découpe la tôle. On s'en sert pour tracer et découper la tôle qui constitue le second côté.

On pointe la tôle sur les renforts puis en haut et en bas (soudure acier) et le long de la mèche (soudure inox).

On chenille la tôle sur les renforts en quinconce dessus et dessous avec des points de 3 à 5 cm espacés de 10 cm environ. On y accède facilement par le côté ouvert. Le second côté ne peut être soudé par l'intérieur. On le présente sur ce qui est déjà fait du safran. On maintient la tôle pour qu'elle tienne en place, provisoirement. Puis, on repère exactement la position des renforts, à moins que cela puisse être fait avec précision par un plan bien coté. On pratique alors, soit des trous, soit des fentes, pour lier la tôle aux renforts par des bouchons. A la différence du premier côté chenillé dessus et dessous le renfort, en alternance, le second côté est soudé sur l'épaisseur des renforts. Le repérage doit donc être bien rigoureux. Les trous de 8 mm environ seront espacés de 3 à 5 cm. Mieux que les trous, les saignées de 3 cm de long seront espacées de 5 à 7 cm. Le remplissage par soudure ne pose guère de problème en acier.

Ensuite, la tôle de ce second côté est pointée et soudée sur sa périphérie avec la seconde tôle. On veillera à alterner les soudures pour éviter tout voile du safran.

LA MECHE

Passant du pont ou du fond de cockpit au fond de la coque entre deux points fixes en situation, puis descendant à la crapaudine pour un safran semi-suspendu, ou libre pour un safran suspendu, la mèche est un élément de continuité primordial entre l'impulsion donnée à la barre et la réponse du safran.

Le moindre jeu entraîne un retard qui ne cessera de s'accroître jusqu'à la rupture.

La moindre souplesse de l'aileron et c'est la torsion et le blocage de la mèche.

Le moindre défaut d'usinage de la mèche et c'est le point dur, voire le risque de bloquer le safran.

Je vous ai dit que les bagues immergées qui assurent la douceur de rotation de la mèche dans la jaumière et la crapaudine, doivent être usinées avec un jeu tournant additionné d'un jeu de gonflement qui augmente avec la température de l'eau.

Pour que la barre reste douce, il faut que la mèche soit bien ronde et bien droite. L'aileron de gouvernail doit être solide, rigide et bien repris par des varan-

Jeu et gonflement

On doit pouvoir tourner le gouvernail dans la jaumière, à sec, en le prenant par son bord de fuite.

Les bagues sont emmanchées à force dans la jaumière traitée et peinte, si elle n'est pas en inox. Si elle est en inox, les soudures auront été passivées à la pâte à passiver. Elles doivent être tournées avec, comme diamètre intérieur : diamètre de mèche + jeu tournant.

Ceci pour les bagues situées, même en navigation, hors de l'eau : celles qui sont au niveau du pont ou du cockpit et au niveau du presse-étoupe.

Pour les bagues qui sont immergées en permanence ou occasionnellement avec la vague arrière montant sous la voûte, on prend comme diamètre intérieur : diamètre mèche + jeu tournant + gonflement.

Ce gonflement est capital ! Il est fonction du diamètre extérieur, de l'épaisseur et de la nature des bagues. Il est également fonction et c'est important, de la température de l'eau, une eau chaude faisant gonfler la résine plus que l'eau froide. Ainsi, un bateau sous les tropiques doit avoir un jeu pour gonflement plus important qu'un bateau qui va en mer du Nord.

Le nylon gonfle trop pour être utilisé en bagues de mèche !

Le téflon serait idéal, si ce n'était son prix !

L'ertalon et le résipress sont un bon compromis.

Une barre déjà dure dans nos eaux et avec des bagues neuves, risque de se bloquer complètement en arrivant aux Antilles ! C'est déjà arrivé ! Un correspondant antillais m'a parlé d'un bateau allemand dont on a chassé la mèche à la presse. Une barre trop libre serait moins nuisible qu'une barre trop serrée. L'usure des bagues de résipress ou d'ertalon est très lente.

Le presse-étoupe

Rien à voir entre la fonction du presse-étoupe d'arbre de gouvernail et celle du presse-étoupe de barre (ou de mèche). Ce dernier n'a pour fonction que d'éviter qu'occasionnellement l'eau qui monte dans la jaumière ne déborde lorsque cette dernière est interrompue par la mise en place des secteurs de barres à roue.

Il y a plusieurs façons de le concevoir. Pour ma part, je le fais maintenant réaliser en bagues synthétiques. La bague supérieure est libre. La bague inférieure est bloquée par une vis. La bague supérieure est rapprochée de l'autre par quatre boulons inox de diamètre 5 à 6 mm qui portent sur une collerette inox. Entre les deux, de l'étoupe, une tresse, bourrée de bitume, graisse épaisse ou suif.

Notez l'usinage des rebords face à face des bagues pour repousser l'étoupe vers la mèche et éviter le passage de l'eau.

En principe, ces bagues ne sont qu'exceptionnellement dans l'eau. Elles

sont donc usinées avec un jeu tournant. Le diamètre extérieur de la bague supérieure est un jeu plus petit pour ne pas résister trop au serrage.

Le serrage se fait sur une collerette d'inox qui pousse la bague synthétique supérieure vers le bas. Ce n'est pas d'une très grande nécessité. En tout cas, cette bague ne doit pas être en acier mais en matériau synthétique.

LA BARRE INTERIEURE

La barre franche est obligatoire pour les bateaux français. Pour des bateaux de plus de 10 mètres, spécialement à cockpit central, on peut choisir, en plus de cette barre franche, de s'équiper d'une barre à roue de cockpit, voire d'une barre à roue intérieure. **Disons tout de suite qu'il est illusoire de vouloir barrer depuis l'intérieur :**

- dans un bateau à roof long de moins de 40 cm de haut,
- par mauvais temps et forte mer au large,
- par mer arrière moyenne ou forte.

Par contre, on peut barrer de l'intérieur :

- sous la pluie ou dans le froid avec un vent faible et mer bonne,
- dans les chenaux et les canaux,
- si le roof possède des vitrages de plus de 30 cm de largeur,
- si le roof est court, et se rapproche d'un pavillon d'automobile.

Il n'est pas raisonnable d'espérer barrer de l'intérieur la tête dans une bulle. Une bulle sert surtout à la veille. L'homme de quart n'est pas obligé de sortir la tête du bateau pour surveiller les voiles, les feux à terre ou les feux des autres bateaux.

Pour barrer efficacement de l'intérieur, il faut disposer d'un petit roof haut de 40 cm au moins et court. Et il vaut mieux que le barreur soit près des vitrages du devant de ce roof qui doit aussi être bien aéré pour éliminer la buée, la fumée de cigarette... et éviter au barreur d'avoir le mal de mer.

Si donc on s'est équipé pour barrer de l'intérieur, il faut prévoir :

- un secteur de barre intérieure débrayable,
- un secteur à quatre gorges pour la barre à roue intérieure et la barre à roue extérieure, non débrayables l'une de l'autre,
- un tronçon de barre franche d'environ 0,50 mètre de long à l'intérieur du bateau.

En effet, on peut :

- avoir deux secteurs de barres à roue, le secteur de barre inférieure étant « fou » au-dessus du secteur principal et pouvant être solidarisé de ce dernier par un doigt commandé à distance par un câble et un ressort. C'est un système qu'on trouve

chez Goïot. Il évite quand on barre de l'extérieur d'entraîner inutilement les câbles et la barre intérieure,

- n'avoir qu'un secteur, mais à quatre gorges, pour les deux drosses (câbles) de barre intérieure (droite et gauche) et les deux drosses de la barre extérieure (droite et gauche). Dans ce cas, les deux barres tournent ensemble. On peut prévoir sur une des drosses (ou les deux) de la barre intérieure, un ridoir permettant de détendre les câbles, voire de les désaccoupler.

Un tendeur est de toute façon nécessaire pour éviter le jeu. Pour une barre extérieure, on trouve en général un ridoir sur chaque drosse au niveau du secteur principal,

- éviter les secteurs, éventuellement coûteux, et s'équiper d'un petit bout de barre franche pour y brancher la barre à roue intérieure.

Ce cas est surtout celui des bateaux de moins de 12 mètres non pourvus de barre à roue mais où on souhaite avoir une barre intérieure abritée par la pluie et le froid. On a en haut de la mèche, sur le pont, la barre franche principale, puis, sous le pont, la seconde barre franche, plus courte et plus simple. A la limite, il n'est pas exclu de barrer directement de l'intérieur avec la seconde barre franche.

On peut aussi faire sortir les câbles dans le cockpit et les brancher sur la barre franche principale. Un tendeur et un ridoir éviteront tout jeu exagéré. C'est économique comme moyen de s'équiper d'une barre intérieure occasionnelle. Cela convient très bien pour des bateaux d'une dizaine de mètres et à tous ceux dont le budget supporterait mal l'achat d'une barre intérieure « smart » !

Dans le cas d'une barre franche entraînée par une barre à roue ou par la girouette du conservateur d'allure, on ne fixe pas les câbles sur la barre, directement, mais sur un tube glissant sur la barre franche et conservant à l'ensemble un périmètre de longueur constante. Par ailleurs, ce tube sera rapproché de la mèche pour rendre plus directs et sensibles les coups de barre. Il en sera éloigné pour rendre la barre plus démultipliée et douce si le vent forçait.

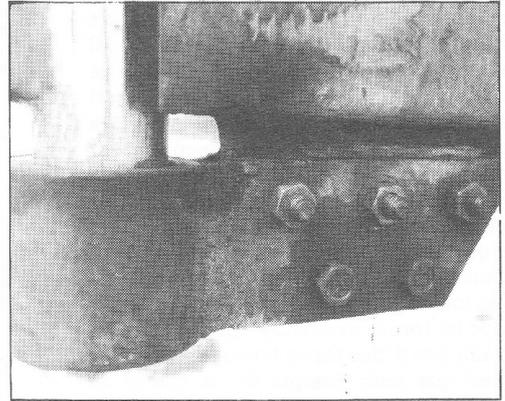
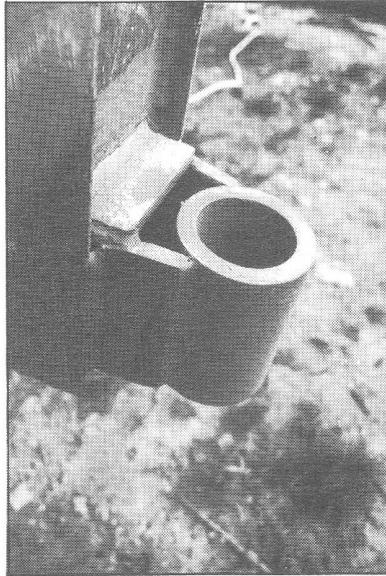
Barre franche et girouette

D'une part, la barre franche est obligatoire. On en a donc une. D'autre part, on peut posséder une barre à roue de cockpit et un conservateur d'allure (Atoms, etc.). Plutôt qu'amener les drosses de la girouette sur un tambour fixé à la roue, autant équiper son bateau d'un petit bout de barre franche demeurant à poste en permanence, d'environ 0,80 mètre de long. Sur ce bout de barre franche, on branchera les drosses de la girouette par l'intermédiaire d'un tube réglable en distance par rapport à la mèche. On peut aussi prévoir une crémaillère de réglage. Sensible et direct, mais dur, près de l'axe.

Démultiplié et doux loin de l'axe. Ce bout de barre franche peut être orienté comme on le veut vers l'avant, l'arrière ou sur le côté, pour ne pas gêner les manœuvres ou tenir compte de la présence d'un artimon ou d'un capot de pont, etc.

Débattement du safran

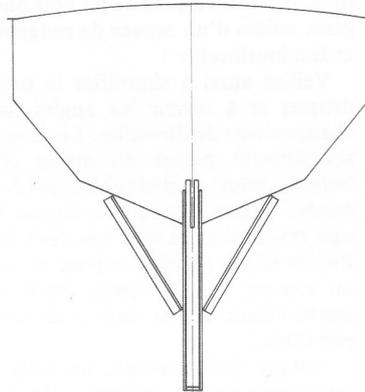
Pour qu'une réponse du safran à un coup de barre soit sensible, il suffit de pousser fort peu la barre. Par contre, au-delà d'un certain angle, le safran décroche, il ne fait plus tourner le bateau mais seulement le freine. Cet angle varie selon les bateaux mais est en général compris entre 70 et 80°. Vous soudez donc à l'intérieur du bateau deux butées limitant le débattement du secteur, ou d'un doigt fixé sur la mèche à 35 ou 40° de part et d'autre de l'axe longitudinal. Soit 70 à 80° en tout. On peut aussi souder sur l'aileron une fourchette limitant le débattement du safran. Voire souder sur le pont deux butées limitant la course de la barre franche.



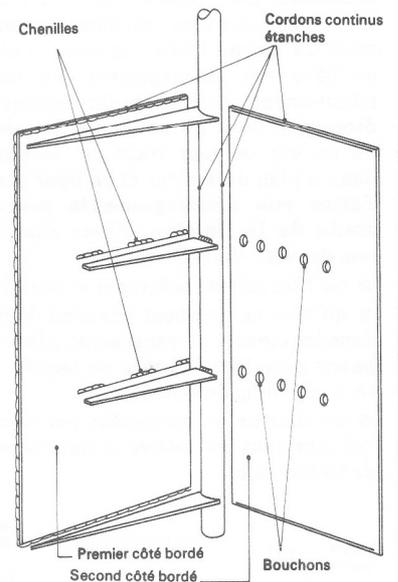
▲ Photo D 33 : Crapaudine.

◀ Photo D 32 : Fémelot.

Croquis D 91 : Pendant qu'on le soude, l'aileron de gouvernail doit être bridé transversalement par des cornières, pour ne pas « déverser » sur le côté.



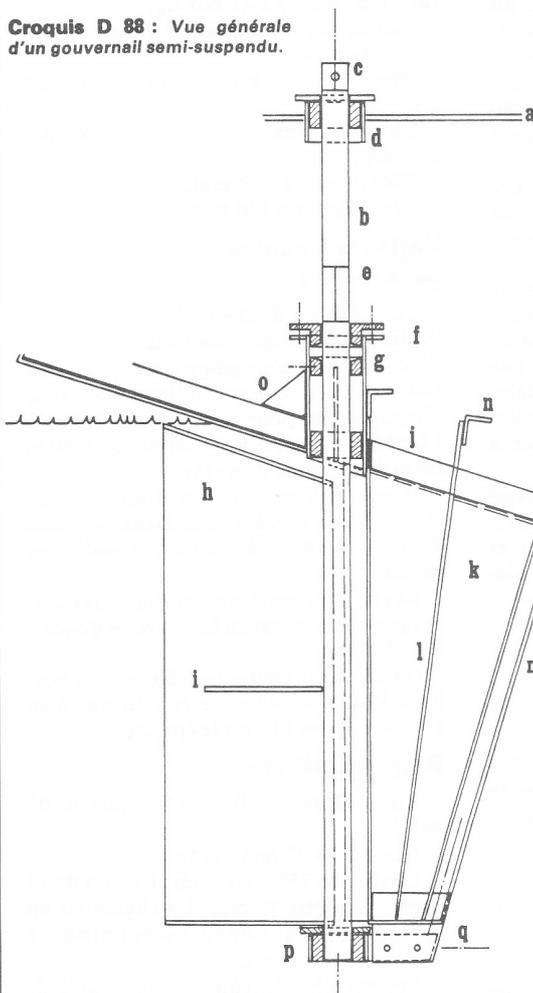
Croquis D 89 : Séquences de soudage du safran.



Les drosses

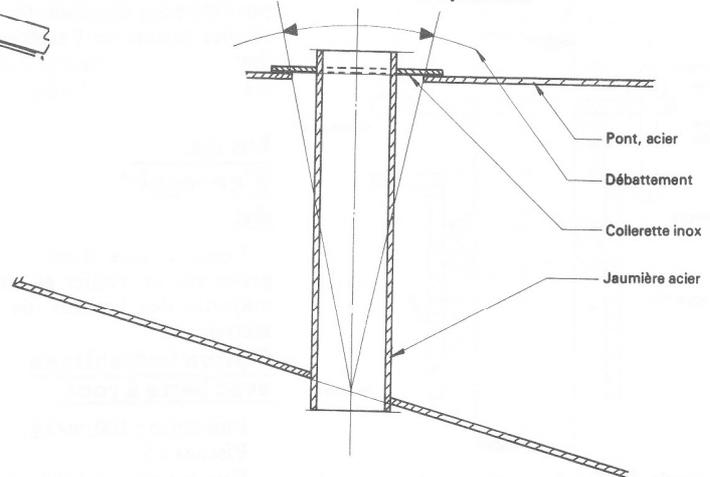
Les drosses sont des câbles de commande reliant la barre à roue au secteur sur la mèche. Elles sont en inox pré-étiré,

Croquis D 88 : Vue générale d'un gouvernail semi-suspendu.



- A : pont ou cockpit acier ou inox 304.
- B : mèche inox 316.
- C : carré de barre franche, usiné.
- D : passage de pont et bague supérieure.
- E : carré de secteurs de barre à roue, usiné.
- F : presse-étoupe.
- G : tube jaumière galva ou acier.
- H : safran en acier.
- I : renfort de safran, acier.
- J : fer de quille.
- K : aileron de gouvernail.
- L : renfort d'aileron.
- M : tube d'attaque de l'aileron.
- N : varangues.
- O : goussets, renforts.
- P : partie démontable de la crapaudine, inox 316.
- Q : partie fixe de la crapaudine, inox 316.

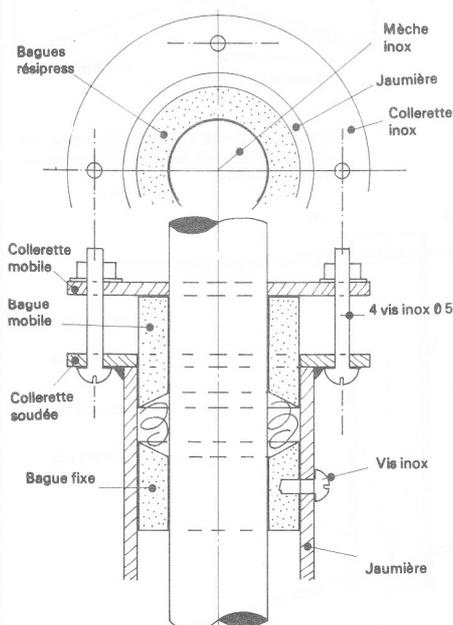
Croquis D 90 : Une collerette en chevauchement facilite l'alignement de la jaumière.



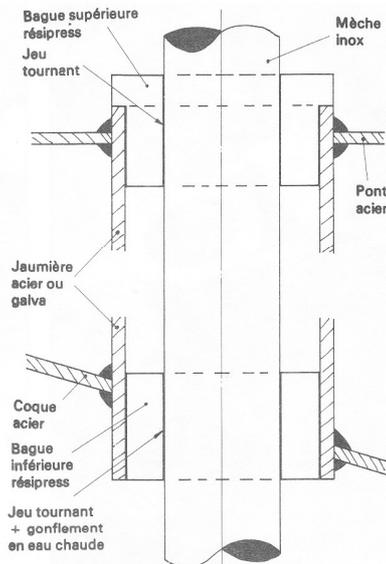
extra-souple. Leur diamètre sera de l'ordre de 5 mm pour un bateau de 10 mètres, et de 6 à 8 mm pour un bateau de 12 mètres. Diamètres généreux qui s'adressent à des bateaux de croisières transocéaniques qui ne rencontreront peut-être pas de si tôt, la possibilité de réapprovisionnement de tels câbles ! Si leur charge de rupture est très supérieure théoriquement à ce dont on a besoin, il ne faut pas oublier qu'au passage des réas, les torons intérieurs sont moins sollicités que les torons extérieurs. Le câble ne travaille pas d'une façon homogène et on ne peut pas tenir compte de sa charge de rupture expérimentée, dans des conditions idéales en traction droite.

De nouveaux systèmes permettent d'ailleurs d'économiser les câbles. Il s'agit de passages de câbles normaux non pas entre des réas, mais dans des gaines lubrifiées dont les meilleures ont l'intérieur constitué d'un ressort en inox. Souvent les gaines permettent d'échapper à la nécessité de disposer des réas au droit du secteur ! Un jeu de butées de câbles est nécessaire. **Un conseil** : certes les drosses et leurs réas sont des éléments importants du bateau ! Mais je vous conseille de bâtir vos aménagements en tenant relativement peu compte du passage des drosses, gainées ou non. Sauf au niveau du secteur où leur tracé est forcément dans le plan du secteur et en ligne droite. **Faites vos aménagements jusqu'au stade de la finition. Alors disposez vos drosses de telle façon :**

- qu'elles soient facilement accessibles,
- qu'elles ne prennent pas trop de place dans les espaces de rangement : faites les passer près des panneaux de façade, plutôt que le long du bordé,
- qu'elles ne se mélangent pas avec ce qui sera dans les coffres et qui risquerait de les bloquer.



Croquis D 93 : Presse-étoupe de mèche de gouvernail.



Croquis D 92 : Jaumière, bagues et mèche.

Alors qu'en disposant d'abord les drosses, vous risquez de les voir passer en plein milieu d'un espace de rangement de ce fait inutilisable !

Veillez aussi à simplifier le trajet des drosses et à ouvrir les angles lors des changements de direction. Les deux drosses peuvent passer du même côté du bateau, pour se dédoubler au droit du secteur, l'une l'attaquant depuis le dernier réa double du côté des deux drosses, l'autre allant au côté opposé et revenant au secteur. Sur le secteur, on trouve en général deux tétons pour fixer un ridoir par câble.

Autant que possible, les réas seront boulonnés sur la structure. Mais il est possible de les fixer sur le cloisonnement en bois à condition que celui-ci soit solidement calé. Prévoir des épaisseurs de bois de l'ordre de 20 mm. Les réas seront boulonnés et non vissés. Les réas sont en aluminium ou en inox, montés sur une platine permettant plusieurs angles d'orientation. Il existe des réas doubles pour faire passer les deux câbles côte à côte.

Leur diamètre doit être le plus grand possible pour diminuer les risques de casser des torons de l'extérieur du câble et limiter les frottements. Prévoyez des diamètres de 100 à 150 mm.

Un exemple d'ensemble de barre

Voici, à titre d'exemple, ce que j'ai prévu sur un voilier et qui vaut pour la majorité des bateaux de 11,50 m à 13 mètres.

Option hydraulique avec barre à roue

Puissance : 100 m/kg.
Pistons : 5.
Nombre de tours théoriques : 4,3 tours bord sur bord.

Angle maximum du safran : 70° bord sur bord.

Par exemple, ceci correspond au MT 100 d'Elite marine. On trouve des systèmes équivalents chez Seimi, etc.

Barre franche

Voici les dimensions qu'on trouve sur un 11,98 m de ma conception :

Mèche inox diamètre 50 au molybdène.

Carré fixe en tête de mèche en inox Ep 10, goupille de blocage de cet axe, inox diamètre 14.

Tête pivotante de barre franche en inox Ep 10.

Axe de pivotement en inox diamètre 12.

Longueur de la barre franche : 1.150 mm.

Section maximum de la barre franche : 80 x 50 mm.

Option barre à roue à câbles

J'utilise ci-après des références Goïot mais on trouvera ce type de matériel chez Elite marine, Platimo, Seimi, etc.

Colonne de barre à roue n° 450.

Diamètre de colonne (aluminium) : 130 mm.

Hauteur de l'axe : 800 mm.

Roue extérieure diamètre 815 à 5 rayons n° 441.D avec blocage.

Chaîne de 900 mm. Pignon de 12 dents, diamètre 73.

Drosses inox extra-souple, diamètre 8 mm.

Secteur deux gorges n° 458 R : 370 mm.

Côté du carré : 38 mm.

Réas diamètre 120 mm.

Variante à câbles sous gaines

La taille de l'Ile Disko de 11,98 mètres, le place au maximum de l'utilisation possible de câbles sous gaines, selon certains fournisseurs. Goïot indique ce type d'équipement pour des bateaux jusqu'à 12 mètres et dont l'installation de drosses nécessiterait plus de 6 réas.

Même colonne, même roue. Câbles Goïot diamètre 6 à 8 mm. Deux supports d'embouts 440.85 à chaque extrémité des gaines.

Rayon minimum de courbure des gaines pour que la transmission reste douce : R = 350 mm.

Ne pas trop tendre les câbles. Les huiler à l'huile de vaseline et non pas à la graisse ou avec une huile épaisse.

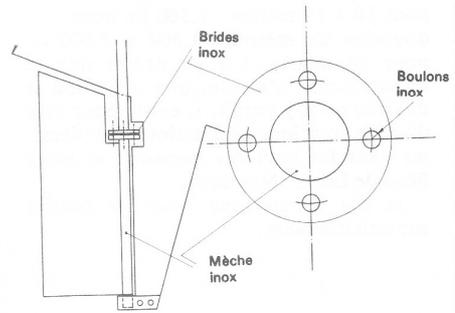
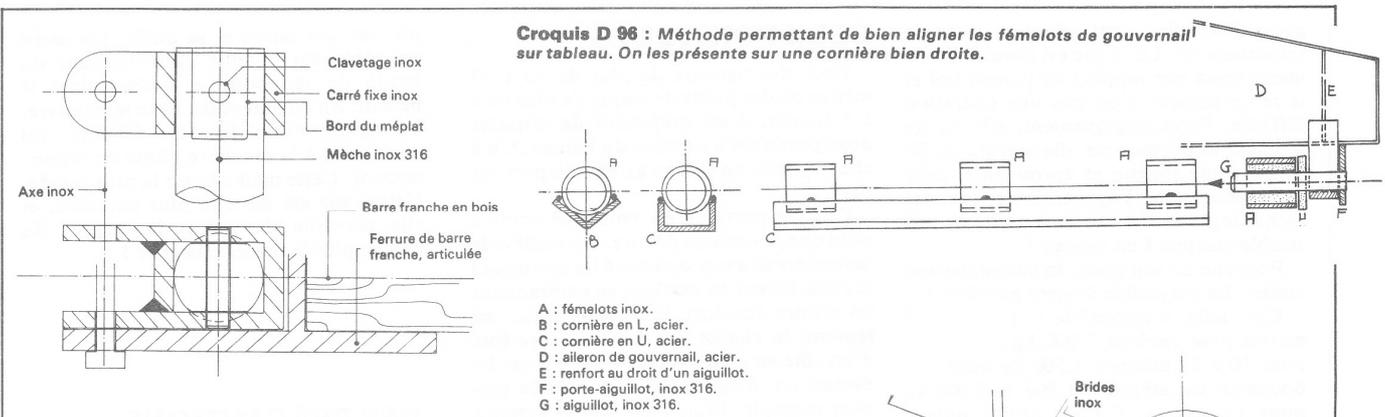
Barre intérieure

Roue Goïot à fixer sur cloison n° 441.X.

Diamètre 600 mm, 3 rayons.

Chaîne de 750 à 900 mm. Pignon de 12 dents, diamètre 73 mm. La chaîne est un modèle à rouleaux de 12,7 mm résistant à 3 tonnes de traction.

Secteur 458. Rayon = 370. Carré de 38 mm.



Croquis D 95 : Désaccouplement de mèche : système à brides, le plus simple à réaliser.

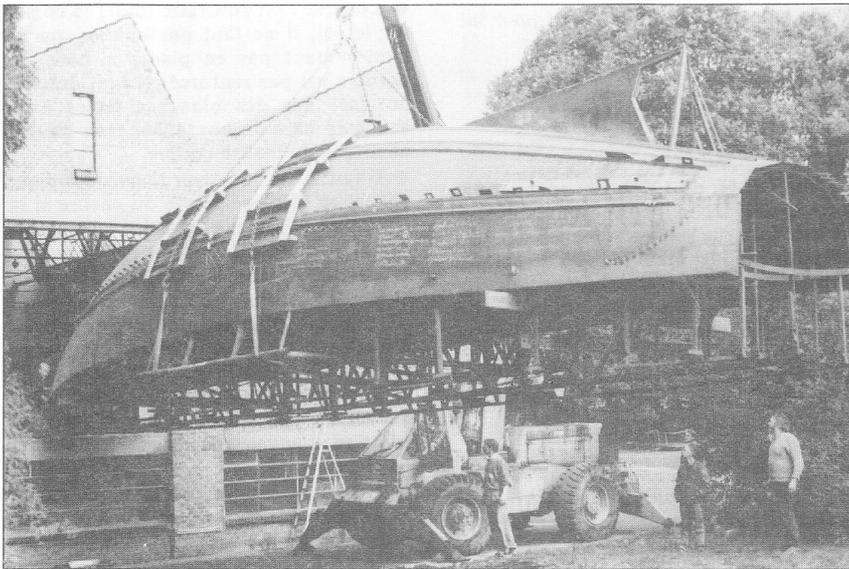


Photo D 94 : Construire un Nadja au premier étage d'un bâtiment... c'est possible. Le voici sorti avec son marbre par une grue somme toute modeste. Notez les fers de tenue et de manutention sur la coque, et à l'arrière la préparation de la découpe de la jupe, en avant du couple fictif qui aide à faire filer lisses et tôles. (Photo Gaillard)

Nombre de tours de barre à roue

Secteur de 370 mm.
 Roue « D » avec pignon de 12 dents : 2,36 tours pour 84° de débattement.
 Avec des câbles gainés il faut prévoir 30 à 50 % de démultiplication supplémentaires à cause des frictions en charge plus importantes. Par exemple, on optera pour un secteur de 430 mm au lieu de 370. Pour la barre intérieure sans changer le secteur de 370, on prendrait une barre du diamètre 800.
 On augmente la démultiplication en augmentant le diamètre de la roue ou du secteur (sic. Goïot).

14

LE MONTAGE DE LA STRUCTURE SUR LE MARBRE

Ainsi que vous l'avez lu, les couples sont fixés au marbre soit par des boulons, soit par pointage, soit simplement par encastrement dans des supports. Ceci pour une construction professionnelle.

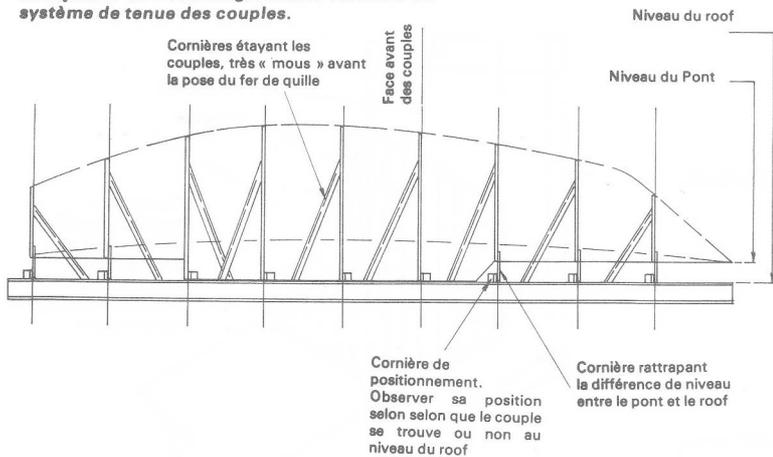
Je vous détaille ci-après la façon de dresser la structure sur un marbre à IPN central ;

265





Croquis D 46 : Vue longitudinale verticale du système de tenue des couples.



ESPACEMENT

Par l'intermédiaire de leurs cornières, ou directement sur leur barrot, les couples sont posés sur l'IPN central. Le dessus de cet IPN peut-être parfaitement plan et horizontal, ou rectifié par un jeu de petites cales d'épaisseur.

On tend sur les surfaces de l'IPN une corde à piano ou un cordeau pour définir l'axe du bateau.

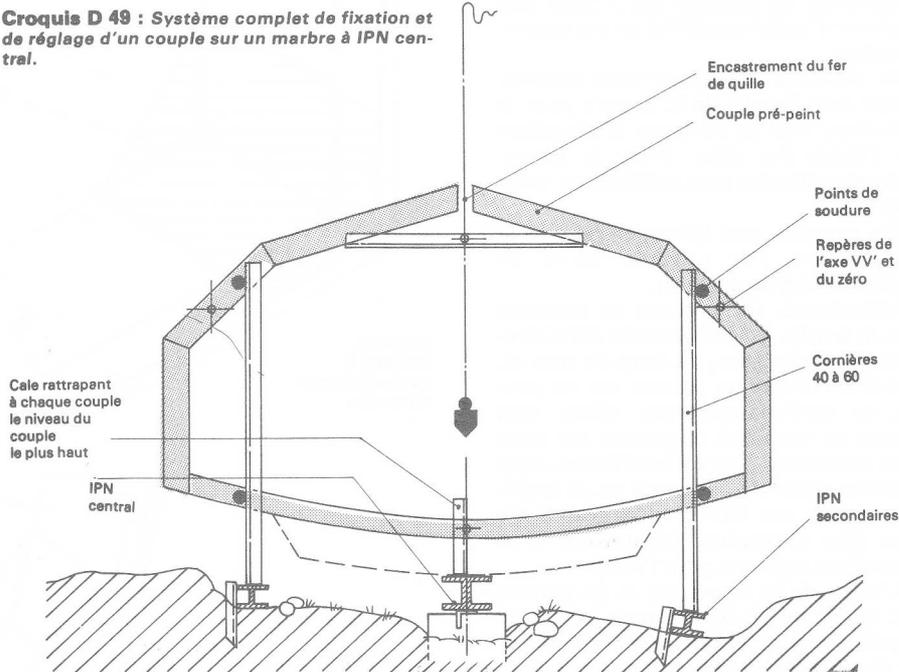
On mesure les différentes longueurs permettant de positionner les couples : élanement avant, distance entre couples (intercouples). On marque chaque point ainsi trouvé d'un coup de pointeau. On désigne chaque point du nom du couple et d'un rond qui aidera à le repérer, au feutre ou avec un tube marqueur à bille.

LES COUPLES

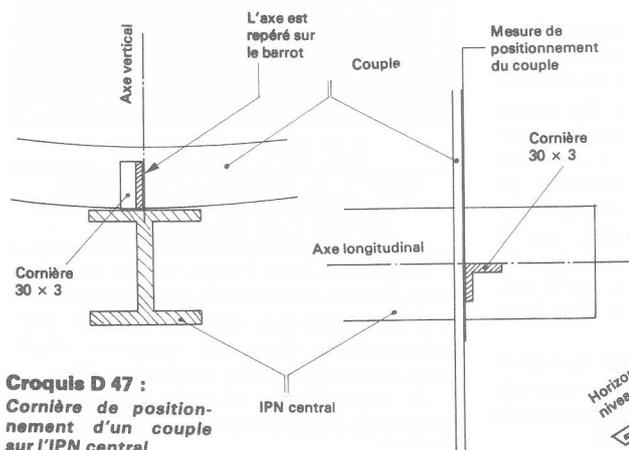
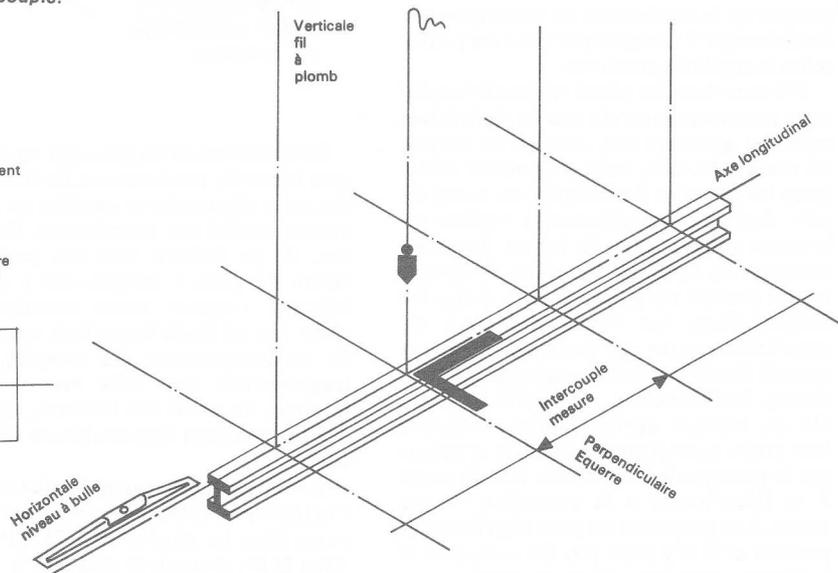
Le bateau est construit à l'envers. Bien rares sont maintenant ceux qui construisent à l'endroit, et leurs temps de travail sont toujours plus importants !

Les couples reposent sur leur barrot. On pose donc directement sur l'IPN les couples dont les barrots sont les plus hauts (au niveau du roof, par exemple). Les autres couples sont posés avec interposition d'une cale d'une longueur égale à la différence de hauteur. Si bien que pour un pont cylindrique, tous les barrots du roof seront en contact direct et on ne trouvera guère qu'une ou deux longueurs de cales pour les autres barrots. Pour un bateau dessiné autrement et dont le roof et le pont ne sont pas horizontaux (cas du Chatam, Rêve d'Antilles, etc), ce procédé reste tout à fait valable. On se base toujours sur le barrot le plus haut, et chaque autre barrot est muni d'une cale en cornière de la différence de hauteur. Ces cornières, pour être rigides, relient la cornière de plancher au barrot, et ont un échantillonnage de 30 x 3 pour les bateaux de 8 ou 9 mètres ; 40 x 4 jusqu'à 12 mètres ; 40 x 5 ou 50 x 4 au-delà. La longueur des cales se mesure très facilement sur le tracé des transversales.

Croquis D 49 : Système complet de fixation et de réglage d'un couple sur un marbre à IPN central.



Croquis D 48 : Système de positionnement d'un couple.



Croquis D 47 : Cornière de positionnement d'un couple sur l'IPN central

Lorsque tous les milieux des couples ont été repérés sur l'IPN, on peut ôter le cordeau qui ne sert plus à rien.

Pour coter les distances entre couples, on ne considère pas le milieu de l'épaisseur du fer, mais on se base sur la face avant de chaque couple.

Des petits bouts de cornière (30 × 3 par exemple), sont pointés contre chaque point marqué. Le côté de la cornière marquera l'axe. Ce sera plus facile à observer que si l'axe de la cornière marquait l'axe du couple !

POSITIONNEMENT

Avec le procédé de l'IPN central, nul besoin d'installer une visée au niveau de la flottaison. Un simple fil à plomb suffit pour mettre les couples verticalement dans le sens transversal et antéro-postérieur.

Pour les mettre perpendiculairement à l'axe longitudinal du bateau, l'équerre convient parfaitement.

Les couples, que maintenant tout le monde convient de construire en fers plats, manquent de rigidité dans le sens de leur épaisseur. Il faut donc les étayer vers l'avant et vers l'arrière par des cornières de récupération, L ou T d'environ 30 × 3.

MISE EN PLACE DU FER DE QUILLE

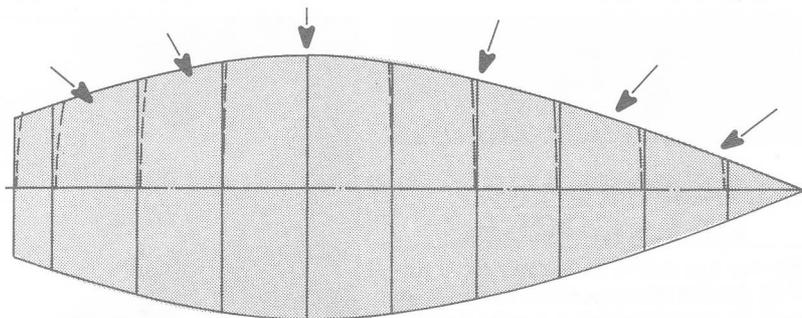
Les couples n'étant guère rigides dans le sens antéro-postérieur, mettre en place les lisses tout de suite n'aboutirait qu'à les déformer. Il faut donc d'abord placer le fer de quille ; il ne faut pas oublier que le fer de quille touche les tôles, tandis que les membrures sont de 1 cm en retrait. Une règle permettra de viser pour un bon positionnement du fer de quille par rapport aux membrures. Une fois positionné, le fer de quille est pointé aux membrures en attendant la confirmation du bon alignement des couples lors de l'encastrement des lisses.

MISE EN PLACE DES LISSES

Les lisses s'encastrent dans leurs encoches sans préformage nécessaire. Il ne faut ni les chauffer, ni les pointer au fur et à mesure qu'on les encastre dans chaque membrure. Il faut seulement les attacher avec un fil de fer au couple le plus en arrière ou dans le creux de la voûte arrière si celle-ci présente une contre-courbe. Puis on les amène vers l'avant en les encastrant. On les attache de la même façon au couple le plus en avant ou au plus creux si l'étrave présente une contre-courbe.

Les lisses doivent rester libres pour que soit possible le réglage expliqué plus haut. Elles viennent théoriquement en butée sur la cale pointée à leur niveau (théorique) d'encastrement.

Inutile de les terminer en biseau ajusté



Croquis D 50 : Les lisses poussent les couples de l'arrière vers l'avant et ceux de l'avant vers l'arrière. Aussi doit-on étayer les couples et poser le fer de quille avant les lisses.

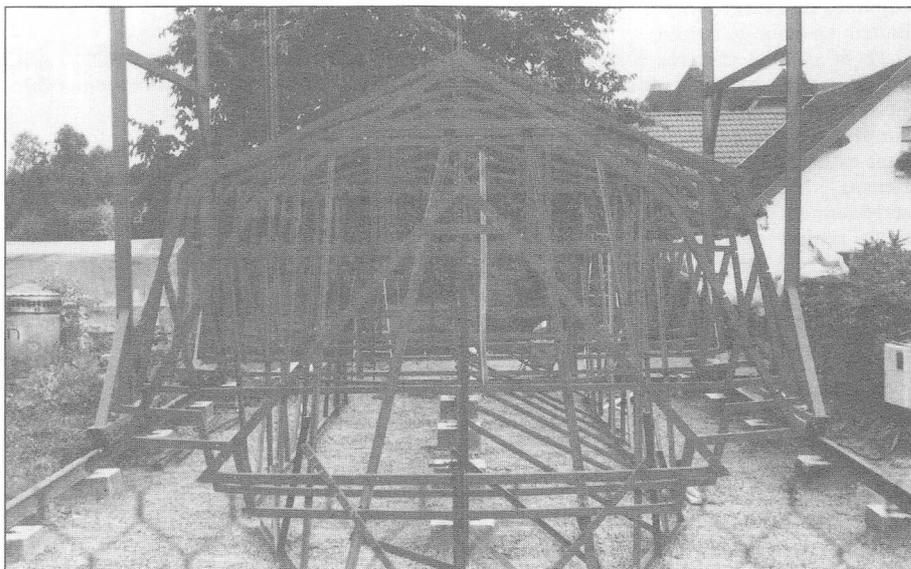


Photo D 19 : Couples d'une vedette à moteur en acier et marbre amateur... très pro ! (Photo Challant-Argonaute)

au fer de quille. Il suffit de les amener en coupe droite contre le fer de quille. Une fois le réglage achevé, elles seront soudées au fer de quille. Les tôles soudées aux unes et à l'autre assureront la solidité.

REGLAGE DES LISSES

En faisant courir une latte droite sur les goussets s'ils touchent les tôles ou un repère marquant l'angle intérieur de la brisure inférieure, les lisses du panneau de fond et le fer de quille, on peut vérifier déjà le bon alignement théorique de ces éléments. C'est ainsi également qu'on prépare et trouve l'endroit du fer de quille où arrivent les lisses, à l'étrave.

On peut procéder ainsi pour le panneau moyen avec les deux points marquant les brisures et les lisses ; et pour le panneau supérieur.

Cependant, il faut savoir que les tôles, lorsqu'elles seront assemblées en place et soudées, « gonfleront ». C'est-à-dire que des coupes réalisées dans le bordé le long des couples ne présenteraient pas des droites, mais des courbes. Ces courbes, les tôles les atteignent de façon naturelle. Il ne faut donc pas souder les lisses, car il faudrait ensuite pour les cheniller aux tôles plaquer ces dernières, ce qui ne réaliserait pas de jolies formes, mais des formes maigres, creuses.

Après une brève vérification de l'alignement des éléments déjà mis en place, il ne faut pas s'attarder à les fixer par soudage, ni pointage. Il faut passer au bordage. La seconde partie du réglage sera faite avec ce bordage. (Photos D 18 et D 19. Croquis D 46 à D 50).

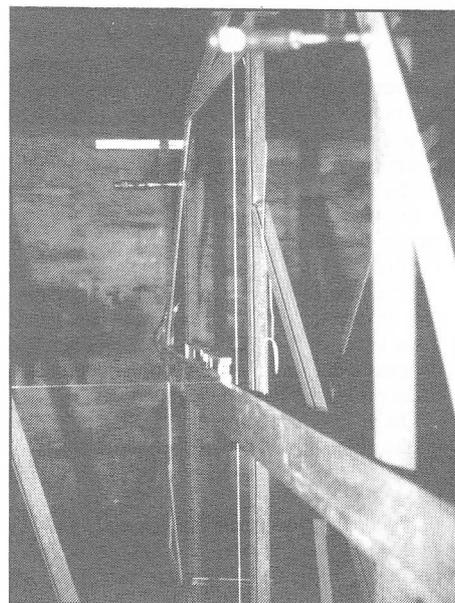


Photo D 18 : Mise en place d'un couple au fil à plomb et au niveau à bulle.

5

TABLE DE TRACÉ ET MECANO SOUDURE

Dans les plans remis par l'architecte figure le plan des formes du bateau où sont indiquées les cotes de construction de la coque, du pont, de la quille et du gouvernail. Il n'est plus admissible maintenant qu'un amateur ou un artisan soit obligé de tracer le bateau en vraie grandeur pour vérifier les cotes de construction, ou pire encore, pour les déduire des cotes de tracé.

En effet, l'architecte doit être capable de vous donner des cotes lissées et vérifiées. Ces cotes ne doivent pas seulement être celles des sections de dessin du plan de formes tel qu'il a été exécuté lors de la création du modèle, mais celles qui correspondent aux renforts de construction de la coque, du pont et de la quille.

Il suffira donc de tracer les formes transversales de la coque, du pont et de la quille. Pour ce faire, on utilise les cotes du plan de formes, **telles que le dessin d'arrangement de ce plan vous le décrit**. Les hauteurs des points de brisures et de « rãblure » d'un bateau à bouchains vifs ou des lignes d'eau d'un bateau en formes figurent sur la vue des longitudinales dites « *longitudinales verticales* ». Les largeurs des couples à chaque niveau de ligne d'eau d'un bateau en formes sont sur la vue dite « *longitudinales horizontales* ». On se sert des unes et des autres pour tracer en vraie grandeur les « transversales ». Les longitudinales verticales sont sur la vue dite d'Elé-

vation ; les longitudinales horizontales sont sur la vue dite en plan, vue complète ou plus généralement demi-vue si le bateau est symétrique tribord-bâbord ; les transversales sont aussi appelées Couples.

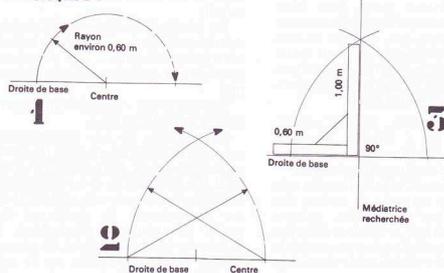
Ces cotes sont, à mon avis plus faciles à consulter lorsqu'elles sont indiquées directement sur le plan des formes. Pour quelqu'un que sa profession ne prédispose pas à être familiarisé avec le métier de dessinateur ou d'architecte, je pense que cette disposition facile et immédiate à lire vaut mieux qu'un plan vide avec un tableau de cotes à part.

Pour tracer ces transversales qui seront le profil des couples de construction, il faut un espace plan et rigide, propre et lisse, un peu plus haut et plus large que n'est haute et large la coque pontée sans sa quille. Comme on aura besoin de ces tracés quelque temps, qu'on marchera dessus, autant les faire non pas sur une feuille de contre-plaqué, mais sur une tôle. On construira donc une table d'après les indications figurant sur le dessin de la table à tracer. Le « flan » sera tracé sur une tôle. Ce sera soit une tôle déclassée achetée à cet effet, de 4 ou 5 mm d'épaisseur, ou les tôles de quilles de bateaux éventuellement complétées par des tôles du bordé le plus épais. Tracer sur les tôles du bateau n'est pas dangereux pour le métal si c'est de l'acier. C'est exclu pour un bateau en aluminium ou en inox, car les rayures ne disparaîtront pas comme pour un bateau en acier sablé et peint. Ces lignes s'adressent à des artisans comme à des amateurs, et c'est pour l'artisan, soudeur ou chaudronnier professionnel que je parle de constructions en aluminium ou en inox car je les déconseille aux amateurs. Sauf un pont inox sur une coque en acier doux.

Les lignes seront tracées à la pointe au carbure et les points repérés au pointeau.

On se munira d'une règle en métal, de 1,50 à 2,50 m de long, d'une équerre métallique de grande dimension qu'on fabriquera soi-même. Voyez le chapitre sur le tracé des couples.

Croquis D 5



Détermination de l'angle droit 0 de référence/axe vertical, et confection de l'équerre.

Terralie

Construction Amateur originale d'un Chatam 37 en acier.

**Michel, Constructeur Amateur astucieux et créatif explique ses méthodes.
En voici quelques aspects, mais vous en saurez plus, beaucoup plus en allant sur son blog :**

www.quivontsurleau.com



3 janvier 2012 :

« Bonjour Gilbert,

La construction de Terralie notre Chatam 37 avance bien.

Le bateau est retourné, reste le roof et les (nombreux) détails du pont à faire.

(...)

Je te joins quelques photos du retournement de Terralie au cas ou cela peut t'intéresser pour les insérer dans la partie "photos et dessins techniques".





À préciser éventuellement deux méthodes que j'avais déjà expérimentées sur mes deux constructions précédentes et qui se sont confirmées une nouvelle fois:

Le bordage sur gabarit

avec des tôles de 12 mètres (en réalité, deux tôles de 6 mètres soudées au sol)

Je sais que tu ne m'avais déconseillé la pose sur gabarit, mais les Savoyards ont la tête aussi dure que les bretons... La condition est de ne pas utiliser du carton ou du contre-plaqué, mais un réseau de lattes de bois raides et qui filent bien droit.

Je ne peux que faire part de mon expérience, n'ayant pas les compétences pour expliquer pourquoi cela marche dans ce cas (car j'ai vu bien des échecs avec des gabarits en contreplaqué, ou pire en carton). Je suppose que c'est parce que dans le cas des lattes, le "nerf" est neutre, c'est en tous cas l'idée de départ. Associé avec un découpeur plasma, il suffit de déduire la largeur du chariot de coupe à la construction du gabarit. Ensuite on pose le gabarit sur la tôle préparée, et en trois quart d'heure, le bordé de 12 mètres est coupé...
D'autre part, les deux premiers bordés ont été posés à deux, la suite tout seul avec un portique...







Mise en place de la cloison de descente et du tableau arrière avec le bateau à l'envers.



Le pontage complet avec pose du cockpit, bateau à l'envers.

Pour la fabrication du pont à l'envers, c'est surtout pratique pour une personne seule: On est juste à la bonne hauteur sans avoir besoins de monter sur quoi que ce soit, et sans faire le singe en équilibre, etc, etc.

(Nota : bateau à l'envers ou sur le côté.)

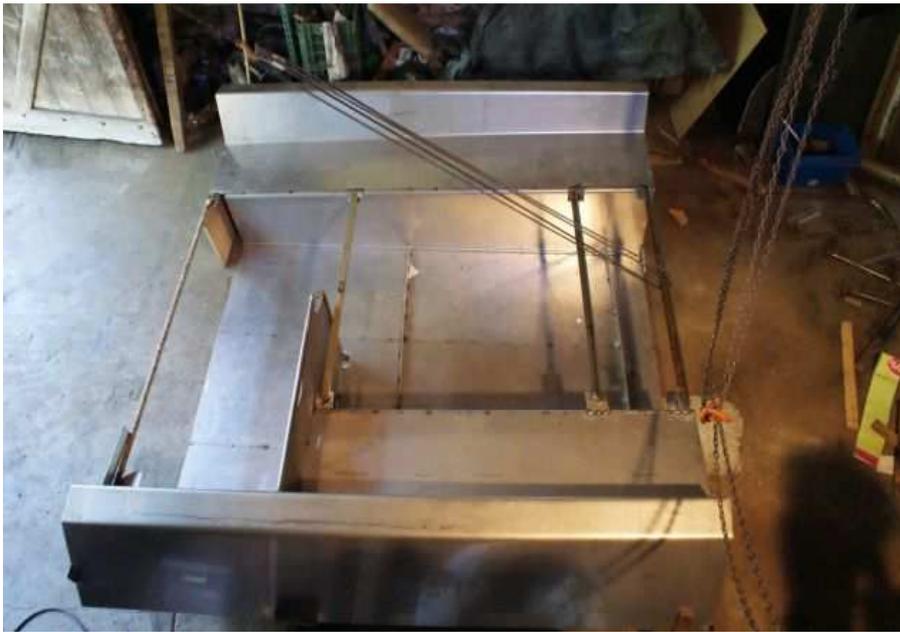






Fabrication maison d'une plieuse. Et réalisation du cockpit en inox par pliage.







Vérification du bon fonctionnement du moteur.



Je tenais à te faire profiter de ce retour d'expérience, et les constructeurs également.

(...)

Merci également au non de tous les constructeurs que nous sommes de mettre gratuitement à notre disposition les documents du HS sur la construction métallique!

**Amicalement,
Michel**

www.quivontsurleau.com

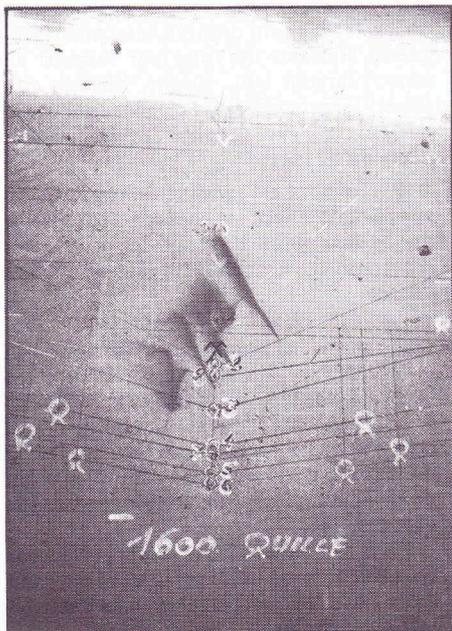


Photo D 11 : Détail de traçage.

une sorte de grille. Mais les couples de construction peuvent parfois être placés en-dehors de ces sections de dessin. L'architecte pourrait vous donner les cotes de dessin et vous dire de retracer le bateau en vraie grandeur, puis de déduire les cotes de construction.

Non !

L'architecte, dont c'est le métier, doit vous donner les cotes des sections de construction. Libre à lui d'utiliser n'importe quel moyen moderne pour les obtenir. Pour ma part, je loue pour les dessins les plus fouillés les services d'un ordinateur relié à une table à tracer. C'est assez coûteux, mais rapide. Et sauf erreur

de retranscription, cela donne des cotes très sérieuses et exactes.

Le travail de l'artisan ou de l'amateur consistera donc à tracer en vraie grandeur les profils des sections de construction. Ce que nous appellerons les transversales, étant sous-entendu « de construction ».

Sur la table à tracer décrite plus haut, il faut procéder selon la chronologie suivante, valable pour un bateau à double bouchain.

● 1 - Tracer le zéro de référence, horizontale de référence, parfois baptisée, selon les architectes : zéro de référence, flottaison (FI), flottaison lège ou en charge (FLC) ou en anglais : water line (WL). Pour ma part, je trouve que son rôle de zéro de référence convient bien.

● 2 - Tracer l'axe vertical (VV') perpendiculaire au zéro. A tracer au compas pour être bien certain que l'angle fait bien ses 90°.

La suite varie selon la façon dont le pont a été dessiné. Voici la méthode que j'ai mise au point en 1975, et qui est reprise souvent maintenant, tant elle simplifie et le dessin et les constructions. C'est la méthode du pont dit cylindrique, à ligne de bouge droite et horizontale.

● 3 - Mesurer les hauteurs du sommet du bouge par rapport au zéro de référence.

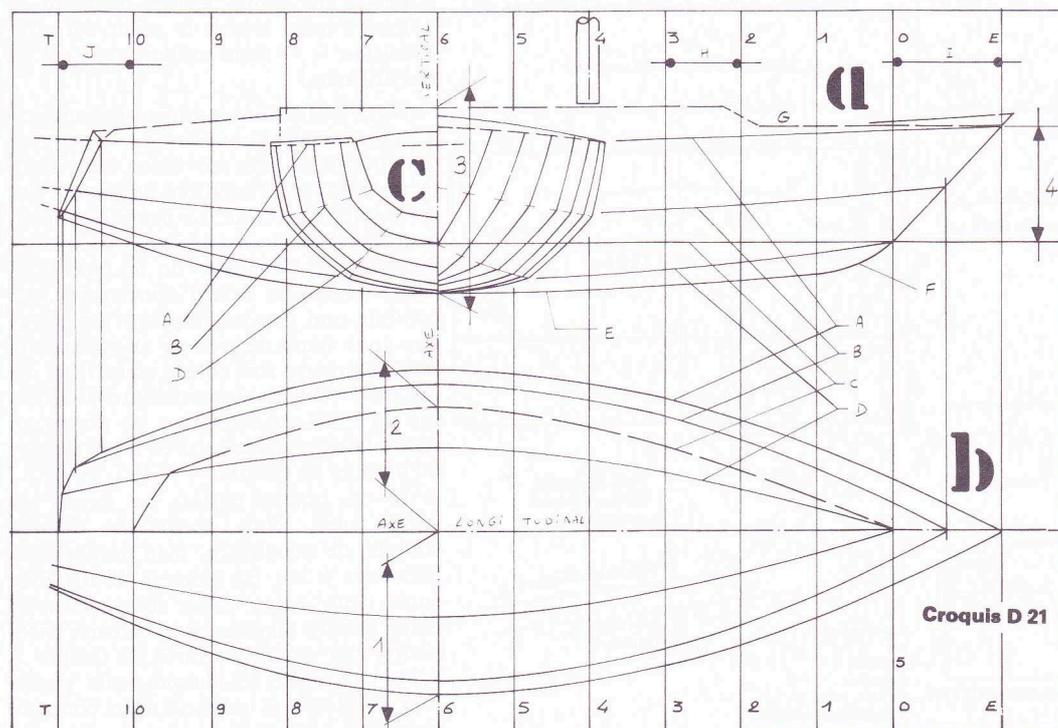
● 4 - Mesurer la hauteur du sommet du bouge, du ou des roof(s).

● 5 - Aller à l'autre bout du tracé (sinon du local !), chercher le centre de l'arc de cercle desdits bouges. Normalement,

c'est le même rayon pour le pont et les roofs ou un château-arrière. Le rayon restant le même, les centres sont donc à égale distance des sommets de bouge. Tracer les arcs de cercle avec une pointe au bout d'un cordeau ou d'une corde à piano peu extensible. On peut utiliser un décimètre en ruban d'acier, encore moins extensible ! On peut aussi tracer la courbe des roofs dans un espace plus grand et dégager et découper un gabarit dans un contre-plaqué. On reporte alors ce tracé en suivant le gabarit. Puisque le pont est cylindrique, tous les barrots ont le même rayon de cintrage. On peut donc, à la commande des tôles et des profilés, faire livrer les barrots dans lesquelles seront faits les barrots chez un serrurier qui les roulera en série sur une cintruse à profilés. Moyen rapide, peu coûteux et pas fatigant pour fabriquer les barrots ! Vous pouvez alors tracer la courbe de votre pont en suivant le contour d'un des barrots !

● 6 - On peut déjà reporter les largeurs du livet sur l'arc de cercle du pont.

● 7 - Et on peut tracer le pont tout entier. Je vous souhaite que l'architecte de votre bateau ait conçu des passavants de largeur constante, et un roof dont l'hiloire (les côtés) a une hauteur et une pente constantes. Ainsi, vous reportez le long du tracé du pont la largeur du passavant à chaque couple. Puis, vous remon- tez verticalement au niveau du roof et reportez toujours vers l'axe et le long du tracé du bouge du roof la pente de l'hiloire. Voilà. C'est fini pour le pont et le roof !



Légende

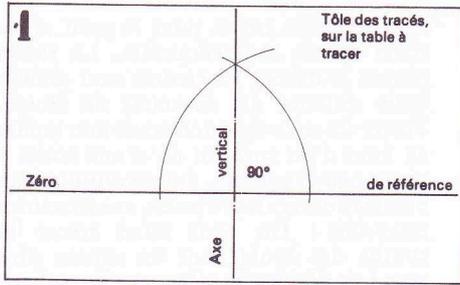
Formes d'un voilier à double bouchain

Exemple : 10,20 m

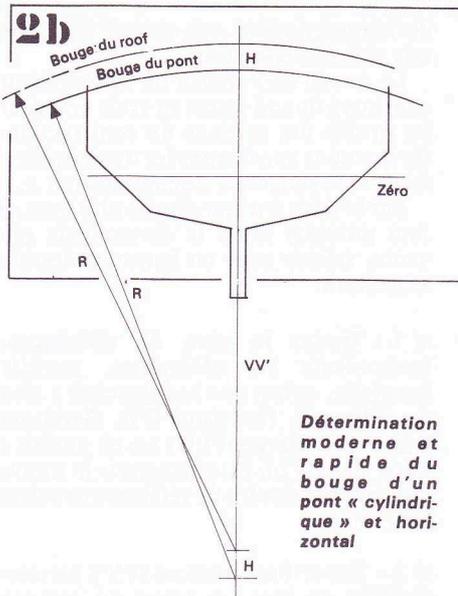
- A : Livet
- B : Brisure supérieure
- C : Zéro de référence
- D : Brisure inférieure
- E : Râblure, allonge de quille
- F : Brion
- G : Bouge de pont
- H : Intercouple constant
- I : Elancement avant
- J : Elancement arrière

- 1 : Bau maximum (au pont, ici)
- 2 : Bau à la flottaison
- 3 : Creux maximum
- 4 : Franc-bord avant

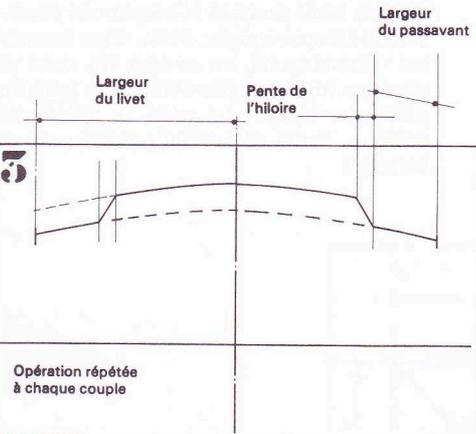
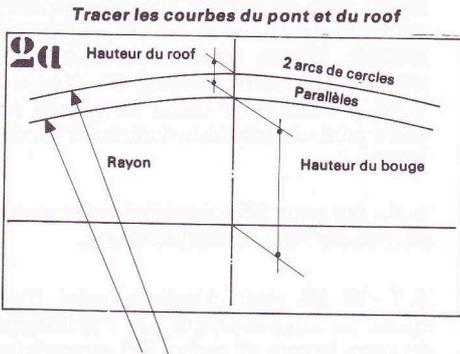
- a : Elévation, mesures verticales, hauteurs et profondeurs.
- b : Vue en plan, mesures horizontales, largeurs.
- c : Transversales. On ne doit relever ni valeur d'angle, ni longueur de segment sur cette vue dont peu savent qu'elle n'est guère laissée là qu'à titre de visualisation. On peut s'en servir pour les mesures des aménagements.



Croquis D 22 Tracer les axes

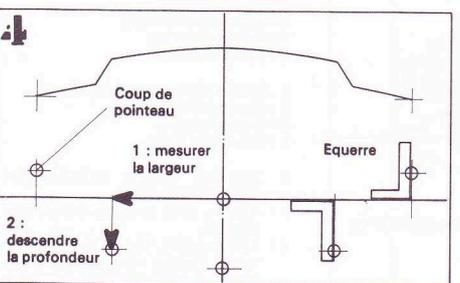
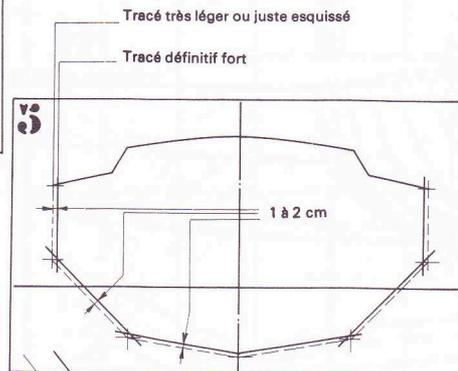


Détermination moderne et rapide du bouge d'un pont « cylindrique » et horizontal

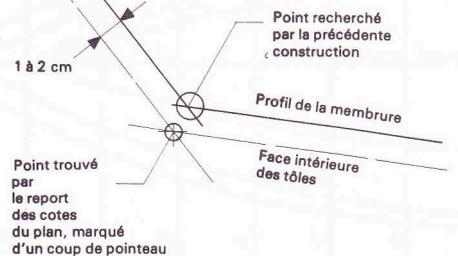


Profil du passavant et des hiloires de roof

Détermination du profil des membrures



— Mesure des points de brisure : angles intérieur tôles.
— Opération faite pour chaque couple.



● 8 - Alors, si vous voulez, vous pouvez tracer le cockpit d'après les cotes indiquées. Hauteur du fond par rapport au zéro ; largeur du fond ; hauteur du siège ; largeur du siège ; pente de l'écoulement de l'eau (capital !) ; hauteur et pente du dossier.

● 9 - Le pont est terminé de tracé. Cherchons maintenant les cotes de profondeur du bateau dans l'axe et reportons ces cotes sur la verticale VV' qui sert d'axe vertical.

● 10
A Cotons les points des brisures. Vous remarquez qu'il s'agit ici du tracé d'un bateau à double bouchain, type de coque le plus répandu à l'heure actuelle pour la construction amateur et artisanale. Pour un bateau à triple bouchain, il y a un point de plus à chaque couple, de chaque côté de l'axe.

Pour un bateau à fond plat (dériveur ou quillard), on reporte la cote de fond dans l'axe VV' et on mène une horizontale par ce point.

Pour mener des perpendiculaires aux axes (zéro et VV'), vous pouvez construire une équerre en contre-plaqué. Vous avez construit au compas l'angle droit de VV' sur le zéro ; servez-vous de ce tracé pour l'angle droit de l'équerre qui devra mesurer 1 mètre de grand côté et 60 cm de petit côté.

B Commencez par mesurer les largeurs des points de brisure le long du zéro ; brisure supérieure et brisure inférieure.

C Posez l'équerre angle droit le long du point ainsi mesuré. Remontez le long de l'équerre d'une distance indiquée sur le plan de formes comme hauteur de la brisure supérieure. Et en dessous du zéro, vous procédez de même pour la profondeur de la brisure inférieure. Marquez ces points d'une croix. Portez un coup de pointeau pour rendre le point définitif. Précision = ± demi-millimètre. Ce n'est pas difficile !

Nota : Maintenant, à peu près tout le monde travaille (amateurs, artisans) avec des structures dites sur lisses. Les architectes prennent l'habitude de donner des cotes intérieur bordé. Le profil des membrures est à 1 cm environ (selon les bateaux), à l'intérieur de la face intérieure du bordé. Il faut donc tracer leur contour non pas en joignant les points que vous venez de trouver et qui sont la face intérieure des tôles, mais 1 cm en dedans ! Vous pouvez améliorer la lisibilité du tracé en entourant les points au feutre jaune ou orange et en les désignant du numéro du couple (— 1, 0, 1, 2, etc.).

● 11 - A quatre pattes, au milieu de votre tracé, vous considérez chaque tronçon de membrure, bien perpendiculairement à lui. En général, la distance entre deux points d'un même couple, entre brisure supérieure et brisure inférieure, par exemple, varie de 0,90 m à 1,20 m. A partir de chaque point repéré tout à l'heure et marqué d'un coup de pointeau, vous mesurez 1 cm vers vous.

Les varangues

de réglage à prévoir. Il est soudé aux lisses et au fer de quille. Puis on pose la cornière qui est nécessaire à la triangulation de l'ensemble varangue.

Cornière et lisses sont percées comme les membrures et les barrots de trous d'un large diamètre pour recevoir les tasseaux de support des aménagements et du vaigrage.

VARANGUES EN TOLE PLIEE

Un artisan et tout constructeur professionnel pouvant plier des tôles aura largement intérêt à faire des varangues en tôles pliées. Le bord rabattu aura une largeur de 30 à 50 mm. Les tôles auront une épaisseur de 4 à 6 mm pour des bateaux de 8 à 14 m. Cette fois, il faudra déterminer la hauteur des planchers avant de découper les tôles et de les plier. Il ne faut pas oublier d'y découper les encastrement de lisses, celui du fer de quille, et d'ouvrir des anguillers, notamment de part et d'autre du fer de quille, en coupant l'angle inférieur du V de la varangue.

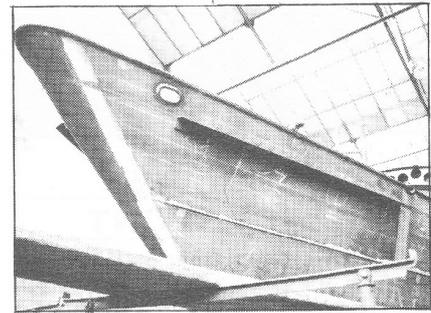


Photo D 44 : Cornière de tenue des tôles lors du soudage du pont au pavois, au chantier Meta.

tôle pliée, il est facile de la dessiner telle qu'elle touche le fond du bordé et soit ainsi jugée étanche. Les encastrement sur les lisses sont ajustés et soudés. Il n'y a pas d'anguiller, bien entendu.

Dans le cas d'une varangue en plats, on peut poser les plats sur le dessus des lisses et compléter les espaces fermant le niveau de la hauteur des lisses par des rectangles de tôle de 4 mm.

Vous lirez dans le chapitre sur les cloisonnements étanches que pour avoir une étanchéité parfaite, il faudrait couper les lisses et les ressouder de part et d'autre des varangues. Mais on considère que dans le cas présent l'étanchéité n'a pas été réalisée pour de fortes pressions de liquides, et que le montage proposé plus haut convient.

Je rappelle simplement qu'on attend le retournement du bateau pour placer les varangues travaillant ainsi à l'aise dans le fond du bateau. (Photos D 45 et D 46. Croquis D 113 à D 115).

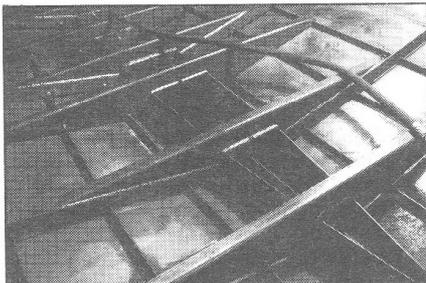


Photo D 46 : Varangues en tôles pliées sur construction artisanale.

25

LES VARANGUES

Vous l'avez lu au début de ce manuel de construction amateur ou artisanale de bateaux en acier, les varangues sont des renforts du fond de la coque encaissant les efforts de la quille et raidissant la poutre que constitue la coque. J'avais calculé qu'une poutre coque du type du *Stervenn* ou de l'*Île Disko* résistait sans bouger à un effort de flexion de plus de 40 tonnes. Le rôle des varangues est important et ces fers ne sont pas à négliger. Comme ils ne sont en fait solidaires que du fond de la coque et du fer de quille, si elles étaient posées lorsque le bateau est à l'envers, elles seraient suspendues sous les lisses. Mieux vaut les mettre en place après le retournement.

VARANGUES POUR CONSTRUCTION AMATEUR

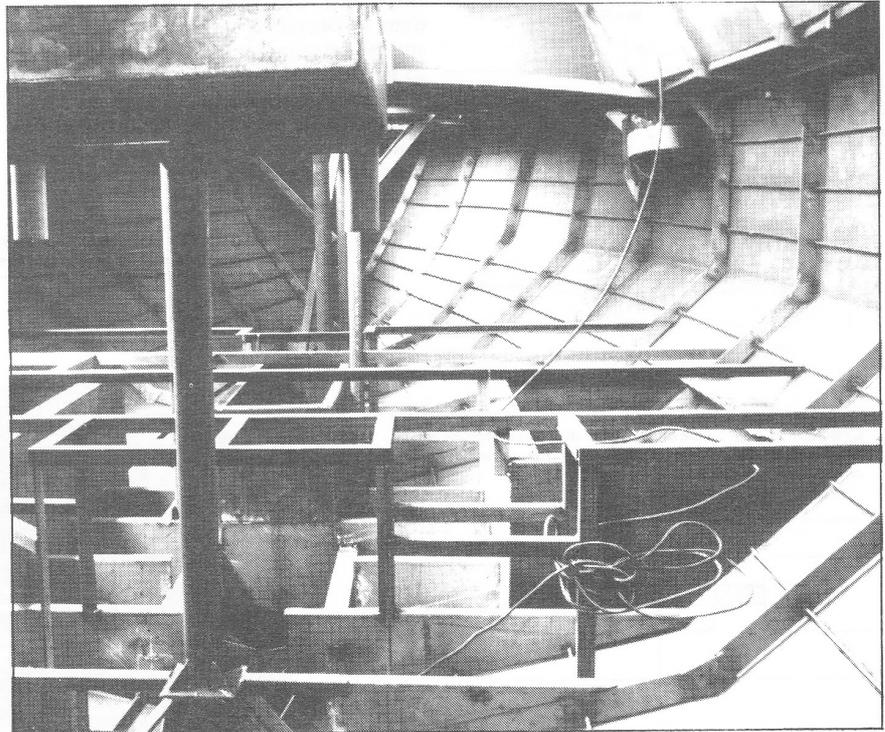
Les varangues sont constituées de deux tronçons de fer plat de même échantillonnage que les membrures. Ces tronçons sont reliés entre eux par une cornière en L qui sert aussi de support des planchers à moins que ceux-ci soient placés très haut dans le cas d'un aménagement à salon de pont, par exemple.

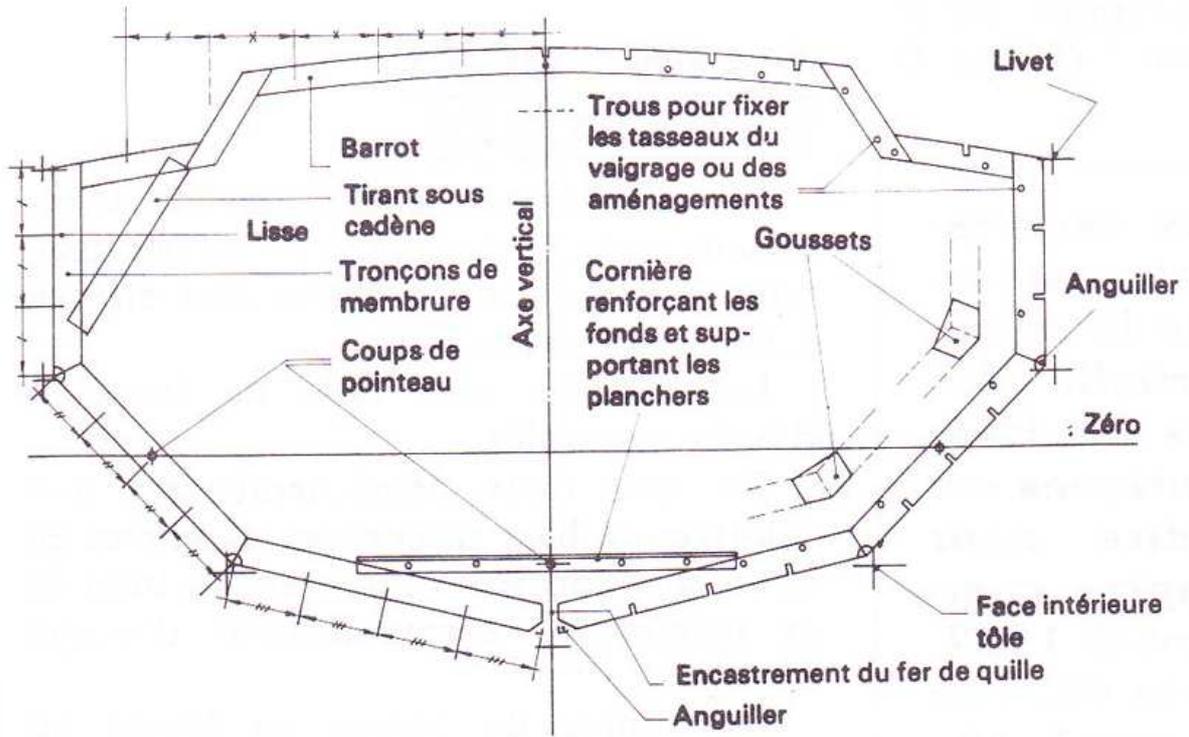
Chaque tronçon est posé et encastré dans les lisses après que les encoches qui leur sont destinées aient été découpées. Inutile dans ce cas de découper plus que l'enfoncement théorique car il n'y a guère

VARANGUE ETANCHE

La réglementation de la Marine marchande française impose pour les bateaux construits en France des varangues étanches en avant et en arrière du moteur. En place sous un cockpit central, on lui placera une varangue rendue étanche de part et d'autre. En cockpit arrière, on se contente en général d'une varangue en avant du moteur. Dans le cas d'une varangue en

Photo D 45 : Structure d'un salon de pont. Varangues et cornières de support des planchers.

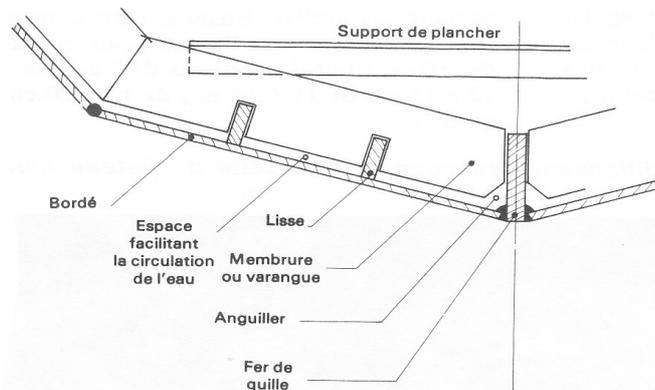




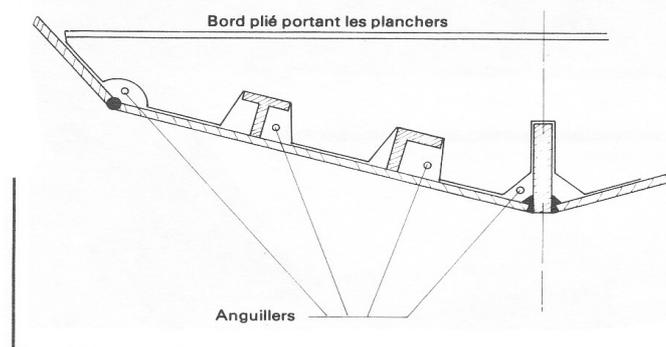
Croquis D 26 : Détails à prévoir sur un couple avant de le découper, le « prépeindre » et de le dresser sur le marbre.

260

Croquis D 113 : Anguiller dans une structure en fers plats.

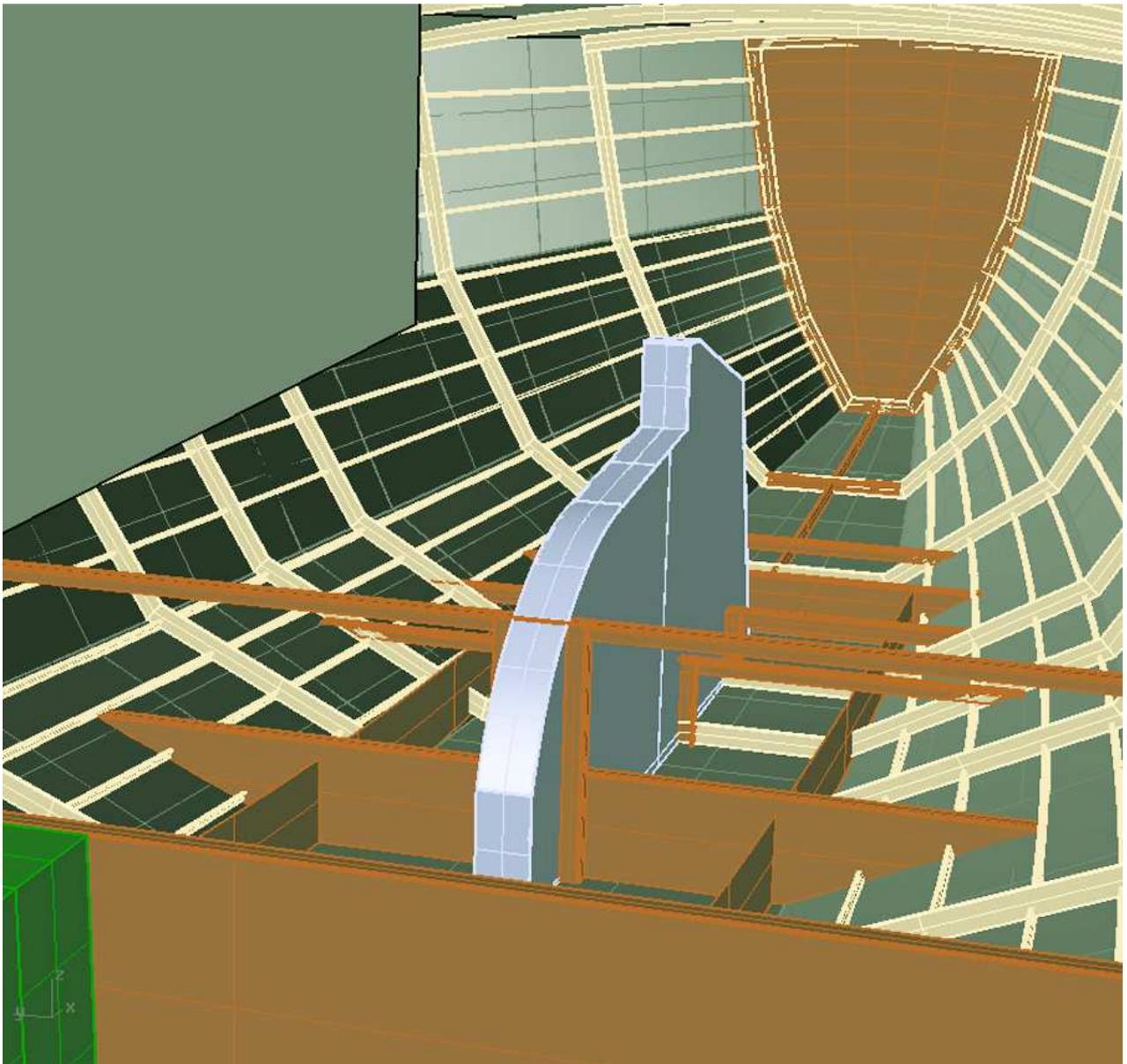


Croquis D 115 : Anguillers dans une varangue non étanche, en tôle pliée, avec lisses en L ou en T.

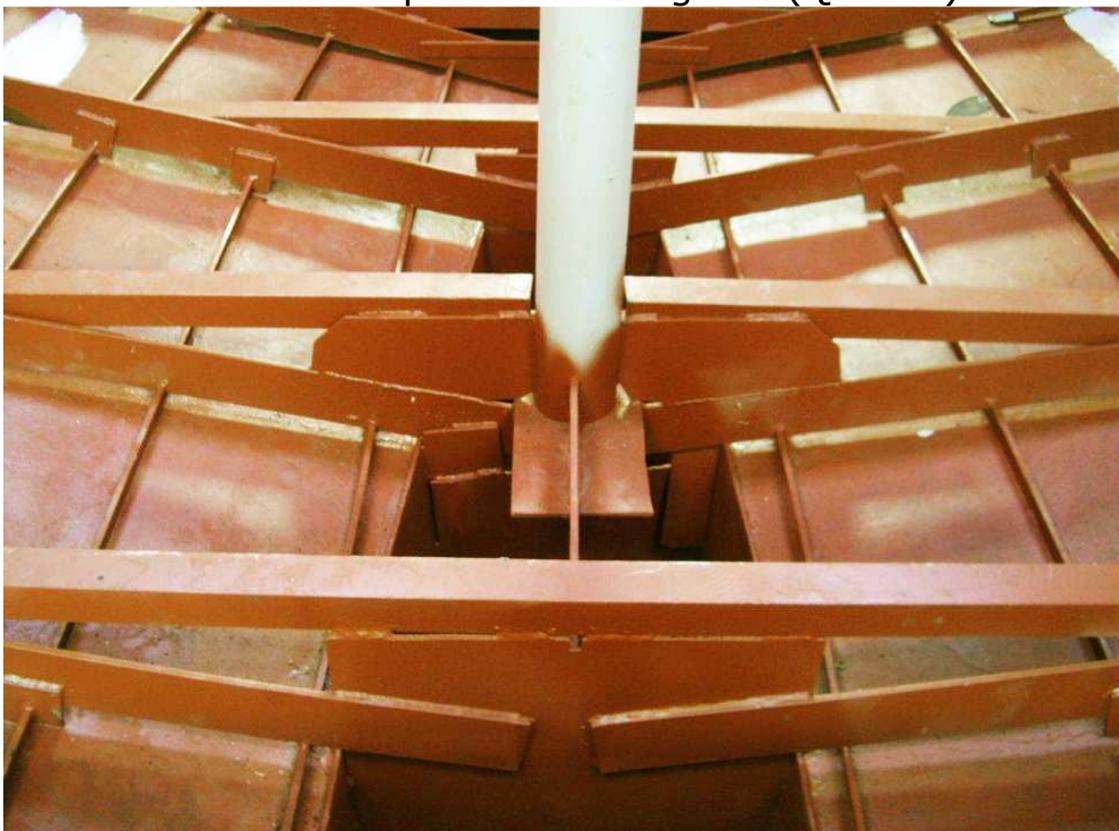


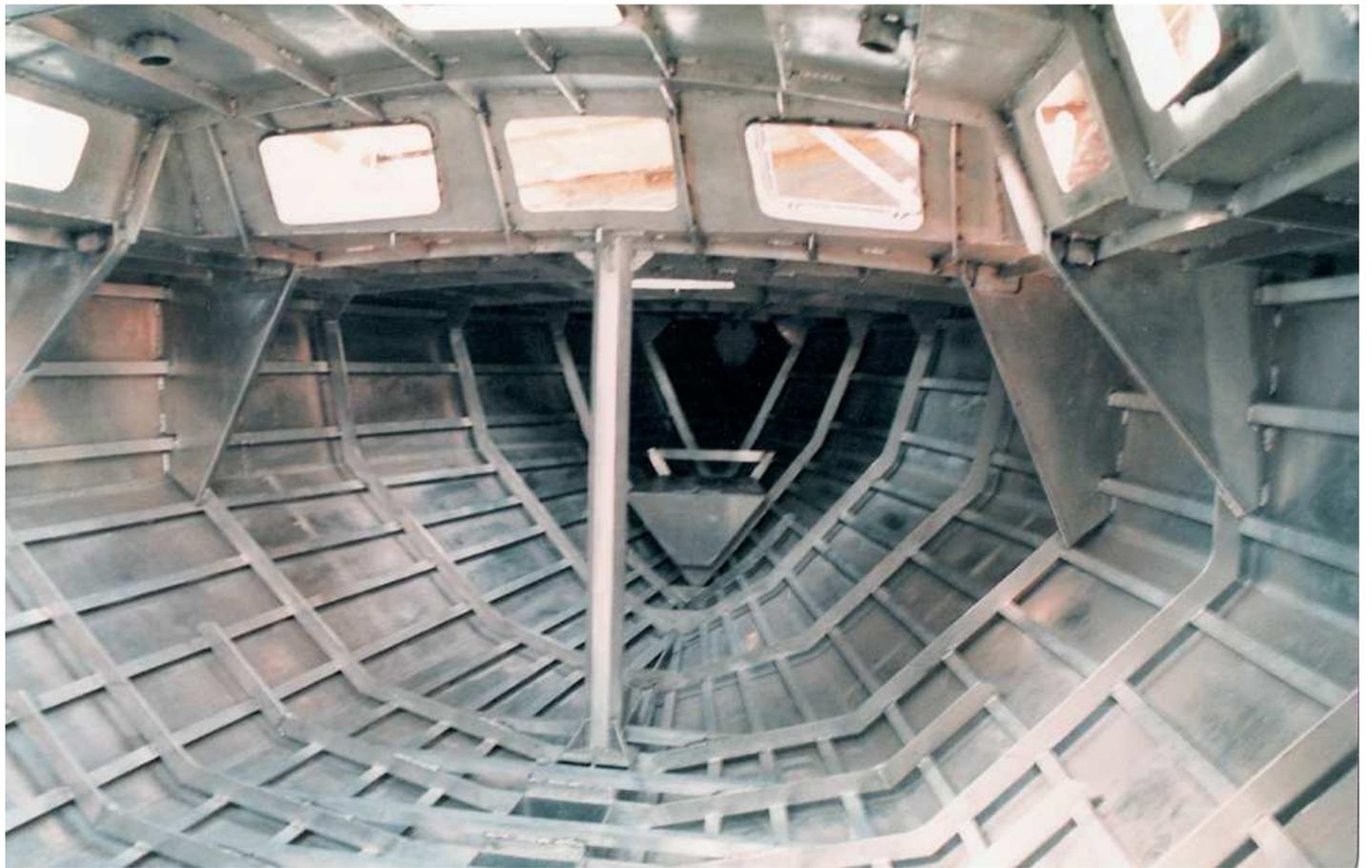
300





Vue réalisée par André Langevin (Québec)





Quillards



Ber moteur et varangue moteur étanches

