

Jean Claude LAJOUS

27 Rue de Callong

11500 QUILLAN

Tel : 06 81 05 85 38

René VILLERET
PDF Compressor Free Version

LES VOILIERS RADIOCOMMANDÉS

CLASSE 1 mètre

CLASSE M

1999

PDF Compressor Free Version

PRÉFACE

Au nom de tous nos camarades "voileux", merci René pour ton ouvrage "Les voiliers radiocommandés", c'est avec émotion et fierté que je l'ai feuilleté passionnément dès sa réception pendant deux heures oubliant même mon repas. Cet ouvrage est destiné à tous nos camarades, qui bien que n'étant plus des débutants ont encore à parfaire leurs connaissances, il doit trouver sa place chez tous nos camarades coureurs, mais également chez tous les amoureux de la voile grandeur, ils y trouveront de nombreux conseils qui leurs permettront de grignoter quelques places.

Pour entreprendre un tel ouvrage il faut avant tout aimer la mer, et vouloir la servir car sans elle il n'y aurait pas de bateaux. C'est tout à ton honneur René et je suis comblé d'être ton ami.

*Guy Carpier
Régatier et modéliste
Capitaine de la Marine marchande
Pilote maritime*

SOMMAIRE

PDF Compressor Free Version

PREFACE

SOMMAIRE

LE DESSIN DES VOILIERS RADIOCOMMANDÉS

- 5 - Être modéliste, c'est être créatif.
- 5 - Un guide spécifique pour le dessin des VRC.
- 5 - Descriptif, nota et commentaires pour le processus de tracé.
- 6 - Dessin des réseaux de lignes. Mise en page.
- 7 - Les lignes représentatives d'une carène. Dessins n° 1 et n° 2.
- 8 - Caractéristiques moyennes des VRC. Tableau.
- 9 - Dessins n° 3 et n° 4. Positions des couples. Maîtresse section.
- 9 - Volume et poids du plomb.
- 10 - Coordonnées d'un point, dessin.
- 11 - Devis de poids. Dessin n° 5 étrave et tableau arrière.
- 12 - Lattes et plombs, dessin. Voûte arrière, dessin.
- 13 - Dessin n° 6. Tracé des formes de contour de la coque.
- 15 - Dessin n° 7. Couples 0, 2, 8, 10.
- 15 - Dessin n° 8; Lignes d'eau et diagonales.
- 16 - Volumes moyens des VRC (Carène, dérive, etc...) Tableau.
- 17 - Dessin n° 9. Couples 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9. Volume de carène.
- 19 - Flottaison en eau douce et en eau de mer.
- 19 - Dessin n° 10. Centre de carène. Coefficient prismatique.
- 21 - Volume et centre de carène, méthode Tchebychev.
- 23 - Dessin n° 11. Implantation de la dérive et du safran.
- 25 - Dessin n° 12. Le pont et les aménagements intérieurs.
- 27 - Dessin n° 13. Carène à bouchains.
- 27 - Dessin n° 14. Maîtresse section.
- 29 - Dessin n° 15. Tracé du bouchain.
- 29 - Dessin n° 16. Couples de l'avant, à bouchain.
- 30 - Dessin n° 17. Couples de l'arrière, à bouchain.
- 31 - Le voilier et les vagues.
- 33 - Le voilier à la gîte.
- 33 - Quelle théorie en voile radiocommandée ?

TECHNIQUES POUR UNE COQUE MOULÉE

- 35 - Une progression technologique.
- 35 - Avantages et contraintes.
- 37 - Le processus dans son ensemble : qualité d'abord.

LA FORME

- 39 - La préférence, une forme bois.
- 39 - Prudence, prudence.
- 39 - Le découpage des couples.
- 41 - Le montage des couples sur le chantier.
- 41 - Couples d'étrave et de tableau arrière.
- 43 - Le contrôle de lissage.
- 43 - Le lattage de la carène et du franc bord.
- 45 - Le lattage du pont.
- 47 - Un pont évolutif.
- 47 - Des ouvertures dans le pont.
- 47 - Le marquage.
- 49 - Le plan de joint.
- 49 - Le support du moule.
- 49 - Les conditions de travail.
- 51 - Une finition sans défaut.
- 55 - Une finition renforcée.
- 55 - Construction de la forme. Récapitulatif.

LE MOULE

- 57 - Un matériau composite pour le moule.
- 57 - Les renforts : des fibres et tissus de verre.
- 59 - Un liant : la résine polyester.
- 59 - Les catalyseurs-durcisseurs et les accélérateurs.
- 59 - L'association verre et polyester.
- 61 - Le gel coat.
- 61 - L'indispensable démoulant.

- 61 - Comment se procurer tous les produits.
- 63 - Avant la mise en œuvre.
- 63 - L'emploi du démoulant.
- 65 - Installation de la forme à mouler.
- 65 - Du gel coat d'abord.
- 67 - La stratification des moules.
- 69 - La polymérisation.
- 69 - Précautions avant de procéder au démoulage.
- 70 - La stratification des moules. Récapitulatif.
- 71 - Un moment passionnant : le démoulage.
- 71 - Les imperfections dans la stratification du moule.

LE MOULAGE

- 73 - Les techniques de moulage.
- 73 - Le carbone et le kevlar.
- 75 - La résine époxy et le durcisseur.
- 77 - Les préparations avant le moulage.
- 77 - La première application dans le moule.
- 79 - Le système verre-polyester pour une coque.
- 79 - Le système kevlar-carbone ou verre-kevlar pour une coque.
- 81 - La stratification.
- 83 - La polymérisation.
- 83 - L'assemblage des coques moulées en deux parties.
- 84 - Coque à pont plat et coque à pont encastré.
- 84 - Le démoulage, phase finale très attendue.
- 84 - L'origine des défauts de moulage.
- 85 - L'étrave, la défense, le tableau arrière.
- 85 - Le tube pied de mât.
- 87 - Le puits de dérive et le boîtier pied de mât.
- 87 - Les barrots de pont.
- 87 - Le moulage de la coque. Récapitulatif.

DERIVES ET SAFRANS

- 89 - Soignez vos appendices.
- 89 - La connaissance du fluide : l'eau.
- 91 - Les écoulements autour des appendices.
- 93 - La couche limite.
- 93 - Couche limite et règle de course ISAF 1997 /2000.
- 95 - La résistance de forme.
- 95 - Résistance de frottement.
- 95 - Géométrie d'une dérive ou d'un safran.
- 97 - Eléments de rendement d'un appendice.
- 99 - La forme générale du profil.
- 101 - Le choix d'un profil.
- 103 - Profils pour une dérive.
- 103 - Profils pour un safran.
- 109 - Le dessin du profil.
- 111 - Le dessin de contour du plan de dérive.
- 113 - Le dessin de contour du plan de safran.
- 114 - Tableau des caractéristiques du plan antidérive.
- 115 - Plan anti dérive et stabilité.
- 117 - TECHNIQUES DE RÉALISATION
- LA DÉRIVE
- 119 - Elle est soumise à des contraintes.
- 121 - En préalable, confectionner les gabarits des profils.
- 121 - Fabriquer une dérive en bois massif.
- 123 - Construire une dérive en contreplaqué.
- 123 - Une dérive en alliage d'aluminium, rare en VRC.
- 125 - La dérive préférée des modélistes est en stratifié.
- 125 - Un noyau dans le sandwich.
- 125 - Les composants du stratifié : renforts tissus et résine.
- 127 - La procédure de fabrication sous presse.
- 129 - La fidélité des formes d'une dérive moulée.
- 129 - Choix de la fixation de la dérive sur la coque.
- LE LEST
- 131 - Moulage et fixation du plomb.
- LE SAFRAN
- 133 - Les techniques de construction.

LA RADIOCOMMANDE

- 135 - Les caractéristiques d'une radiocommande pour voilier.
 136 - Le principe de fonctionnement.
 137 - Modulation d'amplitude et modulation de fréquence.
 139 - La pratique de l'émetteur en VRC.
 141 - Le récepteur et son antenne.
 143 - L'utilisation des servomoteurs.
 145 - Les batteries d'accumulateurs.
 145 - La charge des batteries d'accus.
 147 - Le contrôle de charge des batteries en navigation.
 147 - L'installation de la radio à bord du voilier.
 149 - Des trappes et des panneaux.
 151 - Le montage de la gouverne.
 151 - Le réglage de la commande de gouverne.
 152 - Les circuits d'écoute des voiles, dispositions communes.
 153 - Le réglage de la commande des voiles.
 155 - Circuit d'écoute à élastique de rappel.
 155 - Circuit d'écoute en continu.
 157 - Radiocommande du réglage des voiles, gréement à balestron.
 157 - Radiocommande du réglage des voiles, gréement traditionnel.

LES VOILES

- 159 - Les qualités des tissus et matériaux utilisés.
 160 - Le fil de tissage.
 160 - Le tissu à voile.
 161 - Le mylar, un tissu composite.
 161 - Un film polyester, le starlit.
 161 - Le papier calque polyester.
 162 - Les rubans adhésifs double face.
 163 - Le choix des tissus.
 163 - Un patron pour les voiles.
 164 - Schéma de mesure des voiles classe 1 mètre.
 165 - Les points de mesure des voiles classe 1 mètre.
 165 - Tracé des voiles d'un classe 1 mètre.
 166 - Les points de mesure des voiles classe M.
 167 - Schéma de mesure des voiles classe M.
 168 - Dimensions des voiles classe M. Exemples.
 169 - Tracé des voiles classe M.
 169 - La coupe préparatoire des tissus.
 170 - Quels creux pour les voiles ?
 171 - La forme des profils.
 172 - L'assemblage des pinces.
 172 - L'assemblage à main levée.
 173 - L'assemblage avec la règle de rond de coupe.
 174 - Des moules pour les voiles.
 175 - L'assemblage avec des gabarits.
 175 - L'assemblage à l'aide d'un moule.
 175 - L'assemblage avec une forme modulable.
 177 - Les renforts sur le foc et la grand-voile.
 178 - La finition des voiles.
 178 - La conservation des voiles.
 180 - Les dimensions des voiles de classe M. Hypothèses.
 181 - Exemple de calcul des voiles de classe M.
 182 - Calcul de surface additionnelle, voiles classe M.
 183 - Les marques d'identification des voiles.
 184 - Classe M, mesures transversales du foc.
 185 - Classe M, mesures transversales de la grand-voile.

LES GRÉEMENTS

GÉNÉRALITÉS

- 187 - Concilions la théorie et l'expérience pratique.
 189 - Que faut-il penser des efforts dans un gréement ?
 191 - Comment contrôler le flambage du mât.
 191 - Améliorer l'aérodynamisme d'un gréement.
 193 - Le mât à section circulaire est le plus simple.
 195 - Un mât rond à gorge pour une voile à ralingue.
 195 - Les mâts profilés sont presque parfaits, mais...
 197 - Un mât dont le cintre est contrôlé.
 197 - Les gréements hybrides font rêver.

- 199 - Un mât droit a ses raisons et ses exigences.
 199 - La quête du mât est-elle nécessaire ?
 201 - Les bons principes font les bons gréements.
 LE GRÉEMENT TRADITIONNEL
 203 - Le pied de mât poser sur le pont, une disposition avantageuse.
 203 - Cale d'étambrai et jambe de force.
 203 - Le mât traversant le pont demande une implantation précise.
 205 - Le vit-de-mulet avec ou sans différentiel.
 205 - Robustesse pour la bôme de voile.
 205 - Hale-bas ou pousse-bas ?
 207 - Tête de mât et pataras, sans oublier la girouette.
 207 - L'étai, la bôme et la balancine constituent la triangulation du foc.
 209 - Haubans et barres de flèche, à utiliser modérément.
 209 - Le gréement courant.
 LE GRÉEMENT À BALESTRON
 211 - Le principe.
 211 - Le mât carbone s'impose.
 213 - Les bômes forment la base du gréement.
 213 - La tête de mât, le pataras et la girouette.
 215 - L'étai, la bôme et la balancine sont-ils indispensables au foc ?
 217 - Le gréement courant.
 217 - Le balestron bloqué, un mariage sans joie.

BOUKI

- 219 - Votre premier voilier radiocommandé est un classe 1 mètre. - Plan détaillé, 4 feuilles.

NIMBUS

- 223 - Un classe M qui a des principes. - Plan détaillé, 2 feuilles.

EQUILIBRES ET REGLAGES DU VOILIER

- 229 - Où la théorie alimente la pratique.
 229 - Un "peigne" pour la carène.
 231 - Processus de relevé des formes des couples.
 233 - L'étagement des centres de voilure.
 234 - Recherche du centre de voilure, méthodes.
 235 - Recherche du centre de voilure classe M, méthode empirique. Coefficients de calcul.
 236 - Pratique de l'équilibre longitudinal. Procédure.
 237 - Le centre de gravité du voilier. Procédure.
 238 - L'équilibre transversal.
 238 - Moment de renversement et moment stabilisant.
 239 - Analyse de la stabilité transversale.
 240 - Le risque d'enfournement.
 241 - Le réglage des voiles. Procédure.
 242 - Observer le vent et choisir les voiles. Echelle de Beaufort.
 243 - Mise à l'eau du voilier, ultimes réglages. Test au près.
 244 - Parachever les réglages.
 245 - Test d'aptitude au virement de bord.
 245 - A propos de pilotage.

ANNEXE 1 - CHANGEMENT DE DÉRIVE

- 249 - Surfaces anti dérive et leurs centres.
 250 - Remplacer une dérive - Conserver l'équilibre du voilier.
 251 - Nouvelle dérive, nouveau safran.
 252 - Nimbus bis.
 253 - La position du centre anti dérive.
 254 - Poids et surface mouillée.
 255 - Voiles et pilotage dans le petit temps. Polyvalence.

PDF Compressor Free Version

*J'exprime ici ma gratitude à tous ceux avec qui
j'ai eu le plaisir de régater.*

*Aux nouveaux adeptes de la voile radiocommandée
je souhaite beaucoup d'inspiration et de réussite.*

LE DESSIN DES VOILIERS RADIOCOMMANDÉS

PDF Compressor Free Version

ÊTRE MODÉLISTE, C'EST ÊTRE CRÉATIF

La pratique du modélisme voile radiocommandée - VRC - conduit à nous intéresser à des techniques variées, celles d'un ensemble architectural : le voilier.

C'est justement cette architecture du voilier qui est ici l'objet de nos préoccupations car elle n'en finit pas d'évoluer au gré de notre imagination et des techniques nouvelles. Tous les modélistes VRC voudraient avoir le meilleur bateau qui soit, c'est évident. Mais beaucoup d'entre nous sont contraints à piloter des bateaux dont les coques sont identiques, hormis quelques détails.

D'un côté c'est une solution de facilité, bien qu'il faille par la suite positionner correctement les appendices et le gréement. D'un autre côté c'est une frustration de ne pouvoir piloter SON bateau, même si dans un premier temps les performances devraient être banales. Mais le bonheur d'avoir créé, concrétisé, la satisfaction et le plaisir d'avoir mené à bien ses idées, c'est déjà une belle victoire !

Tous les adeptes voile sont d'accord pour dire, et constater, que le bateau idéal n'existe pas. Certaines qualités étant exploitées au détriment d'autres qualités. Cette observation, c'est tout ce qui fait l'aventure, la passion, le côté excitant de la voile toujours en constante évolution, la voile radiocommandée n'y échappe pas. Alors profitons-en d'autant que nous sommes à même d'intervenir facilement sur nos modèles.

UN GUIDE SPÉCIFIQUE POUR LE DESSIN DES VOILIERS RADIOCOMMANDÉS

Le dessin d'un voilier radiocommandé présente au modéliste une difficulté majeure, celle de ne pouvoir disposer d'un guide spécifique. Le but de cette publication est de combler cette lacune et d'apporter les éléments pratiques et théoriques nécessaires à la conduite du tracé d'une coque et à l'implantation de la dérive, du safran et du gréement.

Il est bon de pouvoir démarrer un projet et de le mener à bon terme sur des bases établies selon des données générales. Mais les intentions d'un modéliste, désireux de dessiner des formes s'écartant de celles exposées, sont compréhensibles par son désir de créer. Il lui faudra quand même agir avec discernement dans un tracé qui s'ajuste petit à petit.

Les moyens simples dont on peut disposer pour le dessin seront utilisés : crayon à pointe fine, gomme, règles, équerre, triple décimètre, baguettes et épingles ou mieux lattes et plombs (instruments d'architecte naval) et petite calculette de poche.

DESCRIPTIF, NOTA ET COMMENTAIRES POUR LE PROCESSUS DU TRACÉ

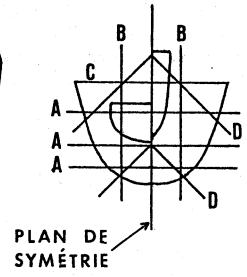
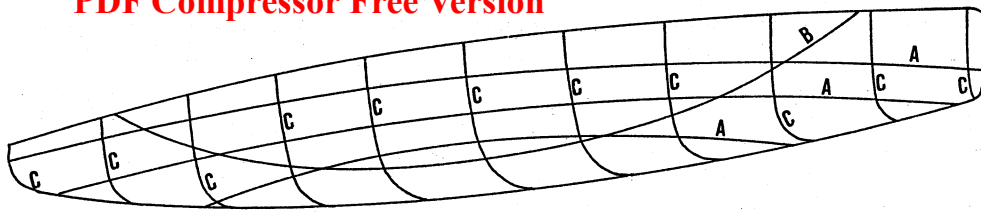
L'ensemble du processus est divisé en une suite de dessins constituant des étapes successives. Les dessins sont accompagnés d'un descriptif des tracés à exécuter qui est suivi d'un nota concernant la pratique du dessin, puis de commentaires théoriques se rapportant aux sujets du dessin, basés sur les classes M et 1 mètre. Les textes sont parfois accompagnés d'exemples de calculs appliqués, de figures et de tableaux facilitant les choix et la compréhension du tracé.

En ce qui concerne les VRC, le dessin est exécuté à l'échelle 1 de préférence, que l'on dessine un classe M ou un classe 1 mètre. Toutefois, si cela pose un problème d'instrumentation ou d'espace disponible, l'échelle 1/2 est acceptable, sauf pour le tracé des couples.

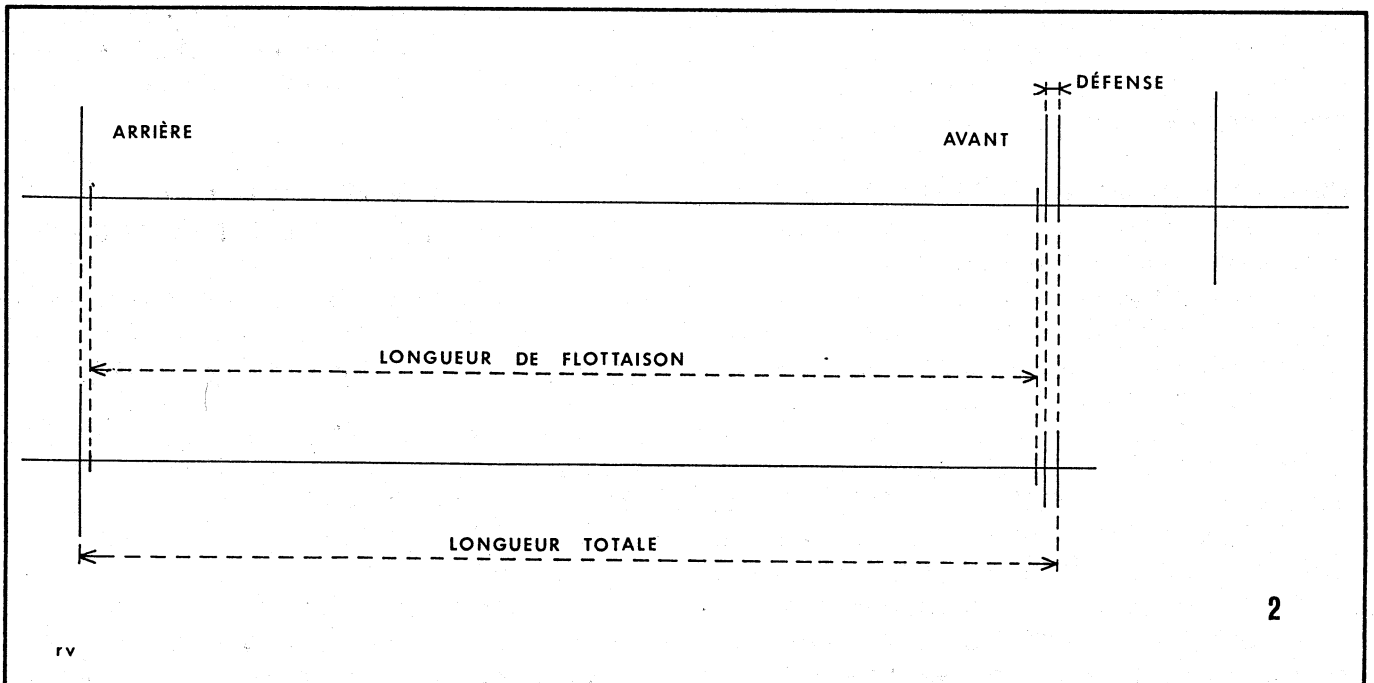
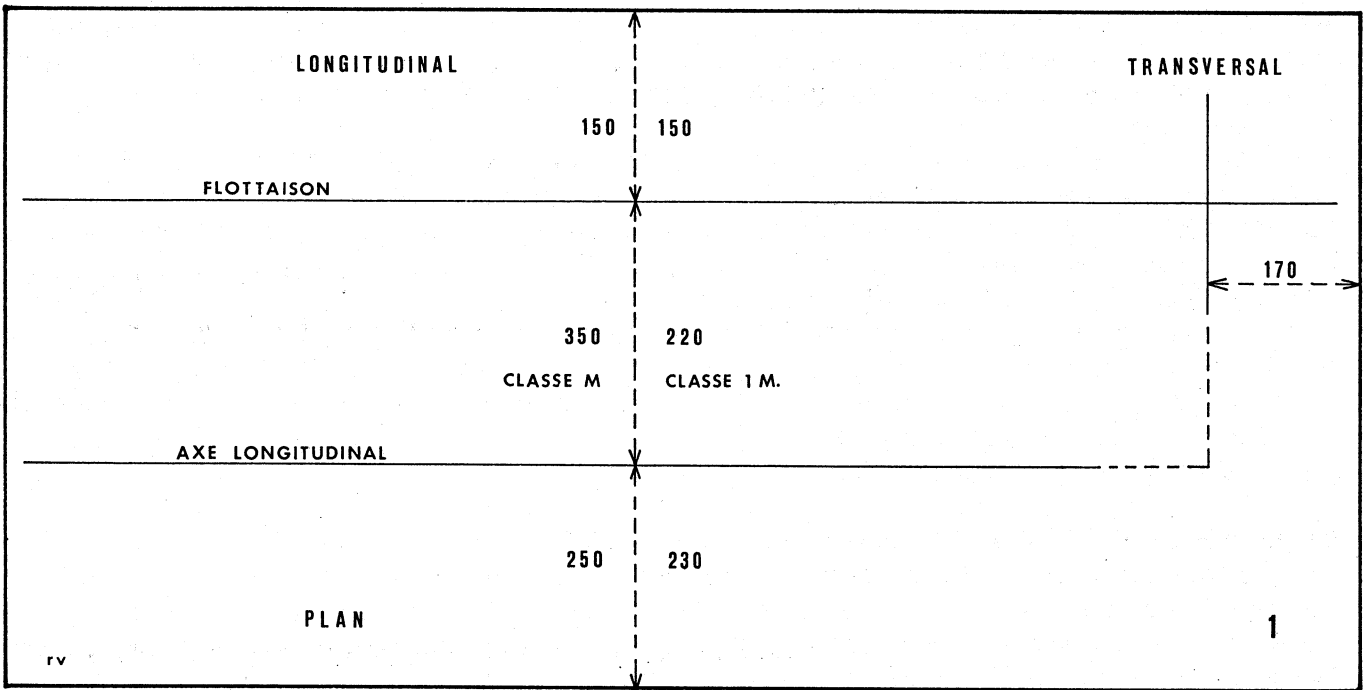
Tous les tracés étant susceptibles d'être effacés, rectifiés, retracés, ils sont exécutés au crayon. Seuls les traits en continu du dessin n° 3 sont éventuellement tirés à l'encre. Les traits en pointillés ne seront jamais dessinés sur votre projet, ils sont tracés dans ce document pour indiquer des continuités ou des correspondances de position entre les vues. Les cotations et les écritures sur les dessins sont inscrites pour la clarté des textes, chacun appréciera la nécessité de les faire figurer.

A RÉSEAUX DE LIGNES

PDF Compressor Free Version



rv



LES LIGNES REPRÉSENTATIVES D'UNE CARÈNE

Le volume d'une carène est représenté sur les dessins des formes par quatre réseaux de lignes, figure A :

- A - **Les lignes d'eau**, parallèles à la flottaison, elles définissent des plans horizontaux.
- B - **Les longitudinales**, parallèles au plan de symétrie de la carène, elles définissent des plans verticaux.
- C - **Les couples**, perpendiculaires à la flottaison et au plan de symétrie.
- D - **Les diagonales**, tracées sur la maîtresse section à un angle de 90°, elles permettent de vérifier le balancement, c'est-à-dire la régularité des lignes des trois vues de l'ensemble.

DESSIN n° 1

Prévoir une feuille de papier permettant la disposition des trois dessins : le longitudinal, le plan, le transversal : classe M 1700 x 750 mm et classe 1 mètre 1300 x 600 mm.

Descriptif : tracer,

- a) la ligne de flottaison sur les vues en longitudinal et en transversal,
- b) l'axe longitudinal de la vue en plan,
- c) l'axe longitudinal de la vue en transversal, perpendiculaire à la flottaison.

Nota : Cette disposition des vues est conventionnelle. L'axe longitudinal matérialise un plan vertical de symétrie. la vue en transversal peut être déplacée sans inconvénient.

DESSIN n° 2

Descriptif : tracer sur le longitudinal et le plan,

- a) les perpendiculaires avant et arrière de la longueur totale,
- b) l'épaisseur limite de la défense,
- c) les limites avant et arrière de la flottaison.

Nota : Conventionnellement l'avant est dessiné vers la droite.

Commentaires : La longueur totale est définie par les règles de jauge. La longueur de la flottaison est un libre choix, elle intervient dans la formule de vitesse théorique limite que peut atteindre le voilier par forte brise.

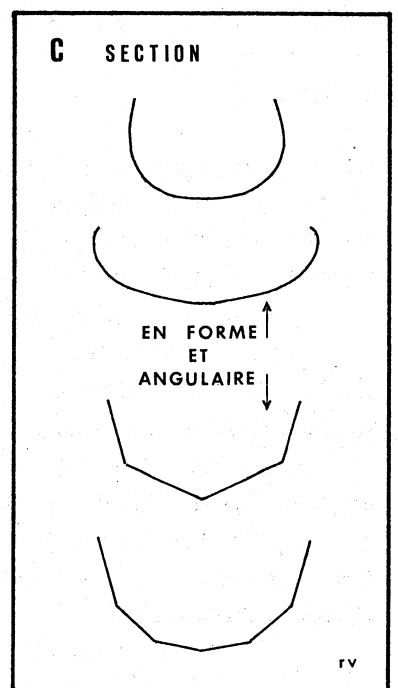
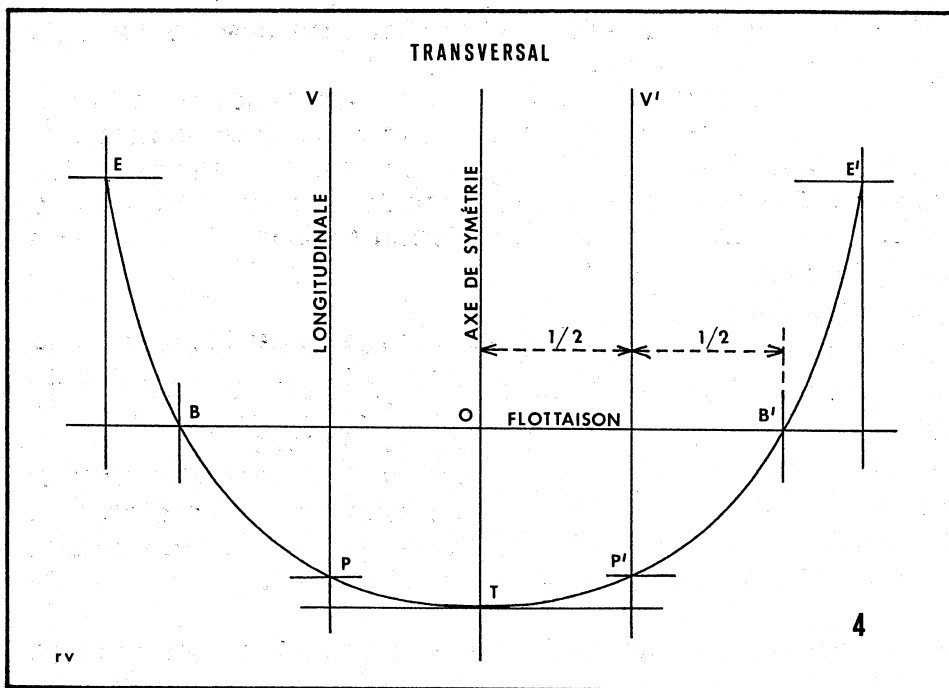
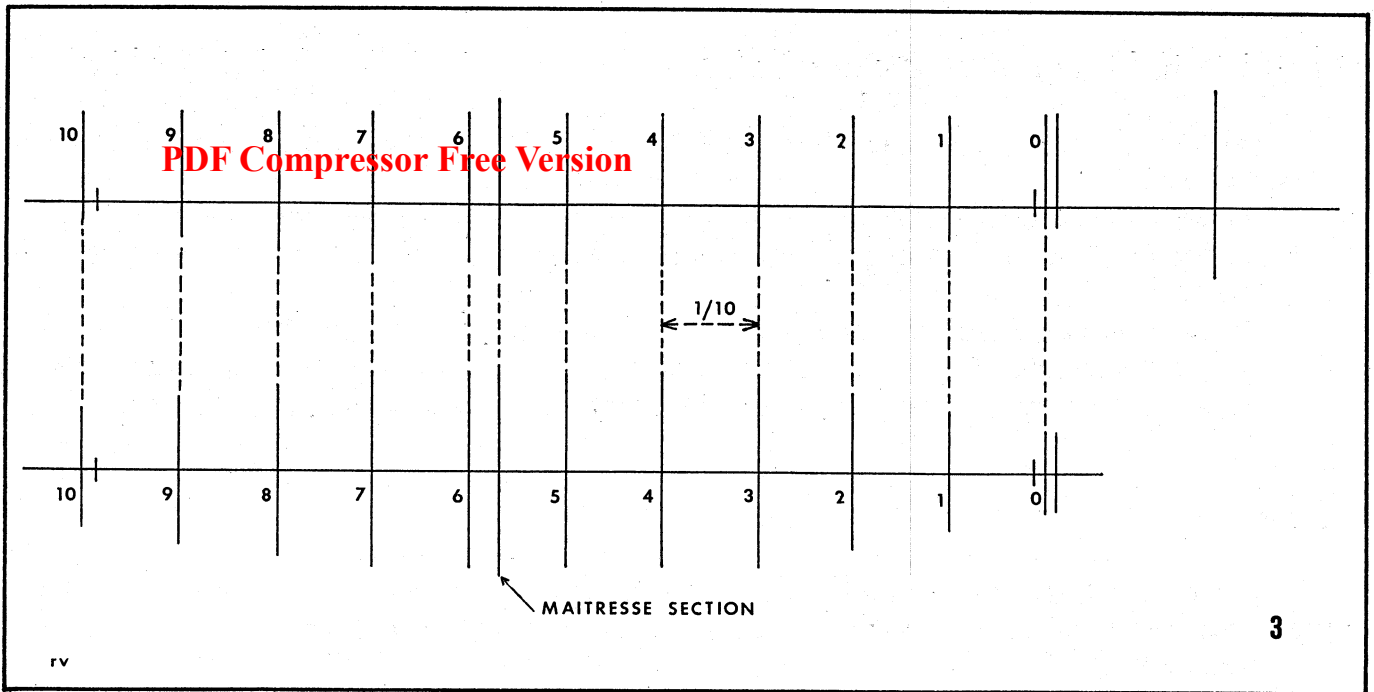
La formule V / \sqrt{L} est appelée degré de vitesse R (V étant la vitesse en mètres/seconde et \sqrt{L} étant la racine de la longueur de flottaison en mètres). On tire de cette formule que $V = R \sqrt{L}$, sachant qu'aux vitesses lentes R est inférieur à 0,5 et qu'il atteint 1,5 environ au déjaugeage, pour arriver à 3 au planing, allure quasiment jamais atteinte avec les voiliers radiocommandés.

Si l'on considère $R = 2$, la vitesse théorique d'un classe M sera de 2,24 m/s, soit 8,064 Km/h pour une flottaison de 1,260 m. Pour un classe 1 mètre la vitesse théorique sera de 2 m/s, soit 7,200 Km/h. A la comparaison de ces deux vitesses, on a donc intérêt à ce que la flottaison soit la plus longue possible, tout en restant dans la jauge.

Ce qui fait la vitesse, c'est le déplacement du bateau par rapport à la longueur de flottaison et l'aptitude du voilier à porter de la voile. Le déplacement, c'est le volume d'eau déplacé par les parties immergées du bateau selon le principe d'Archimède : "Tout corps plongé dans un liquide subit une poussée verticale de bas en haut, égale au poids du volume déplacé".

Le rapport déplacement/longueur de flottaison est généralement défini par le "coefficient de finesse globale" : $\psi = \Delta / L^3$ (delta Δ est le déplacement du bateau, L^3 la longueur de flottaison calculée au cube).

Plus le coefficient ψ sera bas, moindre sera la résistance de vagues au fur et à mesure de l'accroissement de R le degré de vitesse. Pour l'obtenir il faut agir sur l'une ou les deux parties de la formule par une diminution de Δ le poids total du bateau et/ou une augmentation de L la longueur de flottaison. Exemples : $4,700 \text{ Kg} / 1,260^3 \text{ m} = 2,349$ et $4,500 \text{ Kg} / 1,280^3 \text{ m} = 2,145$.



B - CARACTÉRISTIQUES MOYENNES DES VRC ACTUELS

CLASSE	DEPLACEMENT Δ Kg	LEST Kg	LONGUEUR FLOTTAISON L dm	LARGEUR FLOTTAISON B dm	PROFONDEUR CARENE T dm	PROFONDEUR INTERMEDIAIRE P dm	COEFFICIENT Z	SECTION MAX. CARENE dm ²
M	4,700	3,300	12,60	1,65	0,48	0,83 T	0,47	0,600
1 METRE	4,050	DERIVE + LEST 2,400	9,80	1,90	0,50	0,75 T	0,43	0,650

rv

DESSIN n° 3

Descriptif : sur les vues en longitudinal et en plan,

- diviser la longueur totale, moins la défense, en 10 parties égales,
- numéroté chaque perpendiculaire en partant de 0 et de la droite,
- positionner la maîtresse section.

Nota : Les perpendiculaires représentent la position numérotée des 11 couples qui seront dessinés sur la vue en transversal et serviront à la construction.

Commentaires : La maîtresse section est celle qui représente la plus grande surface. D'une manière générale elle est positionnée aux environs de 55-60 % de la longueur de flottaison. Ce qui la situe entre les couples n° 5 et n° 6, avec une tendance vers le n° 6 pour les voiliers à gréement traditionnel. Cette maîtresse section est aussi appelée maître couple ou maître bau.

DESSIN n° 4

Descriptif : dessin de la maîtresse section sur la vue en transversal,

- repérer la largeur de flottaison BB',
- repérer la profondeur de carène T,
- tracer les deux longitudinales V et V' divisant OB et OB' en deux parties égales,
- repérer les profondeurs P et P' sur les longitudinales,
- repérer les hauteurs du franc bord E et E',
- esquisser la forme de la maîtresse section.

Nota : L'esquisse de la maîtresse section est d'abord faite à main levée avec un tracé léger que l'on affine ensuite. Les bureaux d'architectes navals disposent d'une série de pistolets utilisés dans le tracé des courbes irrégulières. Pour le modéliste une simple règle déformable type "cobra" de 30 centimètres suffit au tracé définitif.

Commentaires : Habituellement les modélistes se basent sur certaines mesures, déterminantes à leur avis, des qualités d'un voilier : la largeur maximum à la flottaison, le poids total du bateau, et le poids du lest. En réalité, B la largeur maxi de la flottaison est liée à la profondeur de carène T (sous la flottaison) et à la forme choisie. La surface de carène de la maîtresse section en dépend. En première approximation se servir d'une relation mathématique empirique entre les dimensions, telle que :

$$\Delta = L \times B \times T \times Z \quad \text{d'où } B = \Delta / (L \times T \times Z) \quad \text{et } T = \Delta / (L \times B \times Z)$$

Le déplacement du bateau Δ est exprimé en Kg, et L la longueur de flottaison, B la largeur maxi de la flottaison, T la profondeur de carène sont exprimés en décimètres. Les mesures en décimètres sont en correspondance directe avec le poids : 1 dm³ d'eau = 1 Kg. Le coefficient Z est égal à 0,47 pour le classe M et à 0,43 pour le classe 1 mètre.

Les caractéristiques moyennes indiquées dans le tableau B sont des valeurs indicatives à partir desquelles le dessin des formes se structure. Il est nécessaire d'établir un devis de poids, et si l'on est pas sûr de soi, mieux vaut prévoir un peu plus de volume qu'être trop faible. Certaines carènes calculées trop justes supportent mal une augmentation de charge ou de lest.

Le devis de poids prend en compte tous les éléments constitutifs du bateau. Le volume de carène se calcule en considérant le volume total correspondant au poids total du devis, moins le volume des appendices et du lest, tableau H. Exemple :

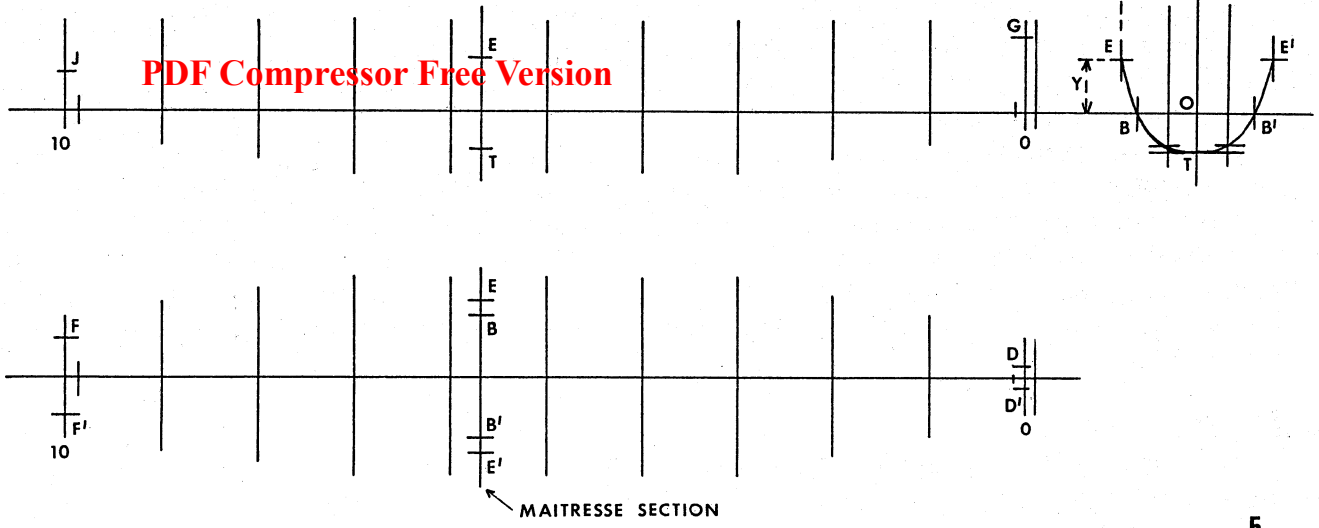
$$\text{Poids total du devis } 4,700 \text{ kg} = 4,700 \text{ dm}^3 - 0,150 \text{ (dérive)} - 0,040 \text{ (safran)} - 0,290 \text{ (lest)} = 4,220 \text{ dm}^3$$

Quant à la forme des sections, c'est selon le projet envisagé, figure C. La condition importante est la continuité des formes permettant un passage de l'eau avec le moins de perturbations possibles. C'est pourquoi un voilier à formes rondes sera, toutes choses égales, supérieur à un voilier à formes angulaires, dont par ailleurs le choix peut s'imposer par raison d'économie.

POIDS ET VOLUME DU PLOMB

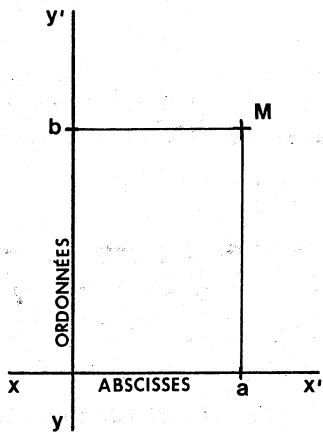
2,000 kg = 0,176 dm ³	2,500 kg = 0,221 dm ³	3,000 kg = 0,265 dm ³
2,100 " = 0,185 "	2,600 " = 0,230 "	3,100 " = 0,274 "
2,200 " = 0,194 "	2,700 " = 0,238 "	3,200 " = 0,283 "
2,300 " = 0,203 "	2,800 " = 0,247 "	3,300 " = 0,292 "
2,400 " = 0,212 "	2,900 " = 0,256 "	3,400 " = 0,345 "

PDF Compressor Free Version



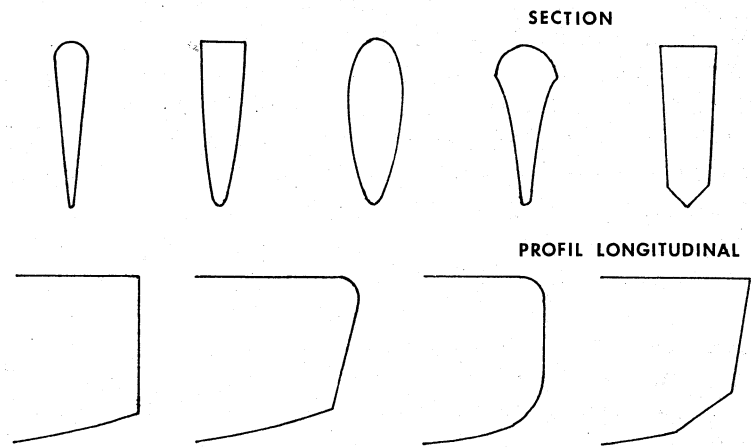
5

D COORDONNEES D'UN POINT



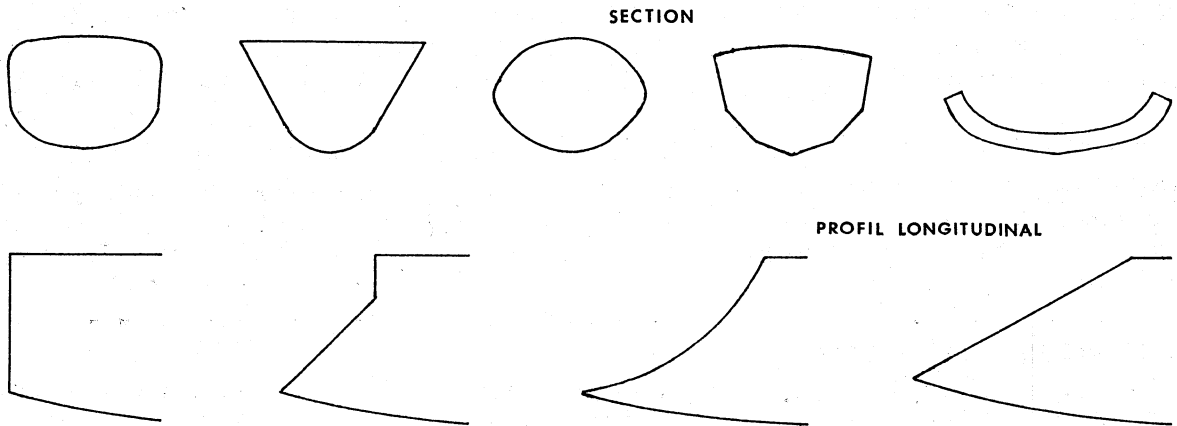
rv

CH FORME D'ÉTRAVE . EXEMPLES



rv

CK FORME DE TABLEAU ARRIÈRE . EXEMPLES



rv

EXEMPLE DE DEVIS DE POIDS, CLASSE M

Coque.....	: 205 g	Safran.....	: 45 g
Pont + barrots.....	: 158 g	Dérive.....	: 155 g
Pied de mât.....	: 37 g	Lest.....	: 3400 g
Défense + collages.....	: 42 g	Gréement A.....	: 290 g
Récepteur.....	: 35 g	" A1.....	: 350 g
Treuil.....	: 92 g	" B.....	: 370 g
Servo barre.....	: 43 g	" C.....	: 350 g
Poulie treuil + barre.....	: 18 g	" C1.....	: 340 g
Antenne + fils + filoirs.....	: 25 g	" C2.....	: 310 g
Accus 6volts, 600 mAh....	: 130 g	" B1.....	: 240 g
Total coque.....	: 785 g	TOTAL (gréement B):	4755 g

DESSIN n° 5

Descriptif : sur la vue en longitudinal, repérer,

- la profondeur de carène T, sur la maîtresse section,
- la hauteur de franc bord E, sur la maîtresse section,
- la hauteur d'étrave G sur le couple 0,
- la hauteur du tableau arrière J sur le couple 10, prolongement de la droite GE.

Sur la vue en plan, repérer,

- la largeur de la flottaison BB' sur la maîtresse section,
- la largeur du pont EE' sur la maîtresse section,
- la largeur de l'étrave DD' couple 0, au niveau du pont,
- la largeur du tableau arrière FF' couple 10, au niveau du pont.

Nota : Différents points définis sur la vue n° 4 de la maîtresse section, sont reportés sur les deux autres dessins, le plan et le longitudinal, soit à l'aide d'un triple décimètre, soit en utilisant un compas à pointes sèches. relever les coordonnées pour chaque point, "x" pour le plan et "y" pour le longitudinal. Etre le plus précis possible.

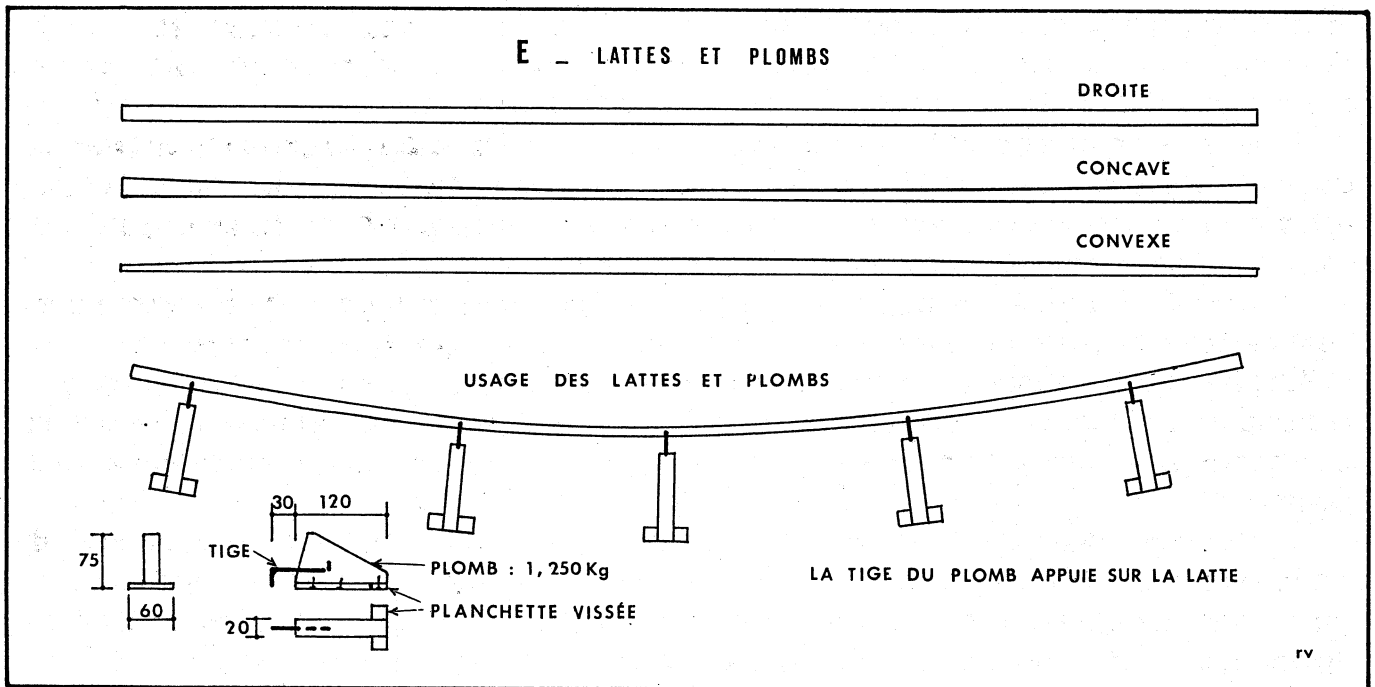
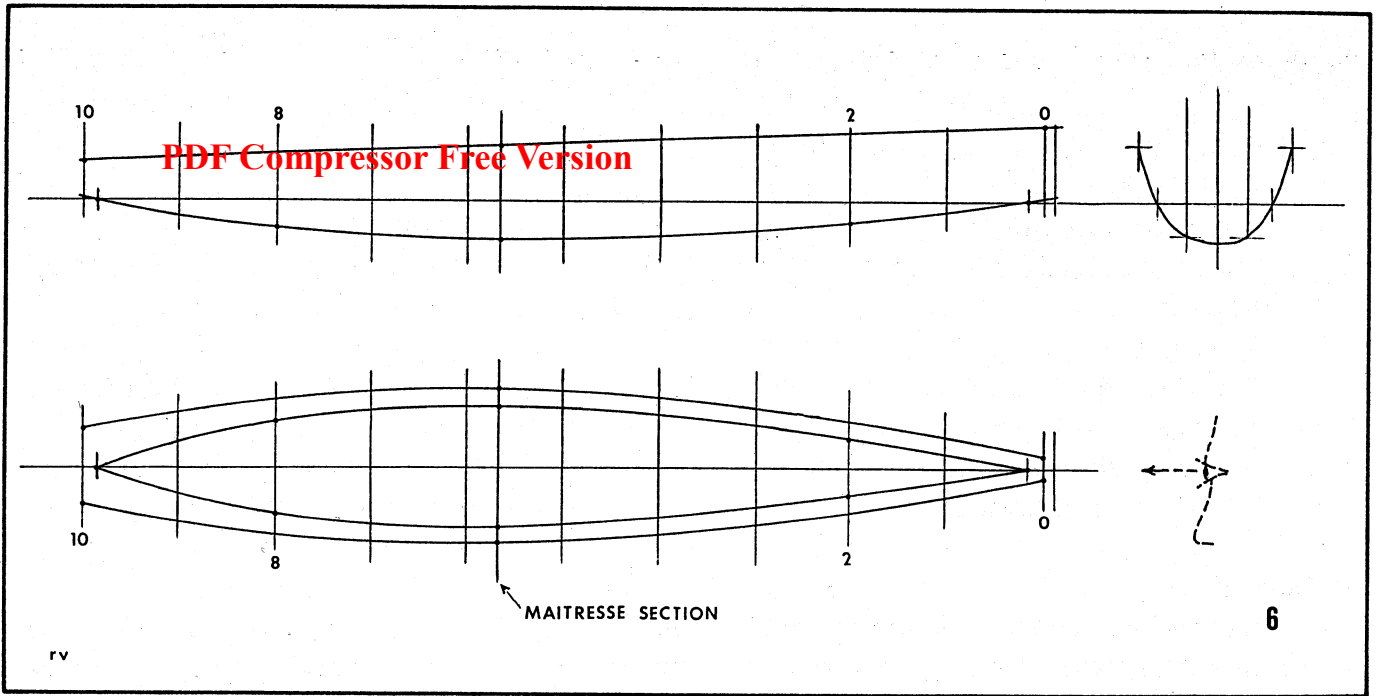
La figure D précise ce que sont les coordonnées d'un point, car il faut constamment les repérer sur un dessin et les reporter sur un autre. La position d'un point M par exemple, est déterminée dans un plan lorsqu'on connaît ses projections a et b sur les droites xx' et yy', rectangulaires entre elles. L'axe xx' est l'axe des abscisses ou des x, et l'axe yy', l'axe des coordonnées ou des y. L'abscisse et l'ordonnée d'un point sont les coordonnées de ce point.

Commentaires : Les dimensions de l'étrave couple 0, et du tableau arrière couple 10, découlent d'un choix délibéré de la forme générale du bateau voulue par l'architecte, et aussi dans une certaine mesure, de la forme de la maîtresse section. Il en résulte ainsi de l'élégance et de l'harmonie des lignes du bateau, ce qui aux yeux de certains est d'importance égale à la recherche d'un maximum de performance. Rien n'empêche d'ailleurs d'allier les deux, et malgré des formes venant parfois de modes passagères, de rester dans des lignes fluides.

Précisons cependant que la hauteur d'étrave conditionne quand même l'aptitude du bateau à passer le clapot ou à s'opposer à l'enfournement, deux situations désagréables en navigation. Sur les classes M on relève des hauteurs d'étrave aux alentours de 90 mm, mais il y en a à 120 et d'autres à 50. La classe 1 mètre présente plus de standardisation avec des étraves aux environs de 70 mm.

Quant au tableau arrière, attention au volume qu'on lui donne, surtout si l'on souhaite y loger l'ensemble radio.

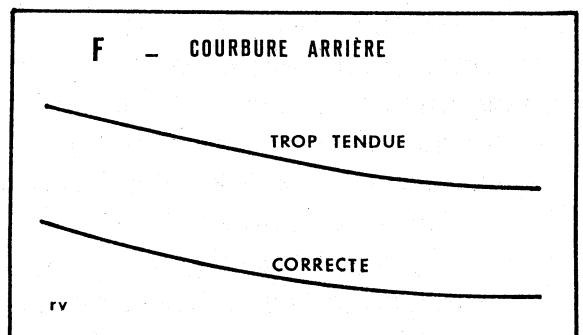
Le pont est ici considéré plat et rectiligne, mais son tracé définitif se fera par la suite, dessin n° 12, lorsque l'étude de la carène sera terminée.



G - PAR RAPPORT A LA MAITRESSE SECTION

CLASSE	COUPLE N° 2		COUPLE N° 8	
	LARGEUR FLOTTAISON B	PROFONDEUR CARENE T	LARGEUR FLOTTAISON B	PROFONDEUR CARENE T
M	60 %	75 %	80 %	70 %
1 METRE	55 %	60 %	85 %	70 %

rv



DESSIN n° 6

Descriptif : en passant par les points précédemment définis, dessin n° 5,

- a) tracer le contour de la coque sur la vue en longitudinal,
- b) tracer le pont et la flottaison sur la vue en plan.

Nota : Le pont et la flottaison sont dessinés des deux côtés de l'axe de la vue en plan. On a ainsi une bonne vue de l'ensemble et en regardant les lignes par une extrémité, on s'assure de la régularité du trait.

En architecture navale on utilise pour le tracé des grandes courbes, des instruments spécifiques : des lattes souples transparentes et des plombs, figure E. A défaut, des baguettes de samba maintenues par des poids ou des punaises font l'affaire, les baguettes pouvant être profilées aisément. Trois types de lattes sont utilisées, une à bords parallèles, une avec un bord concave et une troisième dont un bord est convexe. Leurs longueurs doivent permettre de tracer les lignes d'un seul geste.

Commentaires : A ce stade du dessin, l'importance et la répartition des volumes avant et arrière se définit. Ces volumes dépendent de la courbure des lignes de flottaison sur la vue en plan et de fond de carène sur la vue en longitudinal.

On constate en général des lignes avant tendues, non pincées et présentant une courbure légèrement convexe sans changement brusque, fluides à l'œil et à la main. La forme des élancements avant a une importance prépondérante dans la marche au près.

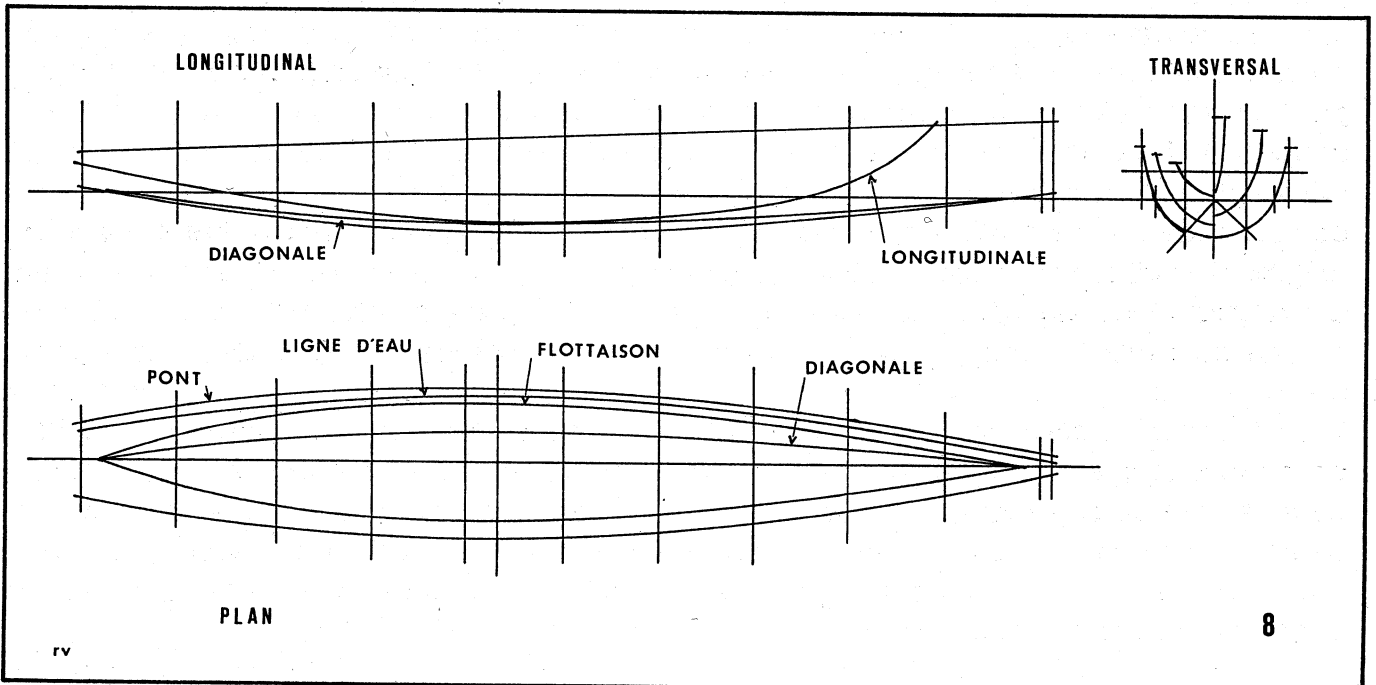
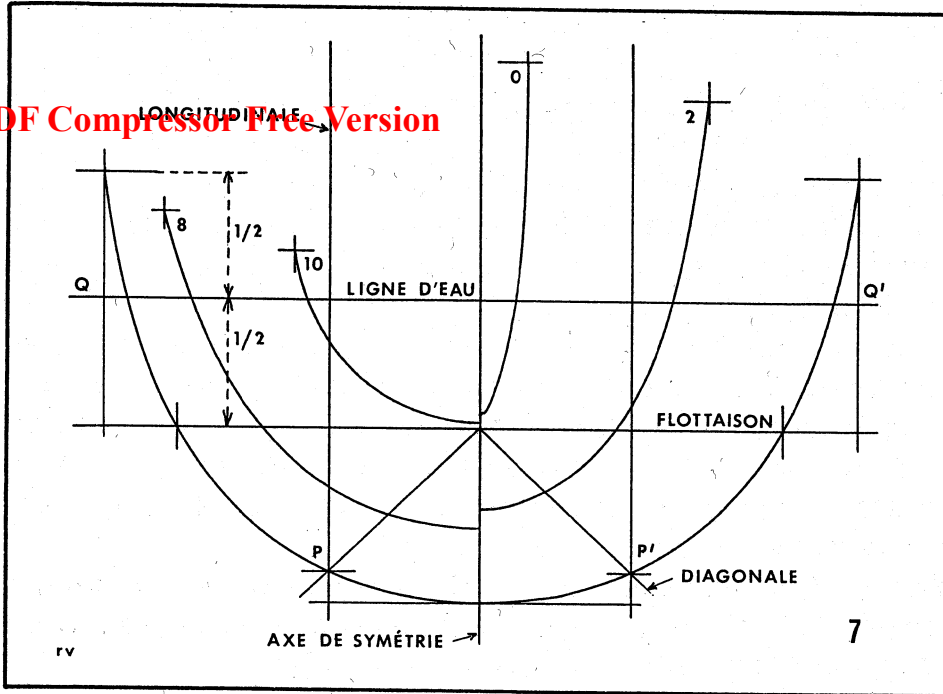
Du fait de la position reculée de la maîtresse section, les lignes arrière sont ventrues, moins tendues que les lignes avant. La voûte de fond de carène particulièrement, elle doit s'adapter à la détente des filets d'eau déplacés et comprimés par l'avant. Une voûte arrière trop plate a tendance à créer une dépression aspirant le bateau, une succion dite on, dont le résultat est un ralentissement de la marche du bateau. Phénomène sensible aux allures de largue et de vent arrière où le voilier atteint ses plus grandes vitesses. De ce fait, la flottaison arrière comme la voûte prennent une forme à allure parabolique, la coulée doit s'arrondir longuement derrière la maîtresse section et finir plus tendue, figure F.

La forme des lignes d'eau, notamment à la flottaison, détermine complètement la carène, comme les sections, et par conséquent toutes les autres familles de lignes.

Le tableau G apporte des indications sur l'importance des volumes au niveau des couples n° 2 et n° 8, les pourcentages sont en rapport avec la maîtresse section. Ces pourcentages sont des valeurs moyennes et n'ont rien d'absolu ; cependant leur comparaison entre un voilier de classe M gréé avec un balestron et un classe 1 mètre à gréement traditionnel, fait apparaître une différence de la répartition des volumes avant et arrière due aux deux types de gréements. Ce qui démontre, s'il en était besoin, qu'une carène est dessinée pour un type de bateau, la polyvalence des gréements devenant hypothétique.

Cette différence de conception tient au fait qu'un bateau avec un foc fixé sur le pont avant à gréement traditionnel, le foc soulage l'étrave ; en conséquence le volume avant est réduit et les lignes sont tendues , le centre de carène recule. Un bateau gréé balestron a toute sa force vélique transmise par le mât, ce qui a pour effet d'appuyer l'avant sur l'eau et d'enfoncer l'étrave. Pour y remédier, le volume avant est augmenté, le centre de carène avance.

PDF Compressor Free Version



DESSIN n° 7

Descriptif : sur la vue en transversal, esquisses des 1/2 couples 0, 2, 8, 10,

- a) 1/2 couple 0,
 b) 1/2 couple 2,
 c) 1/2 couple 8,
 d) 1/2 couple 10,
 e) tracer une ligne d'eau QQ' à mi-hauteur du franc bord de la maîtresse section,
 f) tracer les diagonales passant par les points P et P'.

Nota : Conventionnellement et par souci de clarté sur la vue en transversal, les couples sont dessinés par moitié, ceux de 0 à 5 figurent à droite, ceux de 6 à 10 à gauche de l'axe de symétrie.

De nouvelles coordonnées sont définies sur le tracé des couples par une ligne d'eau et des diagonales.

Les formes de carène et de franc bord des couples sont issues de la forme de la maîtresse section, le dessin de ces quatre 1/2 couples précisent les formes avant et arrière du bateau.

Le procédé de réseau de ligne est ici appliqué au minimum pour éviter de surcharger le dessin. Il appartient à chacun de multiplier ces lignes comme bon lui semble, si le besoin de précision se fait sentir dans le tracé.

Pour les formes avant, il est préférable de tracer le couple n° 2, intermédiaire entre l'étrave et la maîtresse section, il conditionne la forme de la partie avant du bateau.

DESSIN n° 8

Descriptif : compléments du réseau de lignes sur les vues en longitudinal et en plan.

Lignes d'eau :

- a) relever pour chaque couple les abscisses sur la ligne QQ' et les reporter sur la vue en plan,
 b) tracer la ligne d'eau sur la vue en plan.

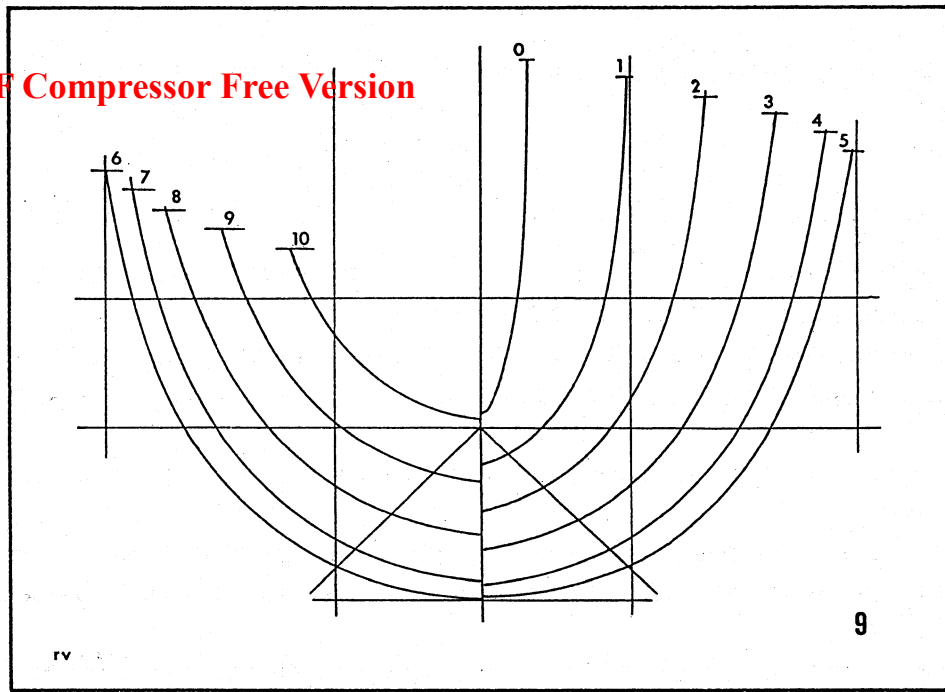
Diagonales :

- c) relever les coordonnées des couples sur les diagonales P et P' et les reporter sur les vues en longitudinal et en plan,
 d) tracer les lignes des diagonales sur les vues en longitudinal et en plan.

Nota : Tous les points à repérer sont précisés sur le dessin n° 7. Les formes des lignes d'eau et diagonales sont proches de celles qu'elles côtoient. Elles se doivent d'être régulières, les points qui s'en écartent seront alors repris sur le tracé des 1/2 couples de la vue en transversale, dessin n° 7.

Sur la vue en plan, tracer les lignes d'un seul côté.

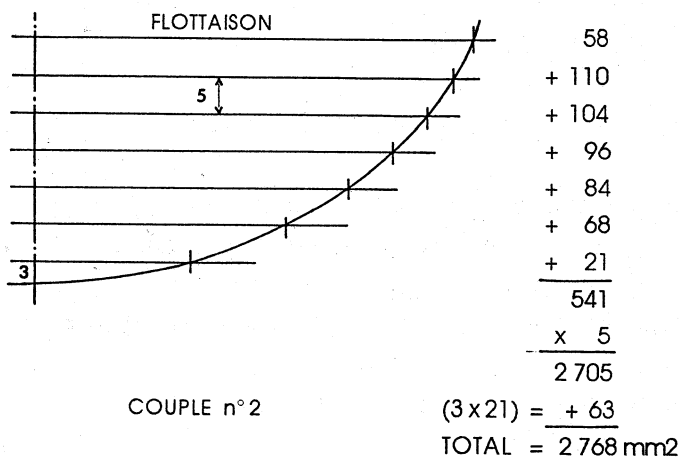
PDF Compressor Free Version



CONVERSIONS MILLIMÈTRE - DÉCIMÈTRE ET DÉCIMÈTRE - MILLIMÈTRE

LONGUEUR	SURFACE	VOLUME
1 mm = 0,01 dm	1 mm ² = 0,0001 dm ²	1 mm ³ = 0,000001 dm ³
1 dm = 100 mm	1 dm ² = 10 000 mm ²	1 dm ³ = 1 000 000 mm ³

J - SURFACE IMMERGÉE D'UN COUPLE, CALCUL



H - VOLUMES MOYENS DES VRC (en dm³)

CLASSE	DÉPLACEMENT	DÉRIVE	LEST	SAFRAN	TOTAL DES APPENDICES	CARÈNE
M	4,700	0,150	0,290	0,040	0,480	4,220
1 MÈTRE	4,050	0,150	0,210	0,040	0,400	3,650

DESSIN n° 9

Descriptif : dessin des 1/2 couples 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9. Procéder méthodiquement par 1/2 couple les uns après les autres,

- relever les ordonnées du couple sur chaque ligne de la vue en longitudinal, les reporter sur le transversal,
- relever les abscisses du couple sur chaque ligne de la vue en plan, les reporter sur le transversal,
- tracer le 1/2 couple en passant par les points définis,
- diviser la surface des sections sous la flottaison en tranches de 5 mm,
- calculer les surfaces des sections de carène (sous la flottaison).

Nota : Les 1/2 couples sont tracés à l'aide de la règle déformable type "cobra". Le dessin de la maîtresse section est abandonné au profit des 1/2 couples 5 et 6 dont le tracé est très proche.

Dans le but de calculer les surfaces des sections de carène, la surface sous la flottaison est divisée en tranches, on obtient ainsi une succession de trapèzes, figure J. Pour éviter de charger le dessin des 1/2 couples, une astuce consiste à le recouvrir d'un papier calque sur lequel sont tracées les tranches de 5 mm.

Commentaires : Le découpage en tranches est nécessaire aux calculs qui vont suivre. La vérification du volume de carène et de son centre s'impose lorsque le tracé de l'ensemble des sections est terminé ; le processus est le suivant :

- calculer la surface de la section de carène de chaque couple par la méthode des trapèzes,
- calculer le volume de carène,
- établir la courbe des aires dessin n° 10,
- rechercher la position du centre de carène, par la méthode expérimentale ou par la méthode mathématique de TCHEBYCHEV, calculs simples à l'aide d'une calculette.

Les trapèzes sont définis par les tranches de 5 mm. Selon l'exemple de la figure J on mesure et on additionne chaque trait de tranche d'un demi couple que l'on multiplie par 2, sauf le premier et le dernier. A cela s'ajoute éventuellement la surface du petit triangle de fond de carène, si le couple tangente le trait de tranche, la dernière mesure compte pour zéro. Le résultat de cette suite d'opérations (2768 mm² dans la figure J), est la surface immergée du couple.

Le volume de carène se calcule en additionnant toutes les surfaces immergées des couples, puis en multipliant la somme par l'intervalle entre deux couples. Si la ligne de flottaison est très en retrait des couples 0 et 10, en tenir compte en prenant la moyenne des intervalles, soit la longueur de flottaison divisée par le nombre d'intervalles.

Par rapport au devis de poids total établi pour le bateau, le tableau H fait apparaître le détail des volumes immergés dont il sera nécessaire de tenir compte dans le volume total.

Le volume de la dérive est obtenu en prenant trois mesures : 1) la longueur active entre le fond de carène et le dessus du lest ; 2) la largeur moyenne ; 3) les 2/3 de la moyenne des épaisseurs. Exemples : classe M $4,5 \times 0,7 \times (0,07 \times 2/3) = 0,147 \text{ dm}^3$

$$\text{classe 1 mètre} \quad 3,25 \times 1,00 \times (0,07 \times 2/3) = 0,150 \text{ dm}^3$$

Le volume du lest est calculé à partir de la densité du plomb :

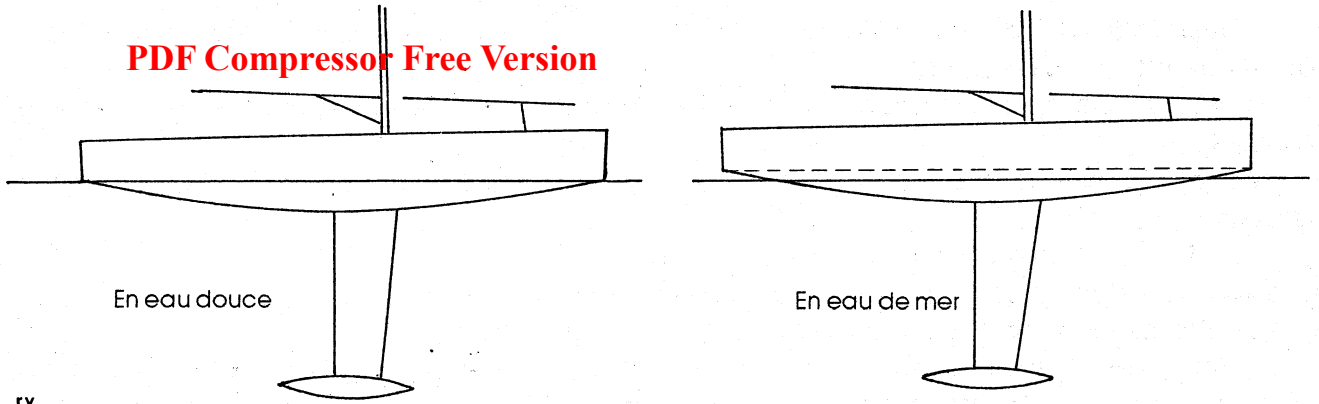
$$\text{volume en dm}^3 = \text{poids en Kg} / 11,3.$$

Le volume du safran est infime, le calcul est identique à celui de la dérive.

A la lecture du tableau H, le volume total des appendices par rapport au déplacement représente 10,2 % pour le M et 9,8 % pour le 1 mètre ; l'influence sur la ligne de flottaison de ces bateaux compte tenu de leurs surfaces moyennes du plan de flottaison, 15 dm² et 13 dm², est de 3 mm pour le M et de 2,3 pour le 1 mètre. L'importance de ces différences de niveaux est suffisamment influente pour qu'il soit bon d'en tenir compte et avoir un bateau navigant dans ses lignes.

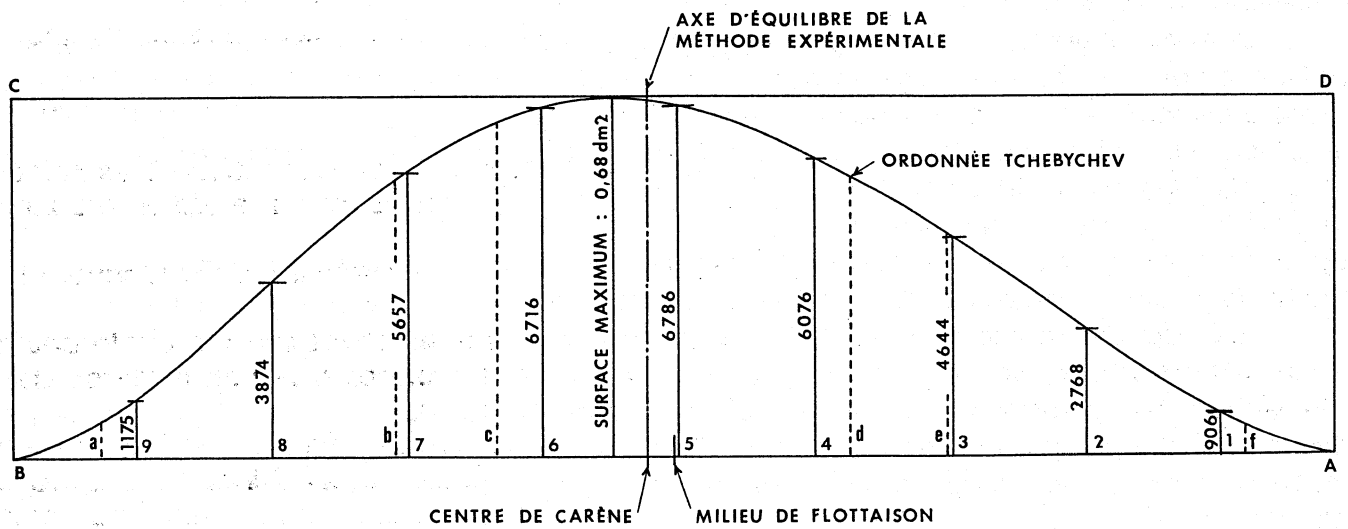
FLOTTAISON EN EAU DOUCE ET EN EAU DE MER

PDF Compressor Free Version



rv

COURBE DES AIRES

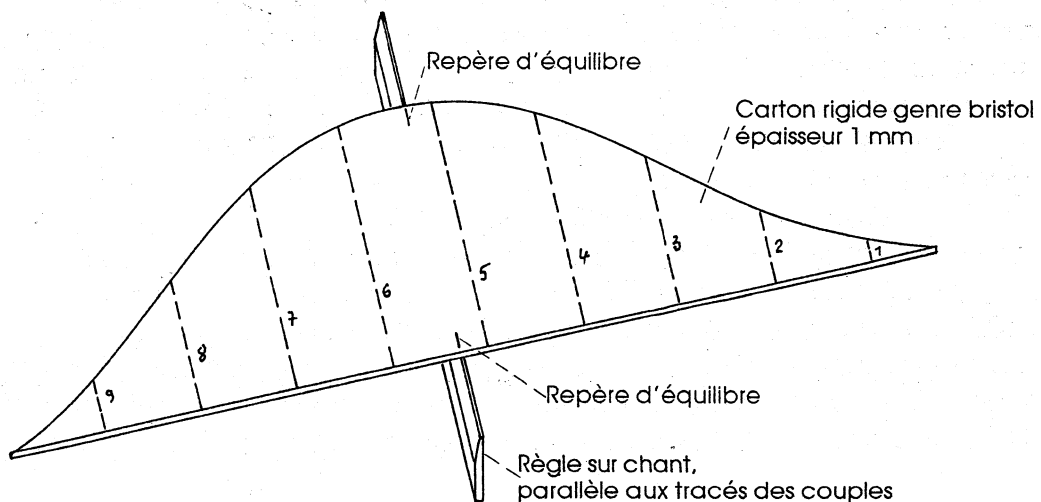


rv

SURFACES EN mm²

10

CENTRE DE CARÈNE, MÉTHODE EXPÉRIMENTALE



rv

FLOTTAISON EN EAU DOUCE ET EN EAU DE MER

Réponse à une question souvent posée par les modélistes sur la différence de déplacement en eau douce et en eau de mer :

- la densité de l'eau douce est de 0,998, d'où 1 dm^3 d'eau douce pèse 0,998 Kg ; ce poids est arrondi à 1 Kg,
- la densité de l'eau salée à 35 ‰ (pour mille) est de 1,026, salinité moyenne de l'eau de mer ; 1 dm^3 d'eau de mer pèse 1,026 Kg,
- le déplacement d'un M, s'il est de $4,700 \text{ dm}^3$ en eau douce, sera de $4,700 / 1,026 = 4,580 \text{ dm}^3$ en eau de mer, son poids ne variant pas,
- la différence $4,700 - 4,580 = 0,120 \text{ dm}^3$ aura une influence sur la ligne de flottaison qui remontera de 0,8 mm (0,78 mm sur le 1 mètre), le volume d'eau déplacé en eau de mer étant moins important du fait d'une densité plus élevée : 1 Kg d'eau de mer = $0,974 \text{ dm}^3$,
- pour retrouver sa ligne de flottaison en eau de mer, le classe M devra peser $4,700 \times 1,026 = 4,822 \text{ Kg}$ ou $4,700 / 0,974 = 4,825 \text{ Kg}$, soit 125 grammes à ajouter.

DESSIN n° 10

Descriptif : tracé de la courbe des aires et recherche du centre de carène,

- a) sur une droite, repérer à l'échelle $1/5^{\text{ème}}$, la position des couples et les limites de la ligne de flottaison A et B,
- b) à partir des points repérés, élever des perpendiculaires à AB et numéroter la position des couples,
- c) sur les perpendiculaires reporter en ordonnées, à l'échelle 1 mm pour 100 mm^2 , les surfaces immergées de chaque couple ; exemple couple n° 2 : surface 2768 mm^2 , mesure en ordonnée 27,6 mm,
- d) à l'aide de la règle "cobra" tracer la courbe passant par les extrémités des ordonnées des couples.

Nota : Le choix des échelles est tout à fait libre. Il permet simplement de tracer la courbe sur une feuille de papier format A4. Il y a de grandes chances pour que ce premier tracé de la courbe soit rectifié en raison de la recherche du centre de carène.

Commentaires : La recherche de la position du centre de carène passe par le tracé de la courbe des aires. La surface comprise entre cette courbe et la droite AB est la délimitation mise à plat du volume de carène, ce dessin est exploité pour déterminer la position du centre. Celui-ci se situe normalement en arrière du milieu de flottaison et à une distance comprise entre 0,8 % et 1,8 % de L la longueur de flottaison pour un bateau gréé balestron, et pour un bateau gréé traditionnel les pourcentages vont de 3 à 4 % de L.

Le respect de ces pourcentages donne d'excellents résultats dans l'équilibre longitudinal des voiliers radiocommandés, et en conséquence des possibilités de performance.

Deux méthodes sont exploitables pour la recherche du centre de carène. Un léger décalage de position peut d'ailleurs exister entre les deux méthodes.

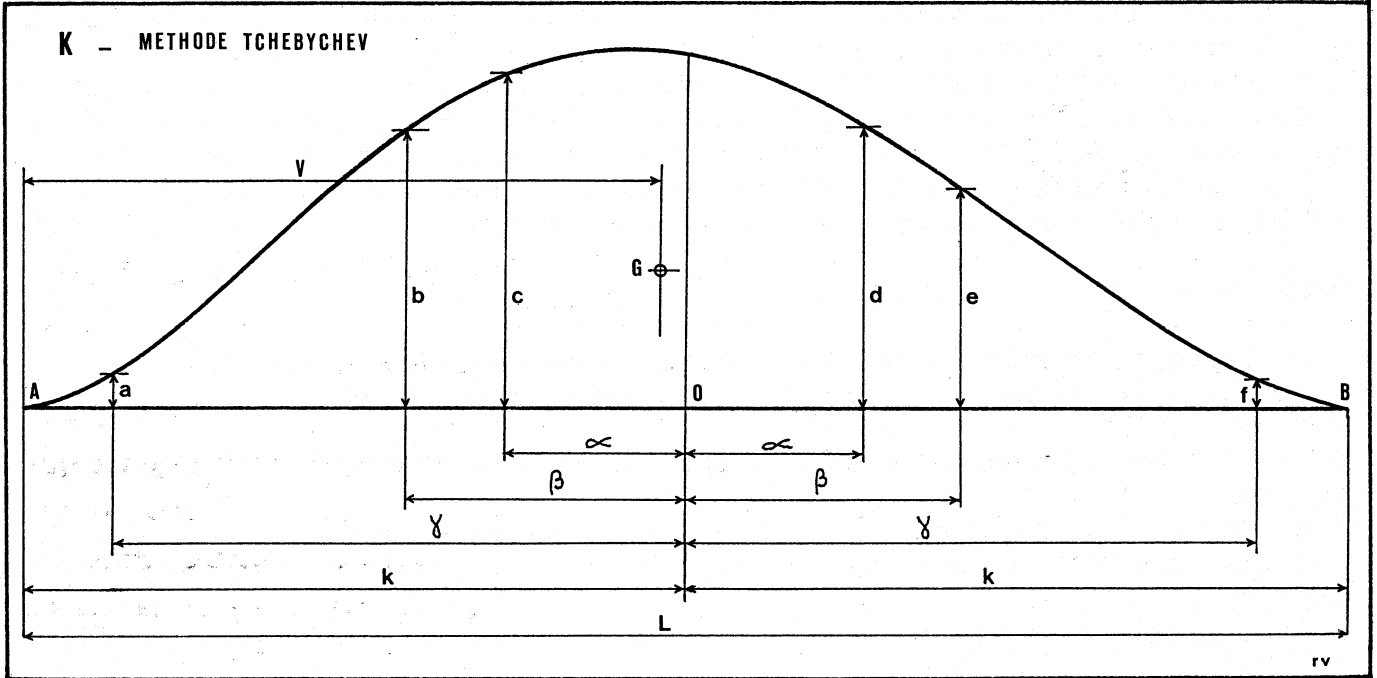
Une méthode expérimentale figure AK consistant à découper la surface de la courbe des aires dans une feuille de carton rigide genre bristol (1 mm suffit), puis de le placer en équilibre sur la tranche d'un triple décimètre parallèlement aux perpendiculaires des surfaces des couples. La position d'équilibre détermine la perpendiculaire du centre de carène. Mesurer l'écart entre le centre de carène CC et le milieu de flottaison MF.

La deuxième méthode est celle de TCHEBYCHEV, elle est mathématique.

A noter également qu'au sommet de cette courbe se situe la mesure de surface de la section maximum de carène qui a fait l'objet d'une préoccupation lors du dessin de la maîtresse section (dessin n° 4).

Autre mesure pour les puristes auxquels il sera facile d'établir la valeur du coefficient prismatique de leur carène. Tracer le rectangle ABCD circonscrit à la courbe (dessin n° 10) et faire le rapport : surface de la courbe des aires / surface du rectangle. Attention, bien prendre les mêmes unités de mesure. La valeur optimum que l'on puisse obtenir sans distorsion néfaste des lignes d'eau se situe aux environs de 0,55. Dessin n° 10, surface de la courbe : $4,863 \text{ dm}^2$, surface du rectangle : $12,60 \times 0,68 = 8,568 \text{ dm}^2$, coefficient prismatique : $4,863 / 8,568 = 0,56$.

PDF Compressor Free Version



L - METHODE TCHEBYCHEV APPLIQUÉE (mesures en décimètres)

	ABSCISSES	ORDONNÉES	CALCULS	RÉSULTATS
L = 12,60 k = 6,30		a : 0,06	$0,06 \times 0,134 = 0,008$	$S = \frac{6,30}{3} \times 2,33 = 4,893 \text{ dm}^2$ volume de carène : 4,893 dm ³
	$\alpha = 0,267 \times 6,30 = 1,68$	b : 0,55	$0,55 \times 0,578 = 0,317$	
	$\beta = 0,422 \times 6,30 = 2,65$	c : 0,65	$0,65 \times 0,733 = 0,476$	
		d : 0,57	$0,57 \times 1,267 = 0,722$	$V = \frac{6,30 \times 2,255}{2,33} = 6,09 \text{ dm}$ centre de carène à 609 mm
	$\gamma = 0,866 \times 6,30 = 5,45$	e : 0,45	$0,45 \times 1,422 = 0,639$	
		f : 0,05	$0,05 \times 1,866 = 0,093$	
		Total : 2,33	Total = 2,255	

DESSIN n° 10 (suite des commentaires)

Volume et centre de carène, méthode TCHEBYCHEV.

Cette méthode est basée sur le principe des approximations. Pour un maximum de précision, la courbe des aires peut être dessinée à grande échelle sur la vue en plan, l'axe longitudinal du plan servant de base.

La méthode est exposée dans l'Aide-Mémoire MARTINENQ, la bible de la construction navale, elle permet de calculer la surface de la courbe, donc le volume de carène, et de déterminer la position longitudinale du centre de carène à partir de la limite arrière de la ligne de flottaison, tableau L.

Extrait de l'Aide-Mémoire :

Pour mesurer l'aire S d'une courbe quelconque, à partir d'un axe AB et entre deux ordonnées éloignées de $L = 2k$, on prend à partir du milieu O , et de chaque côté, les six abscisses : $\alpha = 0,267 k$ $\beta = 0,422 k$ $\gamma = 0,866 k$ et on mesure sur le dessin les six ordonnées correspondantes : a, b, c, d, e, f .

L'aire $S = k/3 \times (a + b + c + d + e + f)$ ou bien $S = L/6 \times (a + b + c + d + e + f)$ quelles que soient les ordonnées extrêmes. Les valeurs de α, β, γ , sont les mêmes quelle que soit la courbe considérée, et quand celle-ci est symétrique, on peut se borner à mesurer trois ordonnées. Ce procédé très rapide donne des résultats d'une exactitude remarquable.

Centre de gravité, la même méthode donne pour valeur de l'abscisse V du centre de gravité G :

$$V = \frac{k (0,134 a + 0,578 b + 0,733 c + 1,267 d + 1,422 e + 1,866 f)}{a + b + c + d + e + f}$$

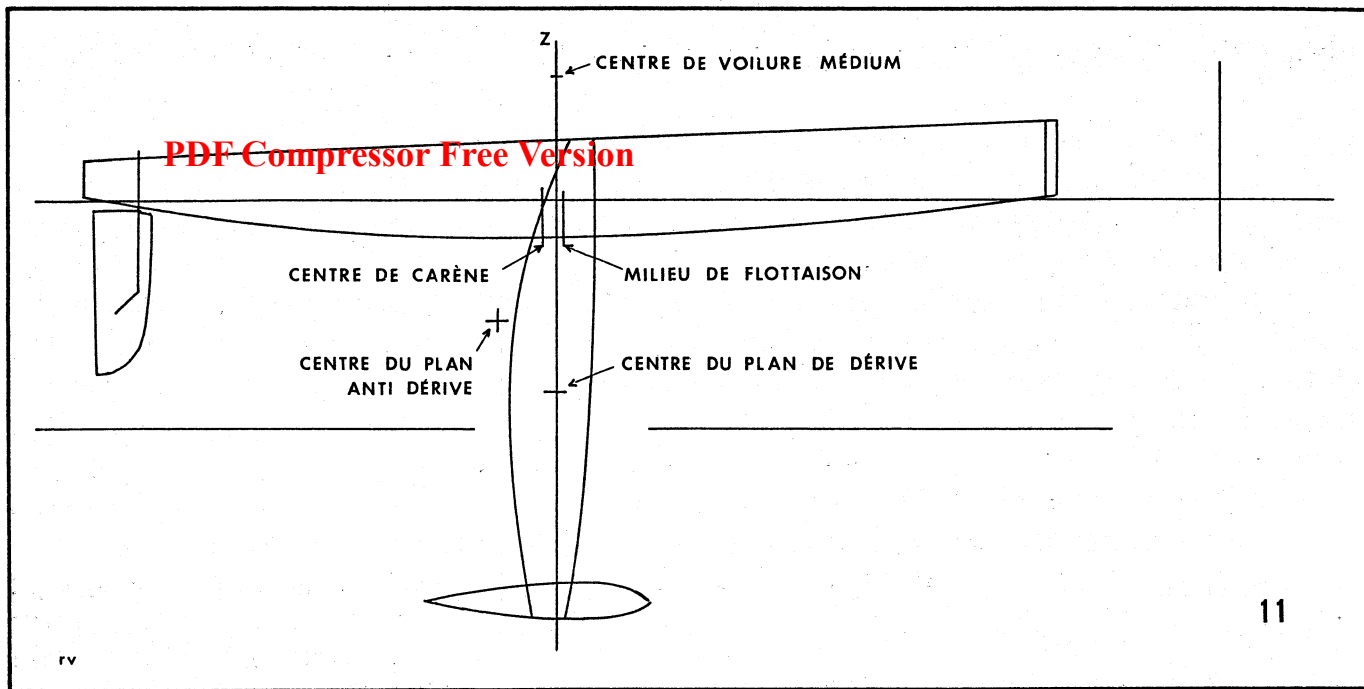
En prenant pour exemple la courbe des aires du dessin n° 10 où les ordonnées a, b, c, d, e, f , figurent en pointillés, l'application de la méthode figure K donne les résultats du tableau L pour une longueur de flottaison de 1260 mm, classe M. Les calculs faits à l'aide d'une simple calculette ont pour unité le décimètre donnant une correspondance directe entre la surface, le volume et le poids. Notons que les ordonnées extrêmes ont pour valeur zéro : points A et B.

Dans la colonne des ordonnées du tableau L, les valeurs de a, b, c, d, e, f sont mesurées sur la courbe des aires et exprimées en décimètre.

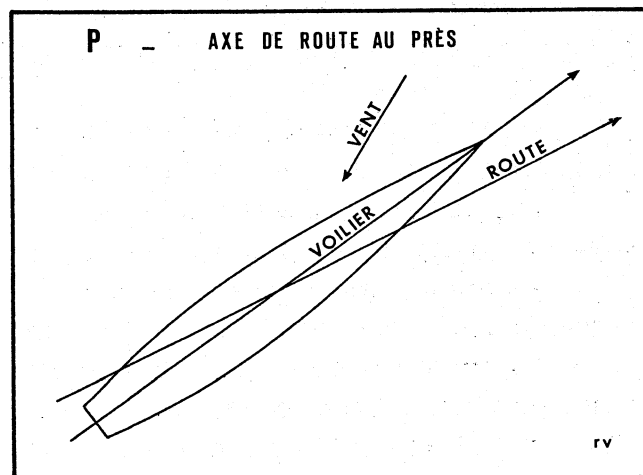
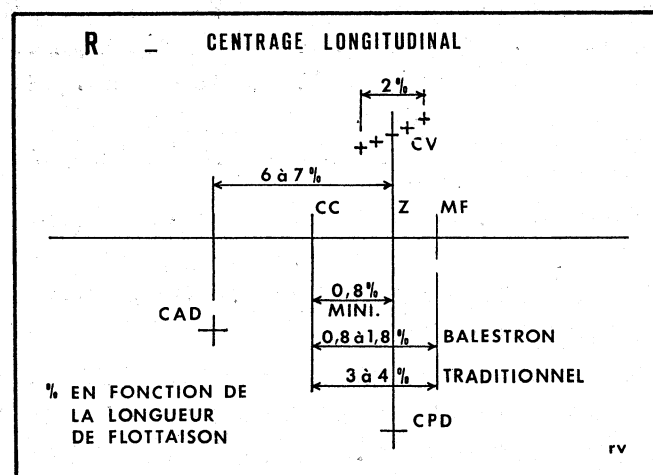
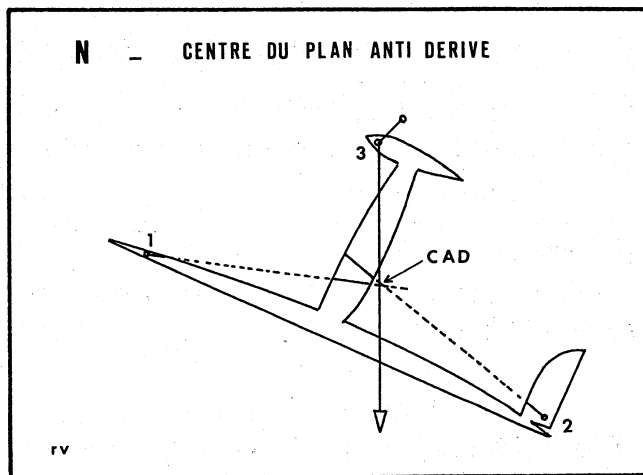
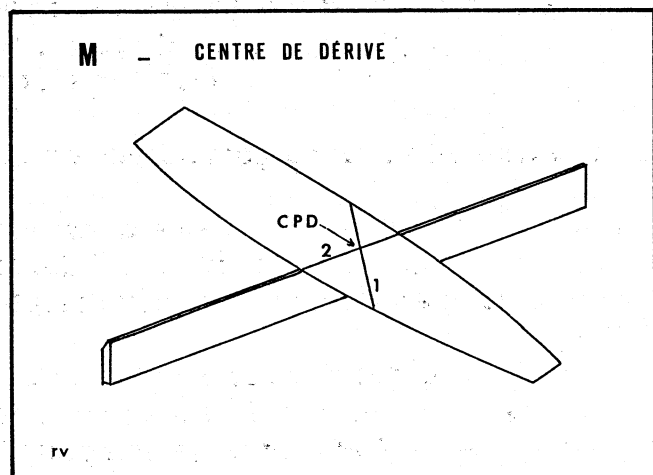
Le volume de carène par la méthode proposée au dessin n° 9 est de 4,863 dm³ pour 4,893 dm³ avec la méthode mathématique.

Le centre de carène recherché par la méthode expérimentale est à 610 mm de l'arrière de la flottaison pour 609 mm par la méthode mathématique.

La comparaison des deux méthodes fait apparaître un léger écart, dû à l'appréciation des mesures et sans grande influence sur le comportement futur du voilier, car dans l'hypothèse où toutes les données de conception seraient respectées au millimètre et au gramme près, se serait une belle réussite.



11



S - CARACTÉRISTIQUES MOYENNES DU PLAN ANTI DÉRIVE

CLASSE	SURF. TOTALE dm ²	SURF. DÉRIVE dm ²	SURF. SAFRAN dm ²	RAPPORT DÉRIVE-SAFRAN	ALLONGEMENT		ÉCART CAD / CV	ÉCART DES CV EXTRÊMES
					DÉRIVE	SAFRAN		
M	9,9	3,6	1,5	2,4	5,6	3,6	6,2% L	2% L
1 MÈTRE	7,8	3,1	1,1	2,8	3,5	3,6	6,2% L	2% L

DESSIN n° 11

Descriptif : Implantation de la dérive et du safran, centrage longitudinal.
 Sur la vue en longitudinal.

- a) tracer la perpendiculaire Z entre le centre de carène CC et le milieu de flottaison MF,
- b) dessiner la dérive,
- c) rechercher le centre du plan de dérive CPD,
- d) placer CPD sur la perpendiculaire Z et positionner la dérive autour de ce point,
- e) dessiner le safran et la position de la mèche,
- f) rechercher le centre de la surface du plan anti dérive CAD.

Nota : La partie active de la dérive est celle comprise entre le dessous de carène et le dessus du lest. Cette surface est découpée dans un carton rigide (1 mm), puis par deux équilibres croisés sur la tranche d'un triple décimètre, le centre CPD est repéré à l'intersection des deux positions d'équilibre, figure M.

La surface du plan anti dérive du bateau est figurée sur la vue en longitudinal par l'ensemble des parties situées sous la flottaison. L'ensemble de ces surfaces est découpé dans un carton, à l'échelle 1/5^{ème} par exemple, figure N. Ensuite, le découpage est suspendu à une épingle sur un support vertical et successivement par une des trois extrémités : l'avant, le lest, le safran. Un fil à plomb est également suspendu au même point de suspension. Les trois verticales du fil à plomb sont tracées sur le carton. Posé sur une feuille de papier, le contour du plan anti dérive y est dessiné et les trois tracés déterminent à leur intersection le centre CAD que l'on constate se situer en arrière de la dérive et sous la carène.

Le dessin est ici volontairement dépouillé pour plus de clarté, mais ne gomez rien de ce qui a été dessiné auparavant.

Commentaires : Lorsqu'il navigue au près un voilier a son axe de symétrie dans une direction plus près du vent que la route qu'il suit, figure P. C'est la surface du plan anti dérive qui s'oppose au phénomène de dérive (de marche en crabe) et tend à rapprocher la route suivie et l'axe du bateau.

La carène présente généralement sur la vue longitudinale des surfaces avant et arrière sensiblement équivalentes, mais les positions et les surfaces de la dérive et du safran ont une importance primordiale sur la position du centre anti dérive CAD. Dans le tableau S, l'allongement est le rapport entre longueur et largeur.

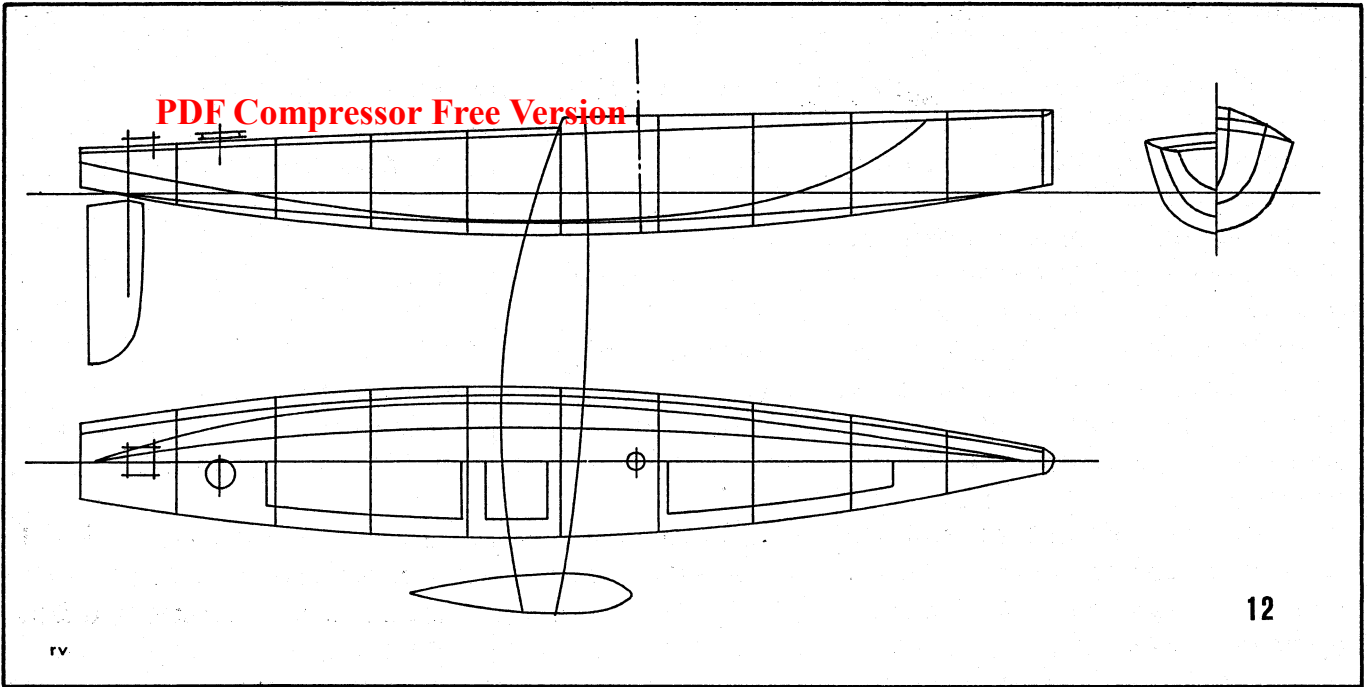
La répartition des différents centres CPD, CAD, CV autour de CC tel que le montre le schéma R est fondamentale. Trop s'en écarter conduit à ne pas exploiter à fond l'équilibre longitudinal. La perpendiculaire Z se situe en avant de CC à 0,8 % minimum de L la longueur de flottaison, elle peut être avancée jusqu'à MF le milieu de flottaison, mais pas au-delà. Un alignement de Z sur CC donne un bateau trop équilibré, difficile à relancer lorsqu'il est à l'arrêt bout au vent.

Le centre de voilure médium sera aligné sur Z, quelle que soit la quête donnée au mât. Il importe donc dès maintenant de connaître les dimensions du jeu de voile médium et d'en rechercher le centre (dito CAD figure N), la finalité étant de situer le pied de mât sur le bateau, surtout s'il est traversant le pont dans un tube ou un boîtier.

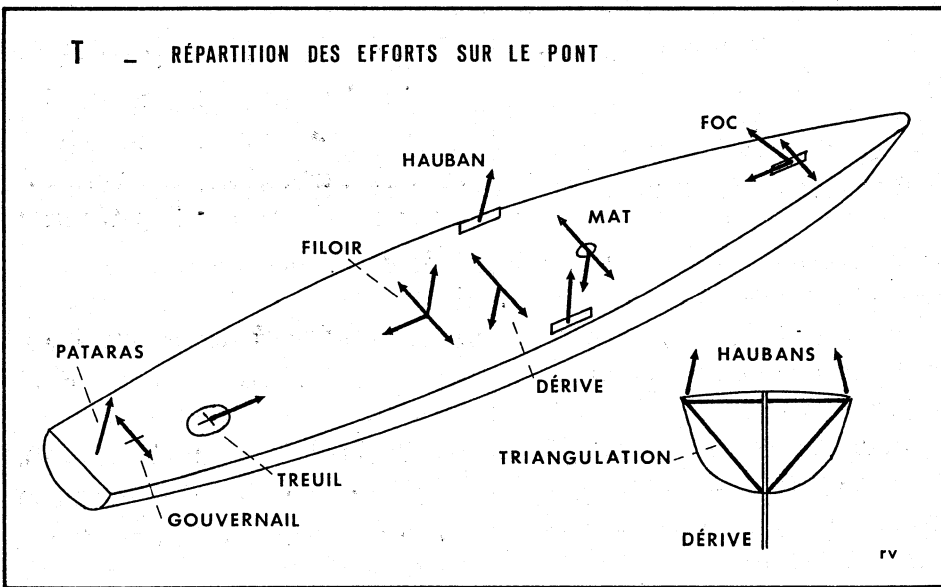
La position du lest a une incidence sur la position de la dérive. Si l'ensemble radio est au centre du bateau, le centre de gravité CG du lest sera légèrement en arrière de CC et si la radio est à l'arrière, le CG du lest sera 25 à 30 mm en avant de CC. On a intérêt à rechercher une position du lest en approchant son CG de la plus forte épaisseur de la dérive dans le but d'éviter la torsion de celle-ci.

Le safran est de type compensé, ayant une surface en avant de la mèche représentant 15 à 20 % de sa surface totale. La pression de l'eau sur cette surface avant soulage l'effort à produire par le servo barre et donne une commande toute en douceur. Trop de compensation rend la barre instable produisant un engagement brusque dans les virements de bord. Un safran sans compensation demande un effort plus grand au servo barre et moins de souplesse à la commande dans les vents forts.

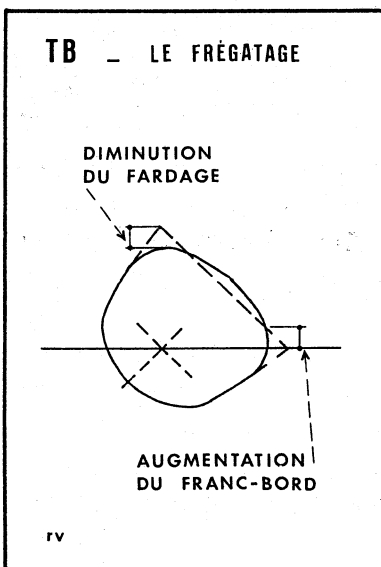
PDF Compressor Free Version



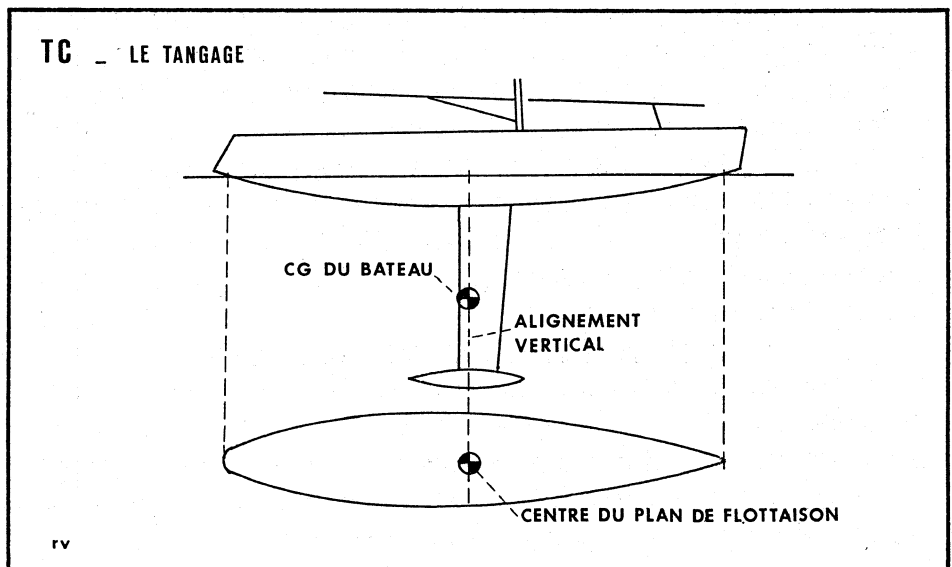
T - RÉPARTITION DES EFFORTS SUR LE PONT



TB - LE FRÉGATAGE



TC - LE TANGAGE



DESSIN n° 12

Descriptif : le dessin du pont et les aménagements intérieurs de la coque.

Sur la vue en longitudinal :

a) tracer la ligne de pont.

Sur la vue en transversal :

b) tracer les profils du pont.

Sur la vue en plan :

c) situer les différents éléments fixés sur ou sous le pont et à l'intérieur de la coque, radio, cadènes, filoirs...

d) dessiner la commande de gouvernail et le circuit d'écoute de treuil,

e) dessiner l'emplacement des panneaux d'accès,

f) préciser l'emplacement des renforts : barrots, carbone...

Nota : Sur la vue en plan dessiner d'un seul côté les éléments à faire figurer, celui où il n'y a pas de lignes complémentaires, sauf s'il n'y a pas symétrie des aménagements.

Le schéma de la figure T indique les origines et les directions des différents efforts répartis au niveau du pont.

Commentaires : Le pont termine la poutre que constitue la coque, c'est un ensemble mécaniquement robuste. Cependant le pont est soumis à des efforts tous azimuts, son dessin doit répondre aux différentes sollicitations selon le type de bateau projeté : à gréement traditionnel, à gréement balestron, à gréement balestron bloqué.

La disposition de l'ensemble des éléments de la radiocommande demande beaucoup d'attention. Les remplacements fréquents de la batterie d'accus, les changements de quartz éventuels, les opérations d'entretien nécessitent un ou deux panneaux d'accès. Veiller à ce que la batterie d'accus soit très accessible, sa mise en place ou son retrait, sa connexion ou sa déconnexion doivent se faire sans avoir à bouger quoi que ce soit, fils radio ou écoutes, vous éviterez des incidents désagréables.

Trois dispositions sont possibles pour loger l'ensemble radio :

1 - Tout est placé au centre du bateau, position logique dans l'équilibre longitudinal, notamment pour affronter le clapot et limiter le tangage. C'est la disposition normale sur les bateaux à gréement traditionnel.

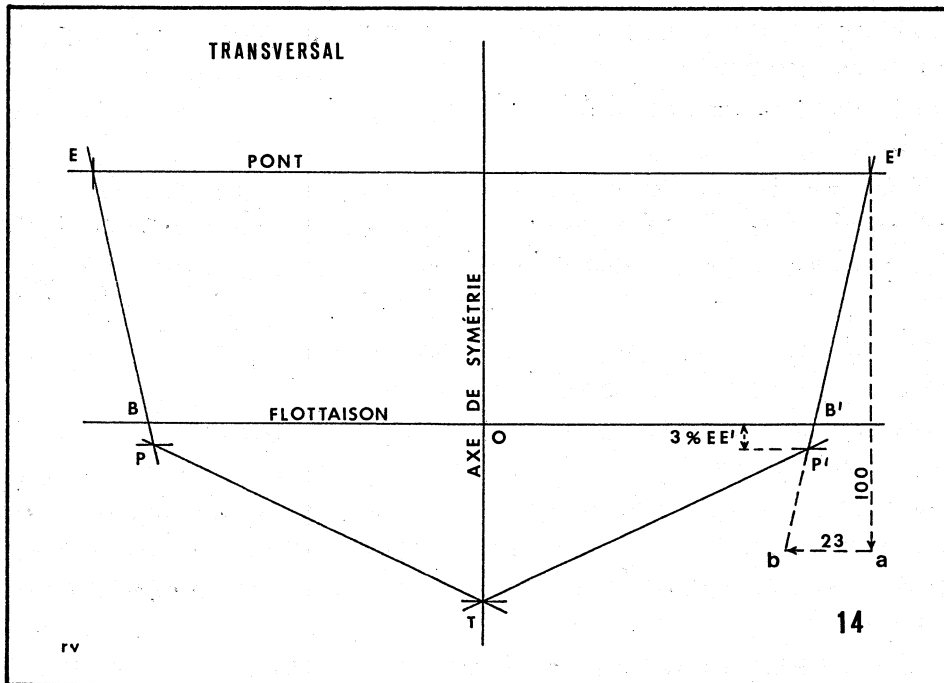
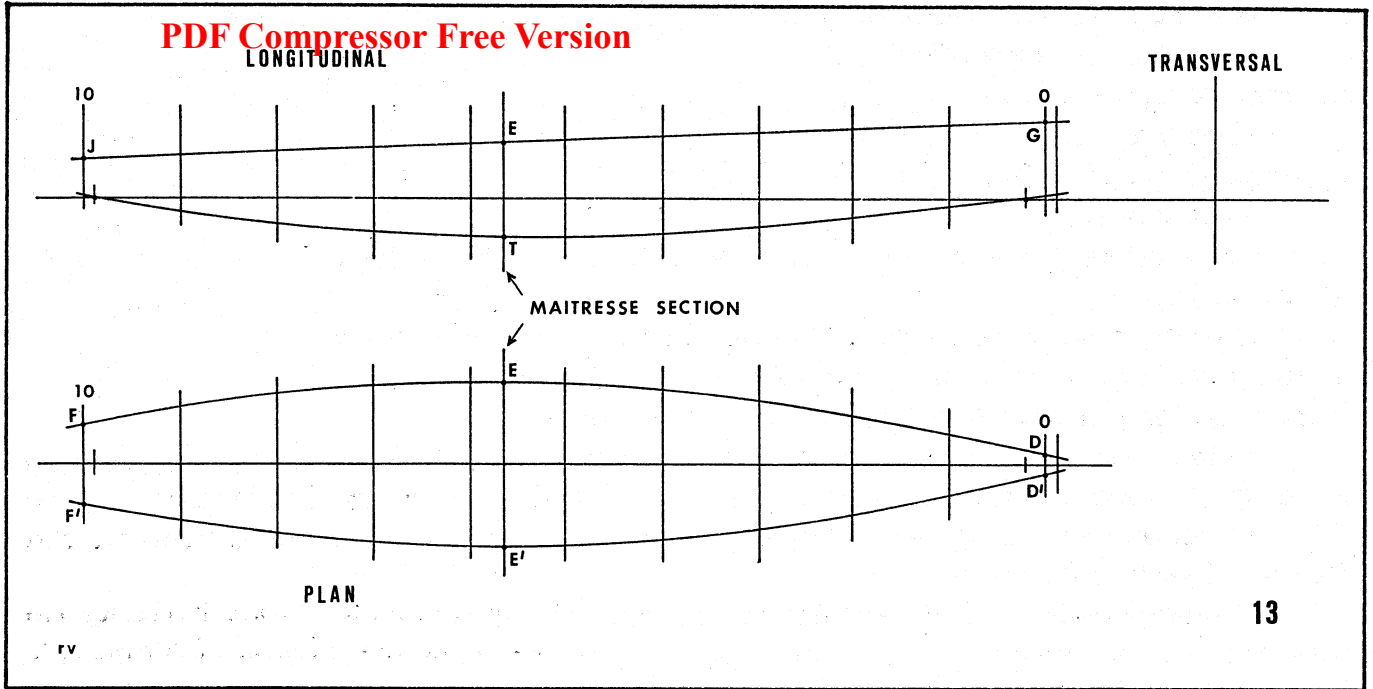
2 - Tout est placé à l'arrière, généralement adopté sur les bateaux à gréements à balestron. Le poids de la radio, 300 à 400 grammes placé loin du centre de gravité s'oppose efficacement au changement d'assiette et à l'enfournement, spécifiques à ce type de bateau.

3 - Le récepteur et les servos sont séparés de la batterie d'accus qui sert de lest intérieur, son déplacement permet d'ajuster le bateau dans ses lignes.

Dans l'aspect général du bateau intervient l'importance d'un franc bord suffisamment haut pour pouvoir gîter à 45° sans mettre le pont dans l'eau. Le frégatage influence la forme du bordé, il permet de limiter le franc bord et de diminuer le fardage. De plus, il renforce la solidité du bateau en augmentant la courbure du bordé, figure TB. Le frégatage favorise aussi l'écoulement aérodynamique de l'air, diminuant les turbulences renvoyées dans les voiles.

Les ouvertures découpées dans le pont et recouvertes d'un film "solartex" ou "vénilla" doivent être placées à bon escient et en dehors des zones d'effort.

PDF Compressor Free Version



DESSIN n° 13 (Suite des dessins n° 1, n° 2, n° 3)

Descriptif : Dessin d'une carène angulaire.

Sur la vue en longitudinal :

- a) repérer la profondeur de carène T sur la maîtresse section,
- b) repérer la hauteur de franc bord E sur la maîtresse section,
- c) repérer la hauteur d'étrave G sur le couple 0,
- d) tracer la droite GE jusqu'au tableau arrière, couple 10,
- e) tracer le fond de carène en passant par T et les extrémités de la flottaison.

Sur la vue en plan :

- f) repérer DD' la largeur d'étrave, couple 0 à hauteur du pont,
- g) repérer EE' la largeur du pont sur la maîtresse section,
- h) repérer FF' la largeur du pont couple 10,
- i) tracer DEF puis D'E'F'.

Nota : Le dessin des courbes est effectué à l'aide de lattes et de plombs, figure E, ou selon le nota du dessin n° 6, en utilisant des baguettes samba profilées, maintenues par des poids ou des punaises. Le tracé se fait d'un seul geste, s'assurer de la régularité de la courbe et de la symétrie de la vue en plan.

Commentaires : On conserve les mêmes valeurs de longueur totale, longueur de flottaison, d'élancements et de francs bords qu'un bateau dessiné en formes. On conserve également le même contour longitudinal.

Cependant on majore de 10 % les largeurs prévues pour le bateau en formes. Le pont est considéré rectiligne, le dessin définitif se fera après l'étude de la carène, voir dessin n° 12.

DESSIN n° 14

Descriptif : carène angulaire, dessin de la maîtresse section.

Sur la vue en transversal :

- a) relever les coordonnées de E et E' sur le dessin n° 13, les repérer sur ce dessin,
- b) tracer la pente du flanc E'b,
- c) repérer le creux T sur l'axe de symétrie,
- d) repérer P' et tracer P'T,
- e) compléter le tracé en joignant E, P, T.

Nota : L'exemple est donné d'une pente de flanc à 23 % ; pour cela on trace une ordonnée E'a = 100 mm, puis une abscisse ab de 23 mm.

Sur la droite E'b repérer le point P' sous la flottaison en calculant 3 % de la largeur du pont EE'.

Commentaires : La pente du flanc est choisie pour une valeur comprise entre 20 et 25 %. La largeur maximum de flottaison BB' étant mesurée sur ce dessin, le déplacement prévu est contrôlé par les formules empiriques du dessin n° 4 :

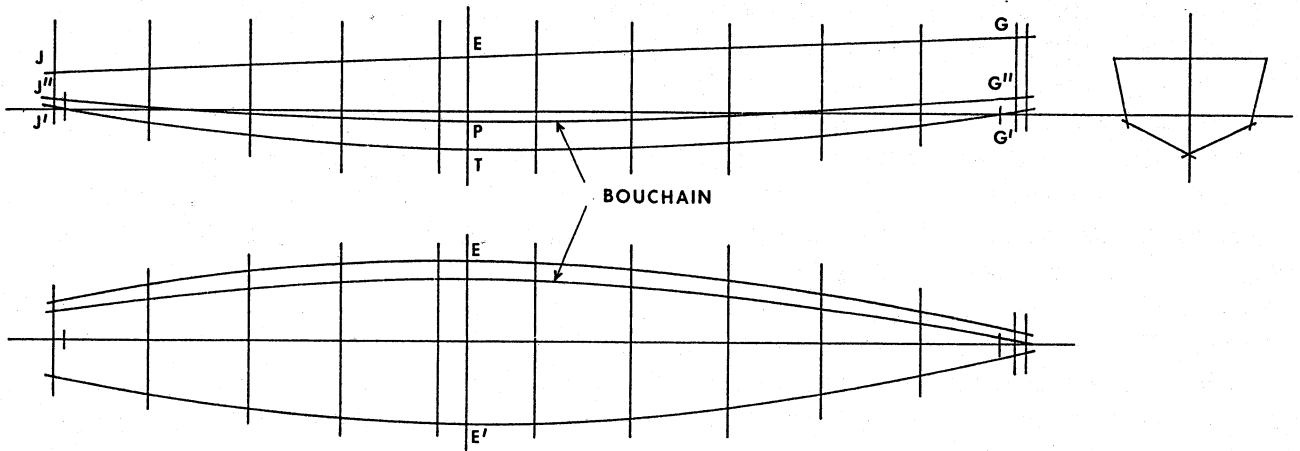
$$\Delta = L \times B \times T \times Z \quad \text{d'où } B = \Delta / (L \times T \times Z) \quad \text{et } T = \Delta / (L \times B \times Z)$$

Le déplacement du bateau Δ est exprimé en Kg, L est la longueur de la flottaison, B la largeur maxi de flottaison et T la profondeur de carène sont exprimées en décimètres. Le coefficient Z est égal à 0,47 pour le classe M et à 0,43 pour le classe 1 mètre.

Un ajustement du calcul pour obtenir le déplacement prévu se fait en modifiant le pourcentage de la pente du flanc ou la profondeur de carène.

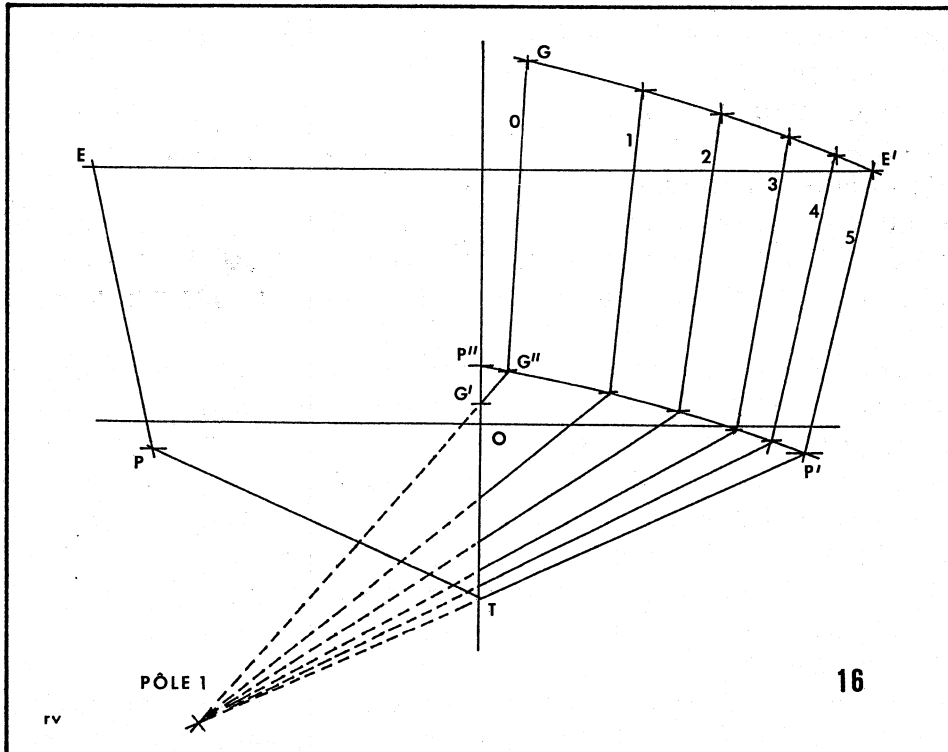
Consulter le tableau B, il donne les caractéristiques moyennes, longueur de flottaison, profondeurs, poids, et le tableau H indique les volumes moyens du déplacement, de la dérive, du safran, du lest.

PDF Compressor Free Version



15

rv



16

rv

DESSIN n° 15

Descriptif : tracé longitudinal du bouchain.

Sur la vue en longitudinal :

- a) repérer le point P sur la maîtresse section en relevant l'ordonnée sur la vue en transversal, dessin n° 14,
- b) repérer le point G'' sur le couple 0,
- c) tracer la ligne du bouchain.

Nota : Le bouchain sera dessiné sur la vue en plan à partir du dessin n° 17.

Commentaires : La ligne du bouchain doit être parfaitement continue, plus tendue à l'arrière qu'à l'avant. Dans sa partie arrière elle doit être moins inclinée que le contour de la voûte.

Le bouchain doit couper l'étrave à une hauteur au-dessus de la flottaison, point G'', égale à 13 % de L la longueur de flottaison.

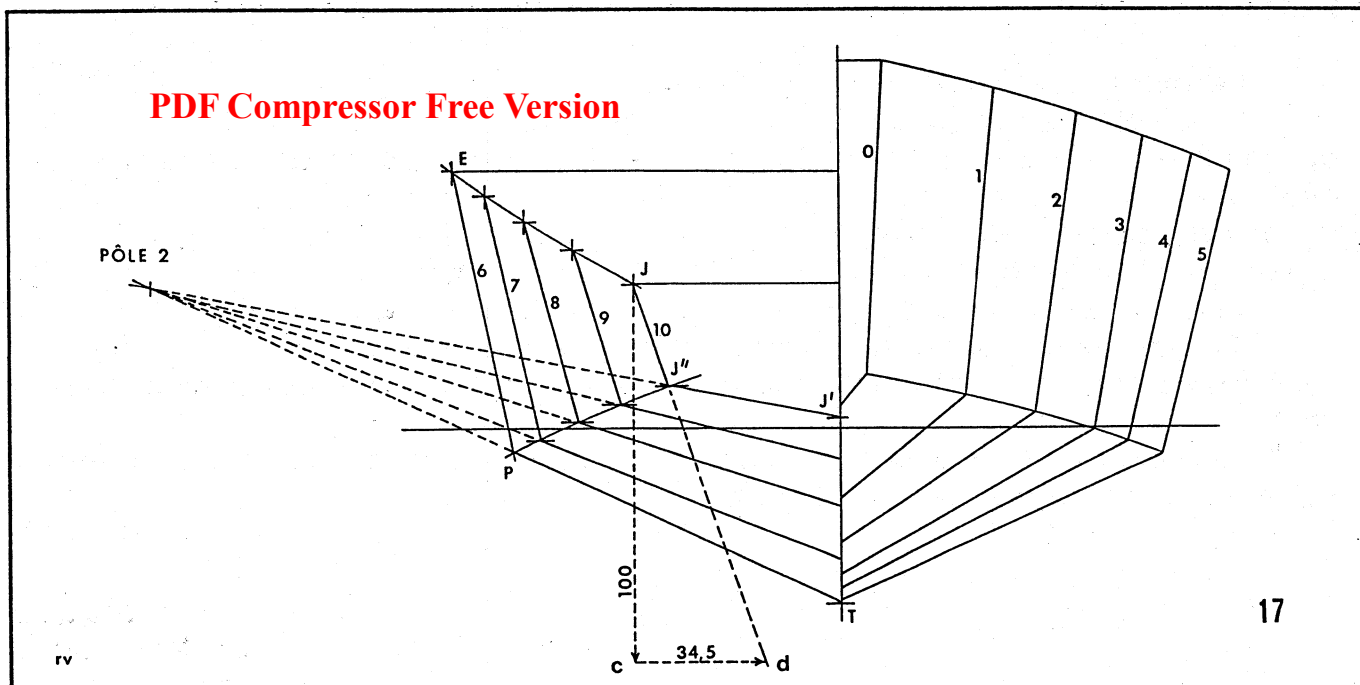
DESSIN n° 16

Descriptif : tracé des 1/2 couples de l'avant : 0, 1, 2, 3, 4, 5.

Sur la vue en transversal, et à droite de l'axe de symétrie :

- a) reporter les coordonnées du livet de pont des couples 0 à 5,
- b) tracer le livet de pont GE',
- c) tracer "au sentiment" la projection P'P'',
- d) relever les ordonnées des couples sur le bouchain de la vue en longitudinal,
- e) reporter ces ordonnées sur P'P'',
- f) tracer les flancs de chaque couple,
- g) repérer G' et T sur l'axe de symétrie,
- h) tracer une droite passant par P' et T,
- i) tracer une droite passant par G'' et G',
- j) à l'intersection du prolongement de ces deux droites, repérer le pôle 1,
- k) joindre le pôle 1 à la position des couples sur P'P'',
- l) numéroter les couples.

Nota : Le tracé "au sentiment" de la projection P'P'' du bouchain est une courbe peu arquée, à convexité tournée vers le haut. Elle se confond même avec une droite sur certains bateaux.



DESSIN n° 17

Descriptif : carène angulaire, tracé des 1/2 couples de l'arrière, 6, 7, 8, 9, 10.

Sur la vue en transversal, et à gauche de l'axe de symétrie :

- reporter les ordonnées du livet de pont des couples 6 à 10,
- tracer le livet de pont EJ,
- tracer le flanc du tableau arrière, couple 10,
- repérer les ordonnées de J' et J'',
- tracer au "sentiment" PJ'', le bouchain,
- relever les ordonnées des couples sur le bouchain de la vue en longitudinal, dessin n° 15,
- reporter ces ordonnées sur PJ'',
- tracer les flancs de chaque couple,
- tracer une droite passant par J' et J'',
- tracer une droite passant par P et T,
- à l'intersection du prolongement de ces deux droites, repérer le pôle 2,
- joindre le pôle 2 à la position des couples sur PJ'',
- numéroter les couples.

Nota : Pour déterminer la pente du flanc du couple 10, tracer une ordonnée Jc de 100 mm, puis une abscisse cd = 34,5 mm ; joindre les points J et d.

Le bouchain est dessiné sur la vue en plan du dessin n° 15 pour contrôler la régularité de la courbure.

Commentaires : Généralement, la pente du flanc du couple n° 10 est moitié plus forte que celle du flanc de la maîtresse section. Dans l'exemple choisi elle est de : $23 \times 1,5 = 34,5$ mm.

A titre de comparaison, si l'on superpose les vues en transversal du bateau angulaire et du bateau en formes, on voit que les couples des deux dessins, tout en offrant certains points de ressemblance, en particulier l'acuité des couples avant, ne peuvent pratiquement pas se déduire les uns des autres, ce qui condamne la méthode expéditive de tracé d'un bateau angulaire qui consiste à envelopper par deux droites chacun des couples d'un bateau en formes.

Le dessin se termine par la vérification du volume et du centre de carène, dessins n° 9 et n° 10, et par les aménagements de la dérive, du safran, du pied de mât, du pont, dessins n° 11 et n° 12.

LE VOILIER ET LES VAGUES

Les voiliers radiocommandés naviguent généralement sur des plans d'eau relativement restreints où la formation des vagues se limite à un fort clapot, ce qui représente en fait des vagues à échelle réduite. Dans une très grande majorité des conditions de navigation, la surface de l'eau est pratiquement plate. La navigation en mer au-delà des ports, avec de grosses vagues ou une forte houle, reste malgré tout exceptionnelle.

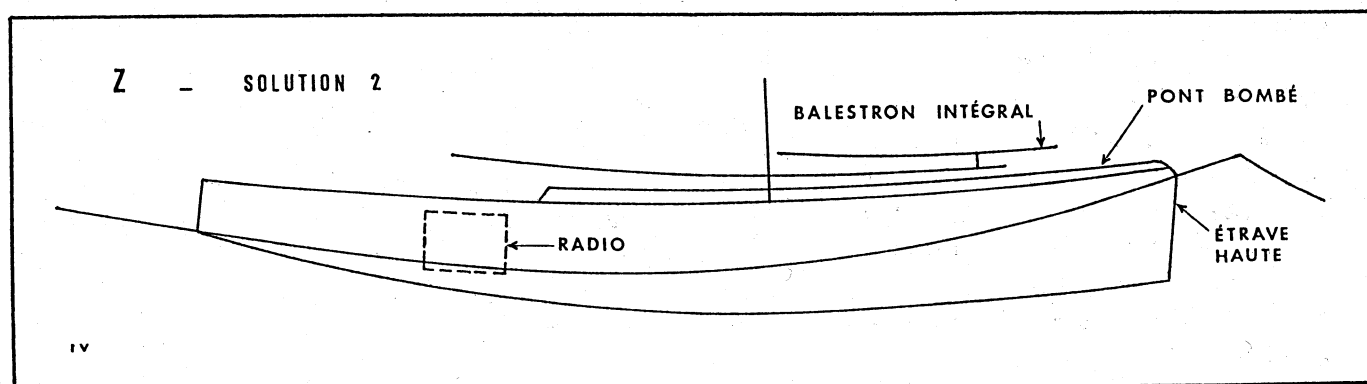
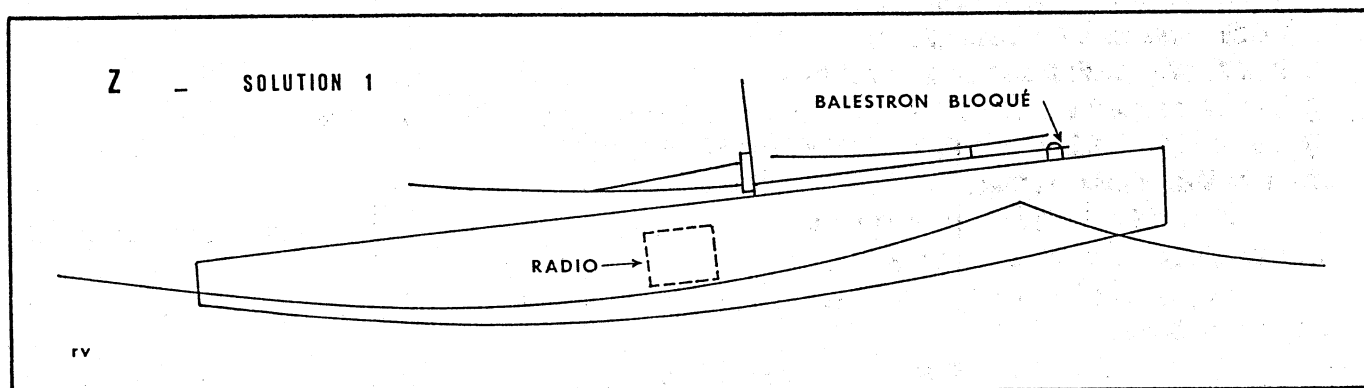
A propos de l'influence de la répartition des poids, un bateau léger aux extrémités soulage au passage de la vague et son mouvement s'amortit dès que celle-ci est passée, le bateau ralentit peu.

En VRC, la disposition du tout à l'arrière pour l'emplacement radio des voiliers grésés balestron évoquée au dessin n° 12, est une solution en opposition avec celle proposée pour le passage des vagues. La conciliation de ces deux situations passe par deux solutions envisageables, figures Z :

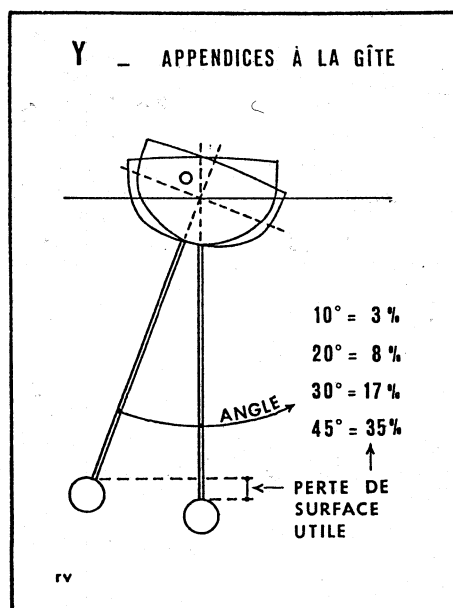
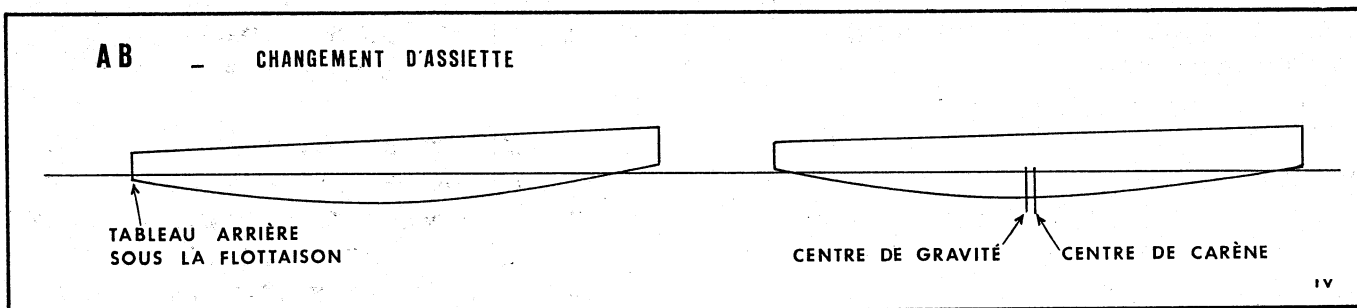
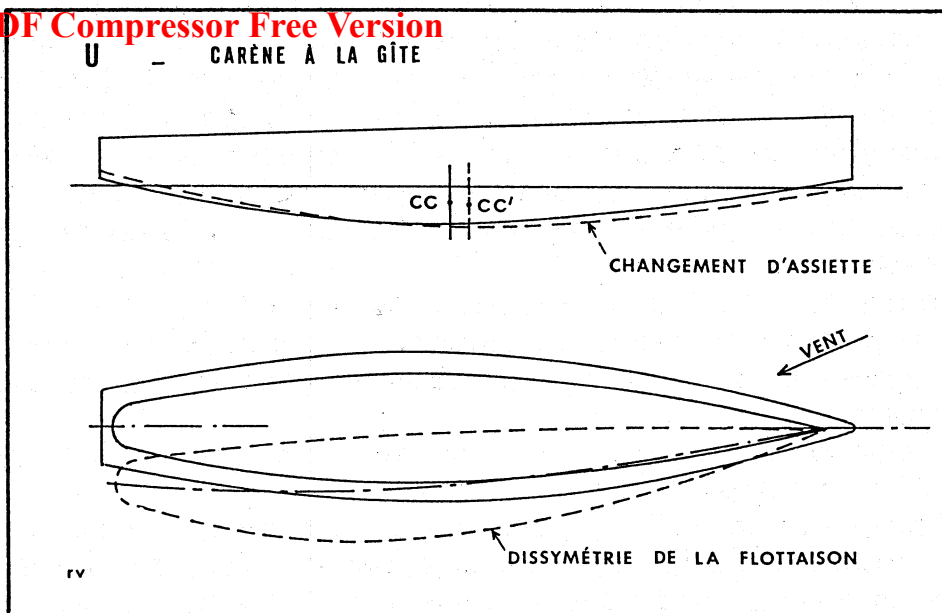
1 - La radio est placée au centre, et le système de balestron bloqué est adopté sur les gréements de brise pour soulager l'étrave.

2 - La radio est placée au milieu de la partie arrière du bateau, situation de compromis conservant l'intégralité de tous les gréements à balestron, associée à un volume avant important au-dessus de la flottaison, étrave haute et pont bombé, le volume total de la coque agissant pour faire émerger rapidement le bateau quand il plonge. Attention toutefois, un fort franc bord avant rend le bateau mou du fait de l'action du vent sur cette surface latérale, et le bateau abat.

Le tangage est un phénomène rarement observé en VRC, mais il est normalement combattu par un alignement vertical du centre de gravité du bateau avec le centre du plan de flottaison.



PDF Compressor Free Version



LE VOILIER À LA GÎTE

Le tracé d'une carène demande la plus rigoureuse symétrie par rapport à son plan axial longitudinal et vertical, flottaison horizontale. Or le voilier navigue le plus souvent sous une certaine inclinaison transversale, c'est la gîte avec laquelle son volume immergé devient dissymétrique et cette dissymétrie varie avec l'angle de gîte, la situation est alors complexe.

Le volume en position gîtée reste le même, mais la répartition de ce volume peut avoir changé sensiblement, ce qui a pour effet soit d'enfoncer le bateau par l'avant ou au contraire de le déjauger. On comprend alors que les architectes s'efforcent, sans toujours y parvenir complètement à tous les angles de gîte, à dessiner des carènes qui conservent la même assiette. Résultat qui s'obtient par un dessin tel que le centre de carène se déplace aussi peu que possible longitudinalement lorsque le bateau prend de la gîte, figure U.

L'expérience a prouvé qu'un voilier gîté conserve sa route bien que sa carène devienne dissymétrique, à condition que son centre de carène demeure dans son plan transversal initial, en d'autres termes à condition que ce centre n'ait aucun déplacement en avant ou en arrière, on dit alors qu'elle est isocarène.

Notons en leur faveur, que les carènes dissymétriques à la gîte dont le centre de carène avance, ont une tendance au lof. Si ce phénomène en navigation ne demande pas une compensation trop importante à la barre, qui serait alors un frein, l'avantage est intéressant à exploiter dans le pilotage.

Dès que le bateau navigue, il change d'assiette en s'appuyant sur l'avant sous l'action de la force propulsive placée haute dans les voiles, au centre de voilure. Deux solutions pour remédier à ce changement, figure AB :

- 1) le dessin est tracé avec un tableau arrière sous la flottaison, 2mm environ,
- 2) le dessin présente la ligne de flottaison bateau navigant, et c'est à l'équilibrage définitif du bateau que le centre de gravité est reculé par rapport au centre de carène, de 5 mm sur un classe 1 mètre et de 13 mm en classe M à balestron.

En VRC, l'étude approchée à 20° de gîte constatera la nécessité ou non de remodeler la répartition des volumes avant et arrière, ou de réviser le volume global, car c'est jusqu'à cet angle que l'on a les meilleures conditions de navigation, gain de vitesse et maintien du cap. L'important étant de s'assurer du nouvel équilibre longitudinal qui ne doit pas logiquement s'écarter des valeurs du schéma R, dessin n° 11. Au-delà les gîtes jusqu'à 45° mettent en évidence une perte de surface anti dérive préjudiciables à la bonne marche du bateau.

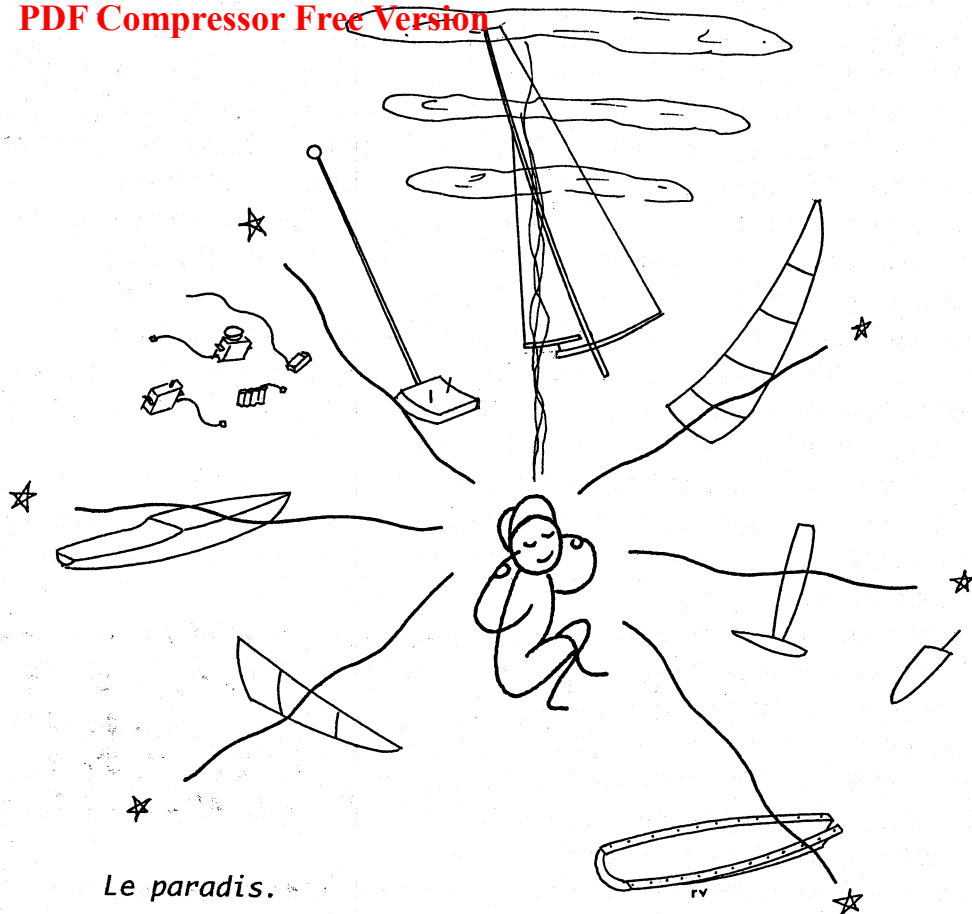
QUELLE THÉORIE EN VOILE RADIOCOMMANDÉE ?

Les formes des classes M et 1 mètre se rapprochent, pour les raisons que l'on vient de voir, des formes circulaires, certaines sont tracées au compas, ce qui par ailleurs simplifie les calculs de surface des couples. Elles répondent positivement à la non déformation exagérée des lignes d'eau lorsque le bateau est à la gîte et surtout conservent leur centre de carène dans le plan longitudinal initial.

Les carènes présentant une déformation à la gîte sont celles où l'on a dessiné des formes plates, larges, concaves ou angulaires et des lignes d'eau tourmentées telles que la présence de zones plates, pincées ou fortement courbées. Mêmes partielles elles contrarient les écoulements. Dans ces cas là, rechercher le déplacement longitudinal du centre de carène prend de l'intérêt. A chaque étude de gîte le calcul du volume de carène et l'établissement de la courbe des aires permet de définir la nouvelle position du centre.

Si les formes isocarènes ne posent pas problème, on constate qu'elles diminuent considérablement la tendance au lof appréciée dans les adonnantes. Il faut pour retrouver cette qualité être très précis dans la recherche de l'équilibre longitudinal et ne pas hésiter à travailler par la suite sur les dimensions ou la position des voiles, en déplaçant avec parcimonie en plus ou en moins la position du centre de voilure pour rendre le bateau légèrement ardent. A moins d'un peu de chance, ça demande un peu de temps mais c'est toujours passionnant.

PDF Compressor Free Version



Le paradis.

TECHNIQUES POUR UNE COQUE MOULÉE

UNE PROGRESSION TECHNOLOGIQUE

L'ensemble de la flotte des voiliers radiocommandés est à quelques exceptions près constituée de bateaux à coque moulée. Ce n'est ni un hasard, ni une mode, mais la conséquence des progrès technologiques dûs aux matériaux accessibles aux modélistes VRC toujours très intéressés par les produits haut de gamme. Une démarche dans laquelle la notion de progrès est présente par la volonté de se maintenir à niveau, voire de se dépasser.

Si ces produits de moulage ont des avantages, leur mise en oeuvre entraîne des contraintes inévitables. Prudence dans leur utilisation, notamment avec les précautions de protection indispensables.

La réalisation d'une coque moulée passe invariablement par la succession de trois phases englobant : la forme, le moule, le moulage. Ces phases seront l'objet de trois chapitres.

Les amoureux du bois y trouveront leur matière favorite puisque ce tryptique commence par la construction de la forme réalisée en bois. Alors pourquoi compliquer la réalisation ? Tout simplement parce que le jeu en vaut la peine, non seulement pour des considérations philosophiques de progrès, mais aussi des considérations conceptuelles et pratiques.

AVANTAGES ET CONTRAINTES

L'avantage le plus évident est la production en nombre d'un modèle identique par le fait du moule. Une formule à retenir au niveau d'un groupe, la mise au point du bateau, étant facilitée par la comparaison en navigation.

Cela condamne-t-il le modèle unique, en structure plastique renforcée, produite dans un moule ? Réponse : non, car l'avantage principal dans l'architecture voile radiocommandée réside en grande partie dans la répartition des poids, un argument qui prévaut sur tous les autres dans la construction des coques.

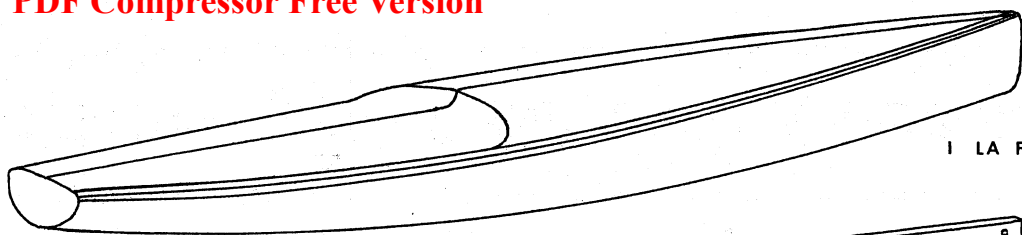
- Le poids, toujours la même question ?

- Eh oui..., comparativement pour une même forme, une coque bois pèse à peu près le double d'une coque moulée, 700 grammes pour 300 grammes en classe M, c'est énorme !

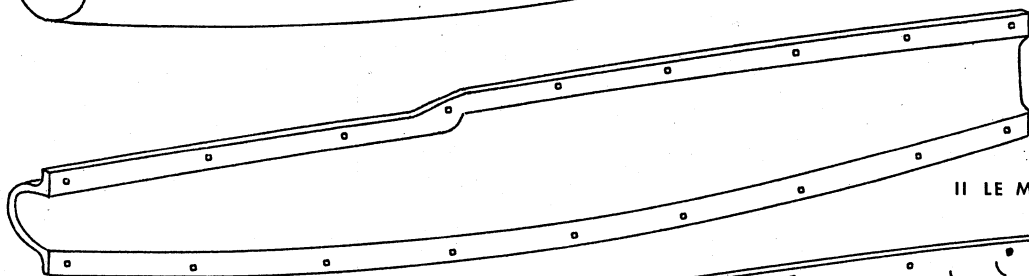
LES TROIS PHASES OPÉRATOIRES

1

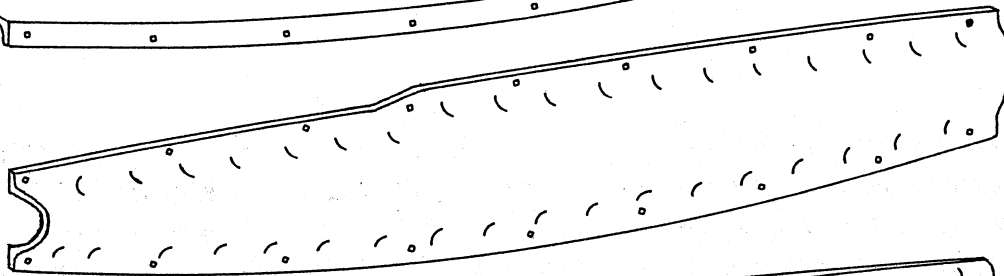
PDF Compressor Free Version



I LA FORME



II LE MOULE

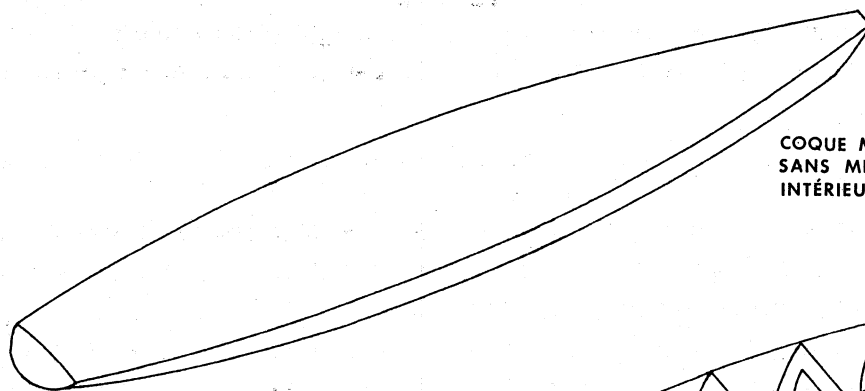
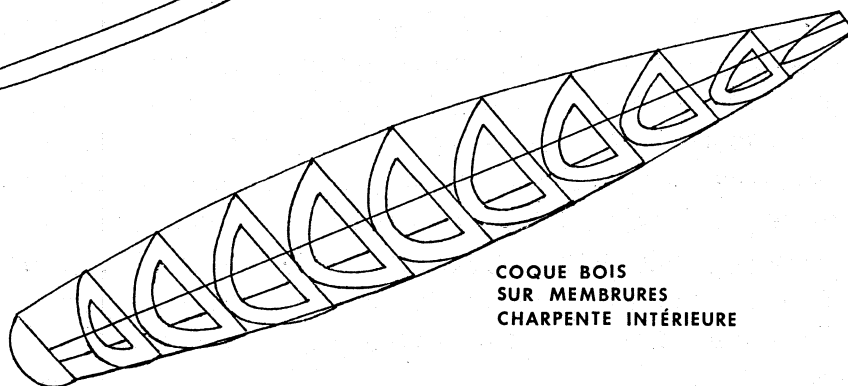


III LE MOULAGE

rv

DEUX TYPES DE CONSTRUCTION

1a

COQUE MOULÉE
SANS MEMBRURES
INTÉRIEUR LIBRECOQUE BOIS
SUR MEMBRURES
CHARPENTE INTÉRIEURE

rv

- Et pourtant ce ne sont pas les voiliers les plus légers les meilleurs dans tous les types de temps, ça a été constaté bien des fois !

- C'est vrai, mais à poids égal, il faut privilégier la stabilisation, et si l'on doit prendre du poids ce n'est certainement pas dans la coque.

Plaident aussi en faveur du moulage, la qualité du fini et sa durabilité dans le temps, sans entretien fastidieux. La facilité d'installation des accessoires dans un espace intérieur libre de membrures, et l'attrait de matériaux haut de gamme complètent les bonnes raisons du choix.

Cependant, des contraintes subsistent et notamment en regard de la fragilité relative aux chocs. A ce sujet le bois est un matériau exceptionnel quand à sa solidité et à sa rigidité. Ceci malgré son instabilité car sensible à l'humidité, un phénomène surtout préoccupant en navigation, mais aussi pour l'ensemble des modes opératoires de construction. De sérieuses dispositions sont à prendre pour minimiser les risques qui en découlent, que ce soit dans l'utilisation du bois, mais aussi dans la mise en oeuvre des résines ou des tissus de stratification.

LE PROCESSUS DANS SON ENSEMBLE : QUALITÉ D'ABORD.

Le point de départ est un plan comportant un dessin des sections transversales : les couples. Si vous avez concrétisé vos idées de voilier RC en le dessinant, voir le chapitre "Dessin des voiliers", l'étape suivante consiste à entreprendre sa construction.

La réalisation d'une coque moulée est un véritable travail. Ce document apporte les connaissances techniques indispensables à la réussite et les précautions à prendre y sont largement évoquées. Certains les trouveront peut-être exagérées, on ne peut cependant les mésestimer sans s'exposer à des résultats douteux, voire aller jusqu'à l'échec, qui ne feront que compliquer l'exécution par des rattrapages éventuels toujours délicats et rarement parfaits. Mieux vaut donc prendre deux précautions plutôt qu'une si l'on souhaite le succès.

L'ensemble des opérations à effectuer demande de la patience, qualité modéliste s'il en est. Pas de précipitations, ni bidouillages ou bricolages incertains, c'est un travail exigeant long et varié. Le temps à passer est le dernier élément à prendre en compte, qualité d'abord.

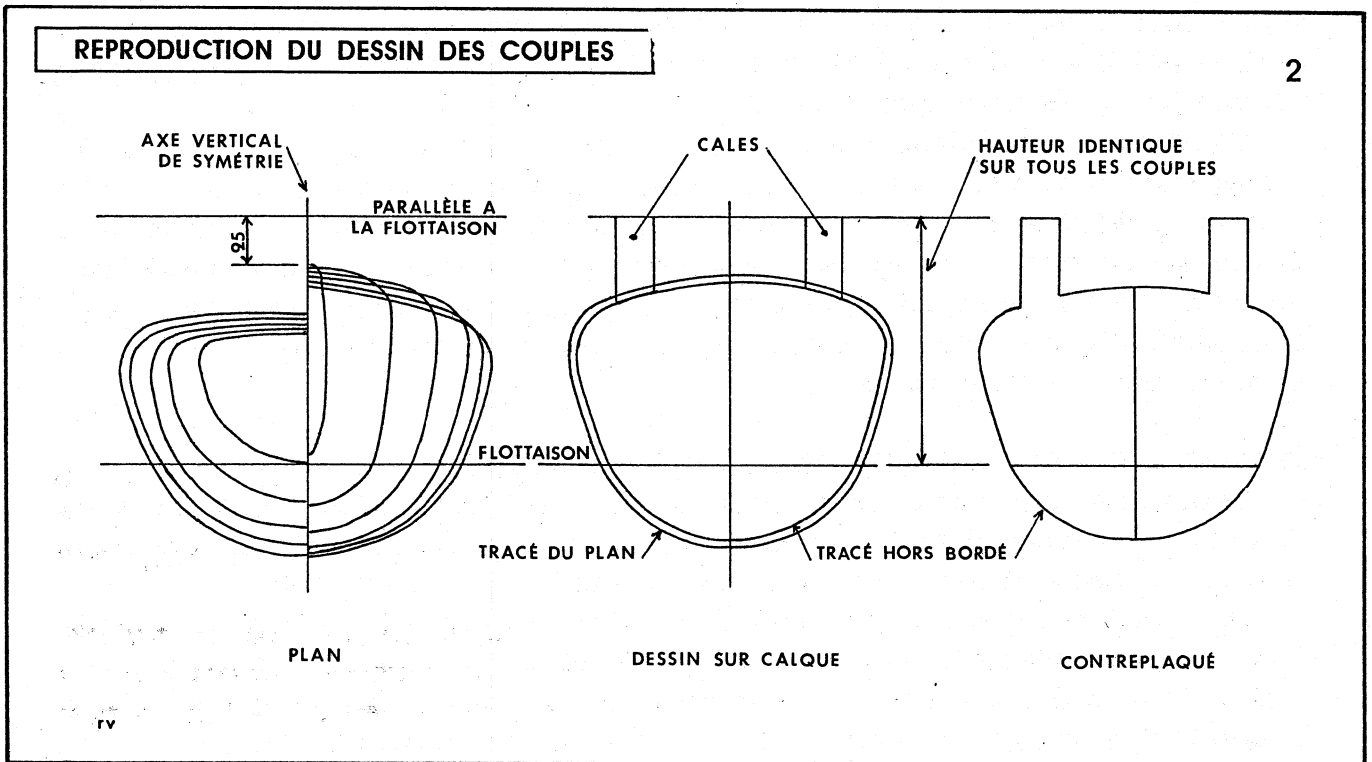
L'exactitude des formes est de rigueur dans l'exécution, surtout si l'on a pris le soin d'une étude préalable d'architecte, c'est un contrat à passer avec soi-même.

La réalisation d'une coque moulée est toujours dépendante d'une forme mère et d'un moule (dessin n° 1):

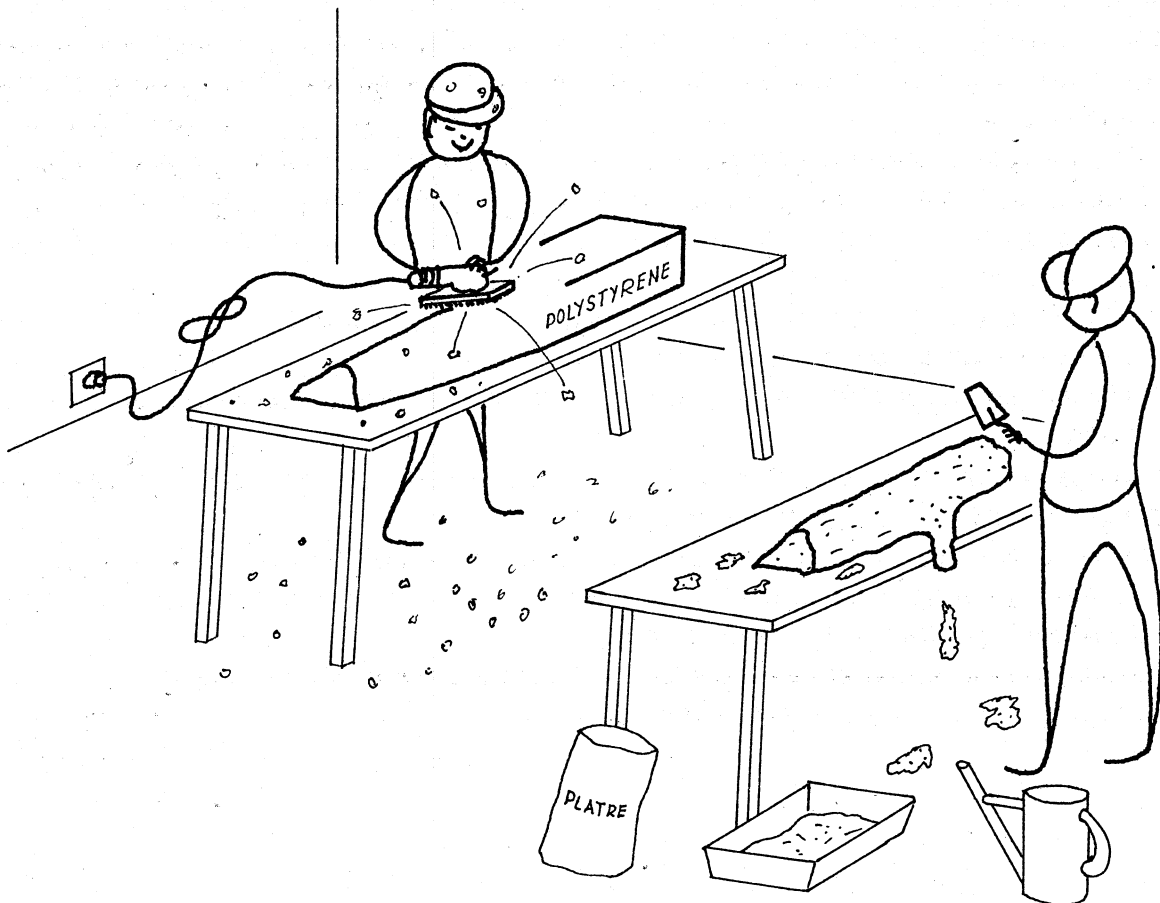
- a) la forme est construite en bois latté sur couples, c'est la solution la plus fidèle au dessin, la plus sûre dans l'exécution,
- b) le moule est réalisé sur la forme, en stratifié tissus de verre/résine polyester, en une ou deux parties,
- c) le moulage de la coque est fait en stratifié verre/polyester ou mieux en tissus kevlar et carbone/résine époxy, dans le ou les moules.

Dans ce processus, le but est d'avoir une forme extérieure de coque fidèle au plan, dans une structure simple, répondant aux critères de résistance que l'on s'est fixé, et de finition de surface parfaite, sans irrégularités.

Le moule sera une empreinte exacte de la forme, qu'il restituera par la suite sur le moulage de la coque, dans les moindres détails.



L'à peu près donne des résultats sans garanties, et c'est la galère...



LA FORME

PDF Compressor Free Version

LA PREFERENCE : UNE FORME BOIS

Le bois par ses qualités, procure l'exactitude souhaitée dans la construction de la forme, exactitude que l'on retrouve dans le moulage final.

La maîtrise de la mise en oeuvre et de l'exécution sont cependant tributaires d'un minimum de savoir et de précautions du fait de la consistance même du bois, il en sera fait part au fur et à mesure de la réalisation ainsi qu'en évoquant les conditions de travail.

Ce travail du bois est à la portée de tous et ne nécessite pas d'équipements lourds. La précision obtenue est suffisante et correspond à celle que l'on peut avoir dans le tracé du dessin. Le respect des lignes et du volume sont assurés, voilà des raisons d'être pleinement satisfait.

PRUDENCE, PRUDENCE

Avertissons ceux qui ont l'intention d'entreprendre la fabrication d'une coque à partir d'une forme usinée dans un bloc de polystyrène, et recouverte de résine renforcée de tissus, appelée coque « shapée ». Ce mode opératoire beaucoup trop imprécis, s'apparente au bricolage, pas au modélisme.

L'imprécision réside dans la molesse du polystyrène et les ravages du moindre ponçage. C'est un à peu près incompatible avec un dessin aux caculs précis. L'ordinateur et quatre chiffres derrière la virgule sont inutiles pour un bricolo aussi grossier.

Le badigeonnage à la résine sur une surface inconsistante ne donne que creux et bosses et autant dire qu'une finition correcte est illusoire, sans oublier que le solvant de la résine polyester, le styrène, dissout le polystyrène, tout comme l'acétone ramollit la résine polyester.

Il vient aussi parfois à l'idée d'utiliser le plâtre pour modeler une forme. Si l'aspect final est plus correct, les difficultés ne manquent pas. La principale étant la présence d'une grande quantité d'eau dans le plâtre, celle-ci doit impérativement disparaître. L'eau s'évapore non sans provoquer des déformations et craquelures, c'est la galère...

Voilà deux modes opératoires vraiment à déconseiller, dans l'optique d'un travail et d'un résultat de qualité.

LE DECOUPAGE DES COUPLES

Attention ! La reproduction du dessin des couples par photocopie n'apporte pas la précision souhaitée. Le meilleur est de reproduire le tracé par transparence sur du papier calque polyester garantissant un maximum d'exactitude du dessin original.

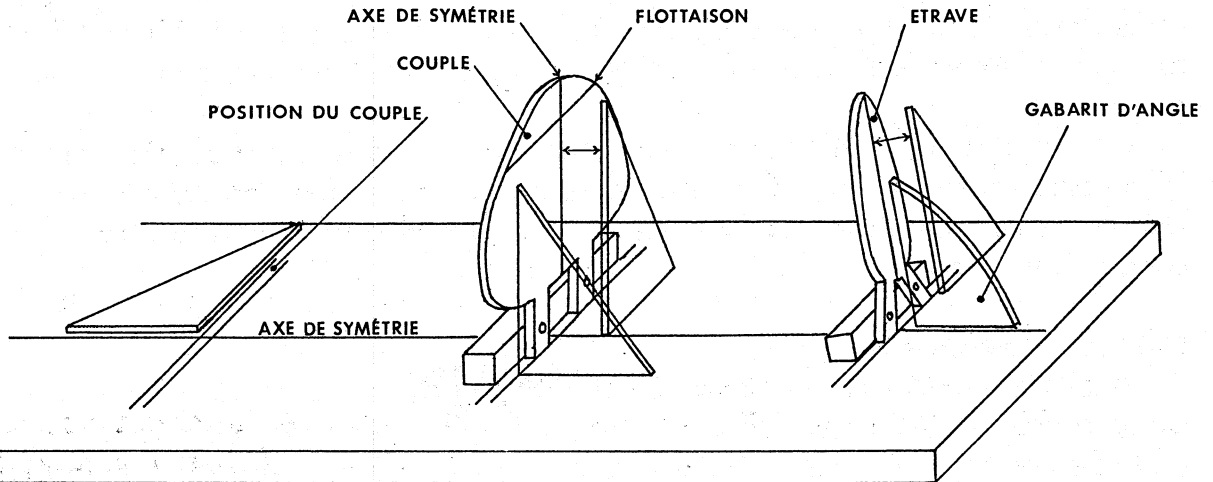
Comme pour le dessin des couples, la ligne de flottaison et l'axe du plan de symétrie verticale servent de références d'alignement. La carène étant lattée tout d'abord quille en l'air sur le chantier, chaque couple sera placé à l'envers sur cales, la ligne de flottaison étant parallèle au chantier.

Dans le cas d'un pont plat et rectiligne, les couples seront alignés quille en l'air directement sur le chantier sans cales de hauteur, le pont faisant référence.

Sauf dans le cas du pont plat, tracer une parallèle à la flottaison, à 25 millimètres au-dessus du dessin des couples. Les couples sont normalement dessinés par moitié, pour chacun d'eux dessiner la cale entre le pont et la parallèle représentant le chantier (dessin n° 2).

ÉQUERRAGES SUR LE CHANTIER

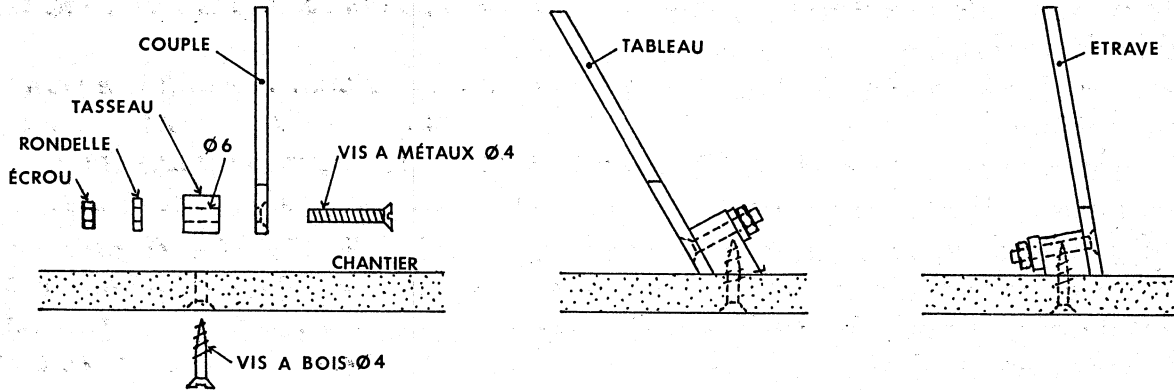
3



IV

FIXATION DES COUPLES

4



IV

En calquant la 1/2 vue du couple de part et d'autre de l'axe du plan vertical de symétrie, on obtient le couple complet y compris les cales. Dessiner aussi la ligne de flottaison.

PDF Compressor Free Version

Important ! L'épaisseur du lattage doit être déduite sur tout le pourtour du couple. Les lattes utilisées sont en « samba » de 10x3, 7x3 ou 5x3 (généralement marquées en bleu à une extrémité). Un double trait, correspondant à l'épaisseur des lattes est donc tracé, avec un écart de 3 millimètres à l'intérieur du tracé du couple, sauf les cales. S'il est prévu une finition renforcée (voir ce paragraphe plus loin), il faut déduire une surépaisseur supplémentaire d'un demi-millimètre (dessin n° 2).

Découper le calque au bord du tracé intérieur hors bordé, sans supprimer le trait, y compris les cales attenantes (dessin n° 2). Puis le coller à l'adhésif double face sur du contreplaqué de 5 millimètres d'épaisseur. Chaque couple est ainsi découpé dans le CTP et poncé soigneusement sur le pourtour en suivant le tracé, y compris le dessous des cales (les cales seront sciées par la suite avant le lattage du pont).

Les couples d'étrave et de tableau arrière font l'objet d'un paragraphe particulier.

LE MONTAGE DES COUPLES SUR LE CHANTIER

Ce montage constitue l'ossature de ce que sera la coque. Première précaution à prendre, celle d'avoir un chantier de construction rigoureusement plat. Une plaque de contreplaqué de 16 millimètres d'épaisseur fait généralement l'affaire. Prévoir des dimensions suffisantes débordant de 10 centimètres la longueur et la largeur maxi de la forme à construire.

Sur ce chantier, au milieu de la largeur, tracer un trait rectiligne sur toute la longueur. Ce trait représente la position de l'axe du plan vertical de symétrie. Sur cet axe, marquer les positions des couples, telles qu'elles figurent sur le plan, et avec une équerre tracer leurs emplacements (dessin n°3).

Les couples sont alignés sur l'axe de symétrie. Leurs fixations sur le chantier doivent permettre un réglage et un démontage faciles. Ils sont normalement mis en place perpendiculairement au chantier, sauf peut-être ceux de l'étrave et du tableau arrière qui peuvent avoir une position inclinée. Il faut alors s'assurer que leur dessin correspond bien à cette position, leur forme étant alors différente (voir paragraphe suivant).

Pour maintenir les couples sur le chantier, un type de montage consiste à utiliser des tasseaux 20x20 mm boulonnés sur les cales des couples. Les tasseaux sont ensuite vissés sur le chantier, par dessous. De cette façon les couples peuvent être positionnés avec précision, et par la suite le démontage sera facilité (dessin n° 4).

COUPLES D'ETRAVE ET DE TABLEAU ARRIERE

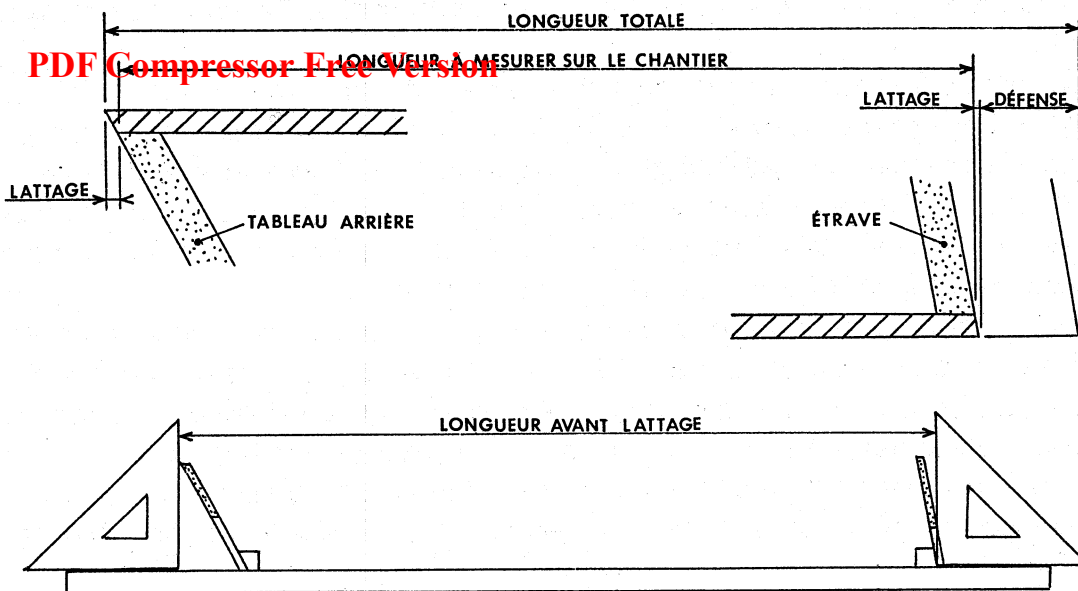
Les couples d'étrave et de tableau arrière, dans leur situation d'extrémité, ont bien souvent une inclinaison plus ou moins prononcée. D'où la nécessité d'être vigilant dans leur montage sur le chantier, des particularités apparaissent (dessins n°s 3 et 4).

S'assurer tout d'abord que leur dessin correspond bien à leur situation inclinée, quelques degrés d'écart avec la verticale ont peu d'influence sur leur forme, pratiquement cela ne change rien. Mais à partir de 5 degrés, le dessin doit en tenir compte, y compris pour les cales.

La ligne de flottaison n'y est pas obligatoirement apparente, la hauteur de la quille au-dessus du chantier est donc mesurée séparément, perpendiculairement au chantier. La vérification de l'inclinaison se fait à l'aide d'un gabarit mesurant l'angle extérieur.

CONTRÔLE DE LA LONGUEUR TOTALE

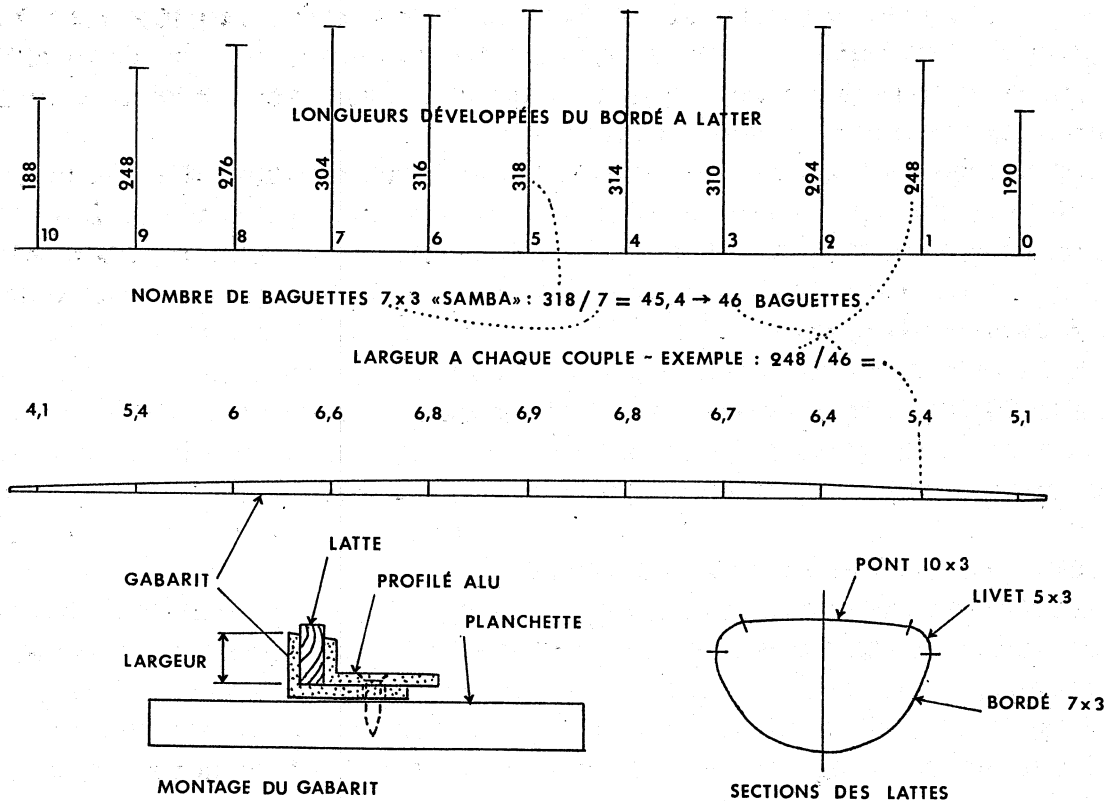
5



rv

PROFILAGE DES LATTES : EXEMPLES

6



rv

Autre vérification, la longueur totale à respecter, notamment vis-à-vis de la jauge. Pour ce faire le montage sur tasseaux doit permettre la mise en place de deux équerres en contact avec les parties extrêmes des deux couples. Les tasseaux dont une face est mise à l'angle concerné, sont placés côté intérieur (dessin n° 5).

Petit détail outre l'épaisseur éventuelle de la défense, décompter les suppléments de longueur dûs aux lattes lorsqu'elles seront arrasées dans le prolongement des couples, les angles restants vifs et non arrondis.

LE CONTROLE DE LISSAGE

La hauteur du plan de flottaison au-dessus du chantier est identique sur tous les couples (dessin n° 2), s'en assurer avant leur montage, agir sur les cales par ponçage pour faire les corrections nécessaires.

Tous les couples sont soigneusement positionnés sur le chantier en contrôlant l'équerrage de leur axe de symétrie verticale pour un alignement parfait avec l'axe tracé sur le chantier.

Ajuster la position en jouant sur le serrage des cales (dessins n° 3 et 4).

Lorsque tout est parfaitement en place, bloquer les cales des couples sur les tasseaux.

Ensuite, à l'aide de quelques lattes pointées sans collage, vérifier à l'oeil la régularité des lignes de la carène et du franc bord. Les lattes doivent être en contact avec tous les couples, si l'on constate un manque important, il y a erreur quelque part, vérifier le dessin du couple. Lorsqu'un ou deux couples sont trop petits, les refaire plus volumineux, s'ils sont trop grands, les poncer. Mais gare à ce petit jeu des rectifications éventuelles de lissage, prendre pour principe qu'il vaut mieux avoir un peu plus de volume que pas assez.

Ces premiers contrôles et ajustements donnent une vue du volume de ce que sera la carène, il est encore temps de se reprendre si elle ne correspond pas à ce que l'on souhaite, ne pas hésiter à se remettre en cause, après il sera trop tard, la forme finie.

Les lattes de contrôle seront déposées par la suite, au fur et à mesure de l'avancement du lattage.

LE LATTAGE DE LA CARENE ET DU FRANC BORD

Le lattage consiste à recouvrir de baguettes collées l'ensemble des couples de la forme. Prendre le temps d'exécuter un travail soigné, car les opérations de finition ne reprendront que des inégalités minimales.

Un lattage idéal présente le même nombre de lattes sur tous les couples. Plus facile à dire qu'à faire. Ce travail délicat exige d'effiler les lattes dans leur longueur en tenant compte de la longueur développée à lather sur chaque couple, et du nombre de lattes (dessin n° 6).

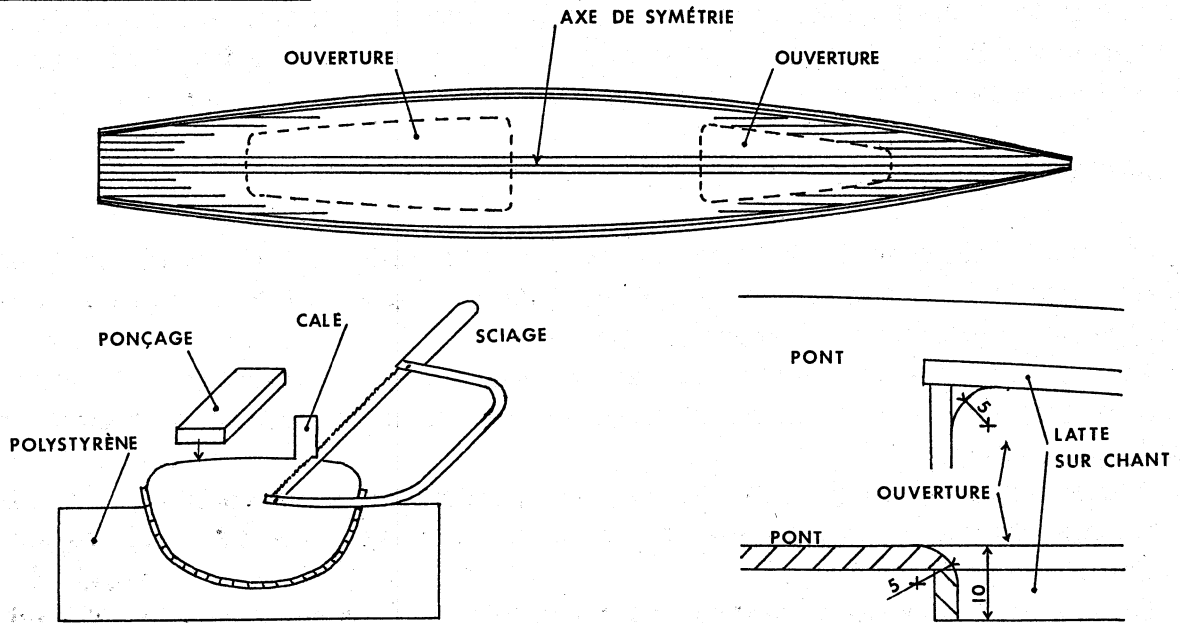
Trois zones de lattage peuvent être définies selon leur courbure et chacune d'elle aura des lattes spécifiques ; par exemple : la carène et le franc bord en 7x3, l'arrondi du livet de pont en 5x3 et le pont en 10x3 (dessin n°6).

Deux méthodes similaires permettent d'effiler les baguettes ; enfin... théoriquement, car pratiquement c'est moins évident, mais il faut bien une base de travail :

a) faire un gabarit en fonction du bordé à lather, en utilisant du profilé alu (dessin n° 6), et en sachant qu'un gabarit en bois ne résiste pas longtemps à l'attaque du cutter et des outils,

LATTAGE DU PONT

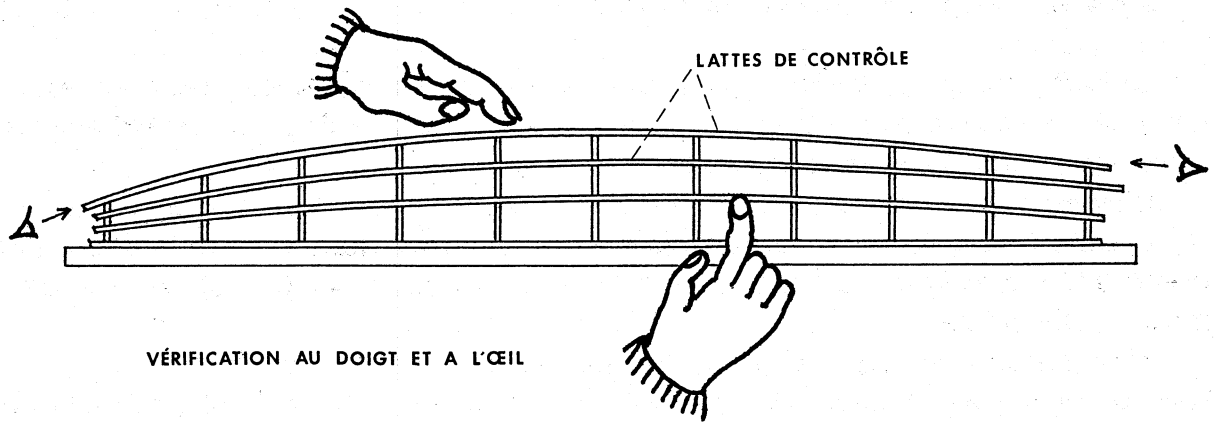
7



rv

CONTRÔLE DE LISSAGE

3a



VÉRIFICATION AU DOIGT ET A L'ŒIL

rv

b) utiliser un appareil décrit en détail dans MRB n°387 de février 1996. L'article est intitulé « Comment effiler les virures de bordé ou usiner toutes courbes longues ». Il s'agit d'un gabarit réglable, universel et perfectionné, assurant un maximum de précision quel que soit le profilage à donner aux lattes.

Commencer le lattage par la quille en plaçant une latte de part et d'autre de l'axe de symétrie. Ces deux lattes seront teintées au feutre noir sur le chant placé sur l'axe. C'est important pour la suite car le joint des deux lattes matérialise l'axe, il permettra ensuite de repérer sans erreurs l'emplacement de la dérive et du tube de gouvernail, la jaumière.

Les lattes sont posées à suivre, alternativement bâbord et tribord, à la « SADER, colle bois, prise rapide » (en biberon) sur toute leur longueur et sur les couples ; elles sont pointées finement là où c'est nécessaire pour les maintenir en place. Le surplus de colle est soigneusement enlevé, il est gênant pour les ponçages ultérieurs.

Vérifier constamment l'harmonie des lignes données par le lattage. Après séchage, les pointes sont retirées, les trous et les petits jours entre les lattes seront bouchés à la finition.

Ce lattage terminé, un premier ponçage à gros grain, 100 par exemple (papier NORTON couleur jaune), égalise les lattes. Les inégalités disparaissent, sans plus. C'est un travail préparatoire alors que la construction est bien maintenue sur le chantier.

Selon le système de finition qui sera choisi par la suite, les ponçages, masticages et peintures indispensables à une finition irréprochable, seront vus dans les paragraphes suivants à la fin de ce chapitre.

LE LATTAGE DU PONT

Il est évident qu'il est nécessaire de désolidariser la forme du chantier pour le lattage du pont. Sous le chantier les vis à bois maintenant les tasseaux sont retirées et les tasseaux eux-mêmes sont démontés.

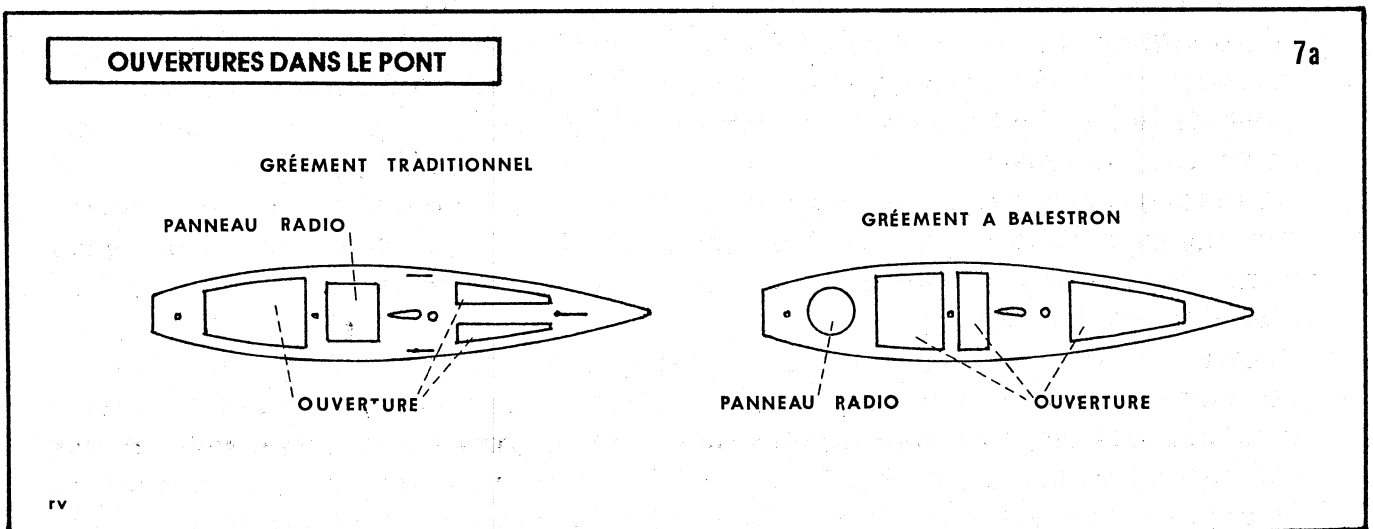
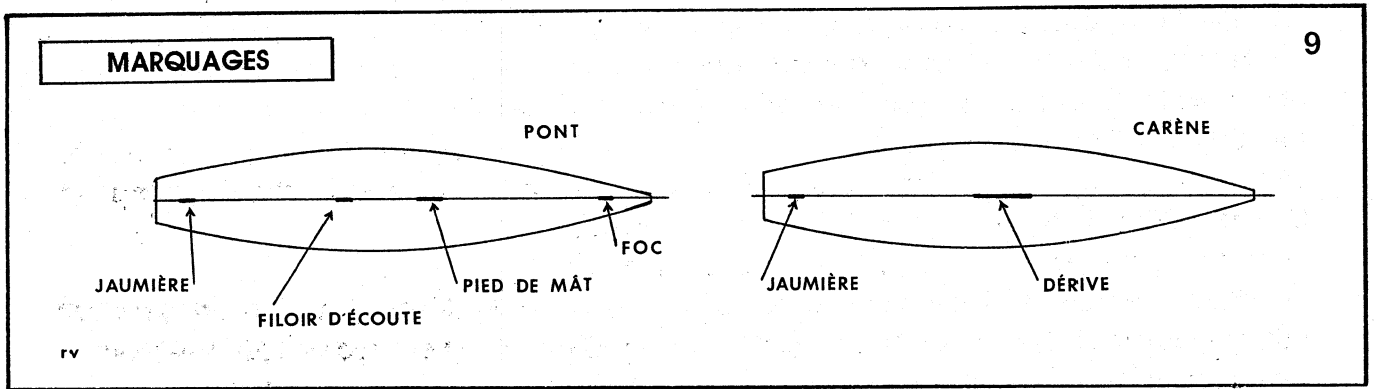
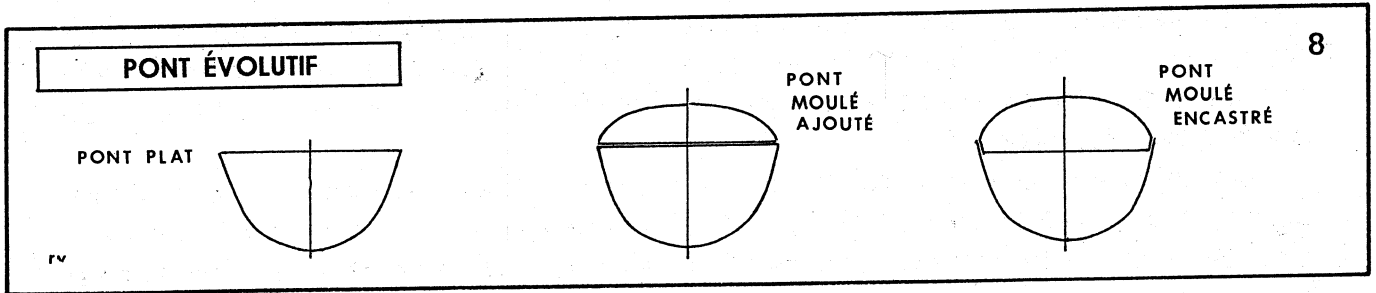
On constate alors que la forme est suffisamment rigide pour continuer le travail « en l'air », c'est-à-dire sans fixation sur le chantier. Cependant pour être à l'aise, deux berceaux en polystyrène par exemple, aux formes de la carène vers l'avant et vers l'arrière, serviront de support (dessin n° 7).

Les cales des couples devenues gênantes et inutiles sont sciées, et les couples poncés à l'endroit du sciage pour rattrapper le dessin transversal du pont.

Le lattage du pont demande les mêmes précautions que précédemment. Des lattes de contrôle sont pointées sans collage, le lissage est fait à l'oeil, les imperfections rectifiées. Les couples trop bas sont repris, en collant puis ponçant un petit morceau de bois pour compenser.

Les premières lattes à poser sont celles dont le joint matérialise l'axe du plan vertical de symétrie, c'est la référence d'alignement (dessin n° 7). Passer leur chant au feutre noir et les coller de part et d'autre de l'axe où seront implantés le mât, le foc, les filloirs d'écoute et la jaumière.

Selon la forme du pont et de la liaison coque/pont, le lattage est repris en continuation du franc bord avec des lattes effilées ou à partir des lattes axiales. Dans le deuxième cas, les lattes sont posées parallèlement, sans effilage, mais ajustées aux extrémités. Elles sont toujours collées et jointées à suivre alternativement bâbord et tribord, ceci dans le but d'éviter la déformation qui ne manquerait pas de se produire en lattant complètement un côté et l'autre ensuite ; procédé à exclure !



UN PONT EVOLUTIF

Avoir un pont moulé oblige à faire deux moules, c'est un supplément qu'un débutant peut éviter en prévoyant un pont plat et rectiligne. Les couples sont alors posés sur le chantier directement sans cales, qu'ils en l'air jusqu'à la confection du moule. Le pont sera réalisé avec une feuille plastique ou du contreplaqué 1 millimètre, éventuellement ajourés et recouverts d'un film plastique. C'est une solution simple et elle est évolutive, car rien n'empêche plus tard d'ajouter à la forme un pont plus sophistiqué (Dessin n° 8).

Ce pont plus sophistiqué peut être fait de deux façons :

- a) la forme initiale est reprise et l'on bâtit dessus un pont latté,
- b) le pont est construit indépendamment à partir d'une base qui s'encastre dans ou sur le moulage de la coque.

Ces solutions ont les avantages d'un gain de temps. En outre, la recherche des équilibres du bateau entraîne parfois des modifications éventuelles dans les implantations des différents éléments, elles sont plus faciles à réaliser à partir d'un pont non moulé.

DES OUVERTURES DANS LE PONT

Après un ponçage égalisateur, les ouvertures dans le pont sont découpées, s'il y en a.

- Pourquoi avoir tout latté ?
- Tout simplement pour avoir l'harmonie des lignes.
- Et pourquoi avoir des ouvertures dans le pont ?
- Sans insister sur le gain de quelques grammes, elles permettent surtout un accès intérieur aisé au moment de coller le raccordement de la coque et du pont, ou de coller les deux demi-coques, selon le système adopté.
- Et si l'on préfère avoir un pont moulé sans ouvertures ?
- Cela évite d'avoir des problèmes d'étanchéité et de solidité du film de recouvrement des ouvertures (solartex, vénilia...). Il y a malgré tout deux autres accès possibles pour le collage : l'étrave et le tableau arrière, à condition de ne pas les avoir moulés ; ils seront rapportés lorsque l'assemblage des deux parties sera fait.

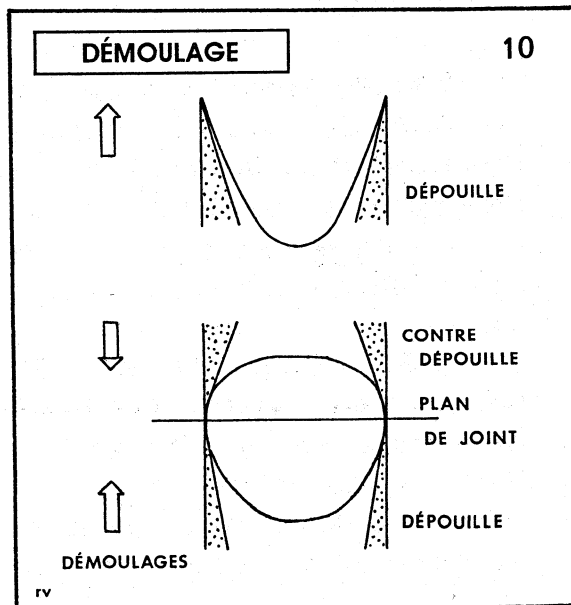
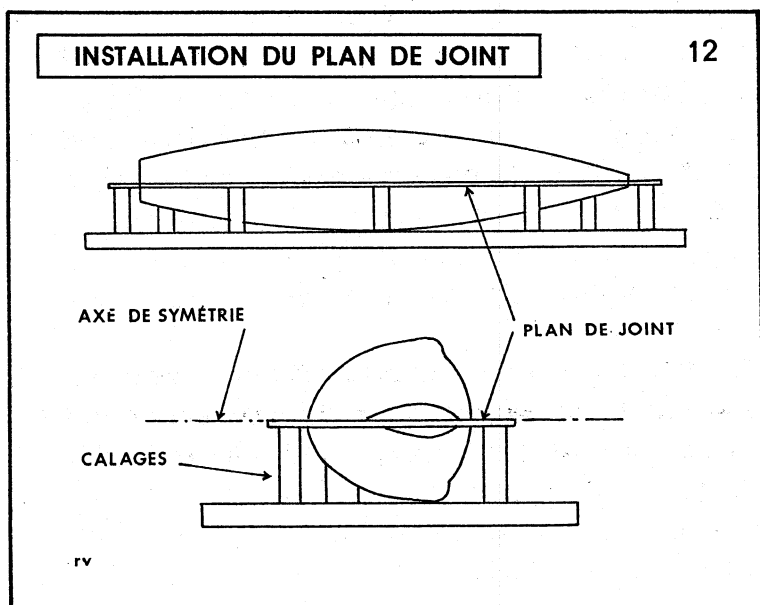
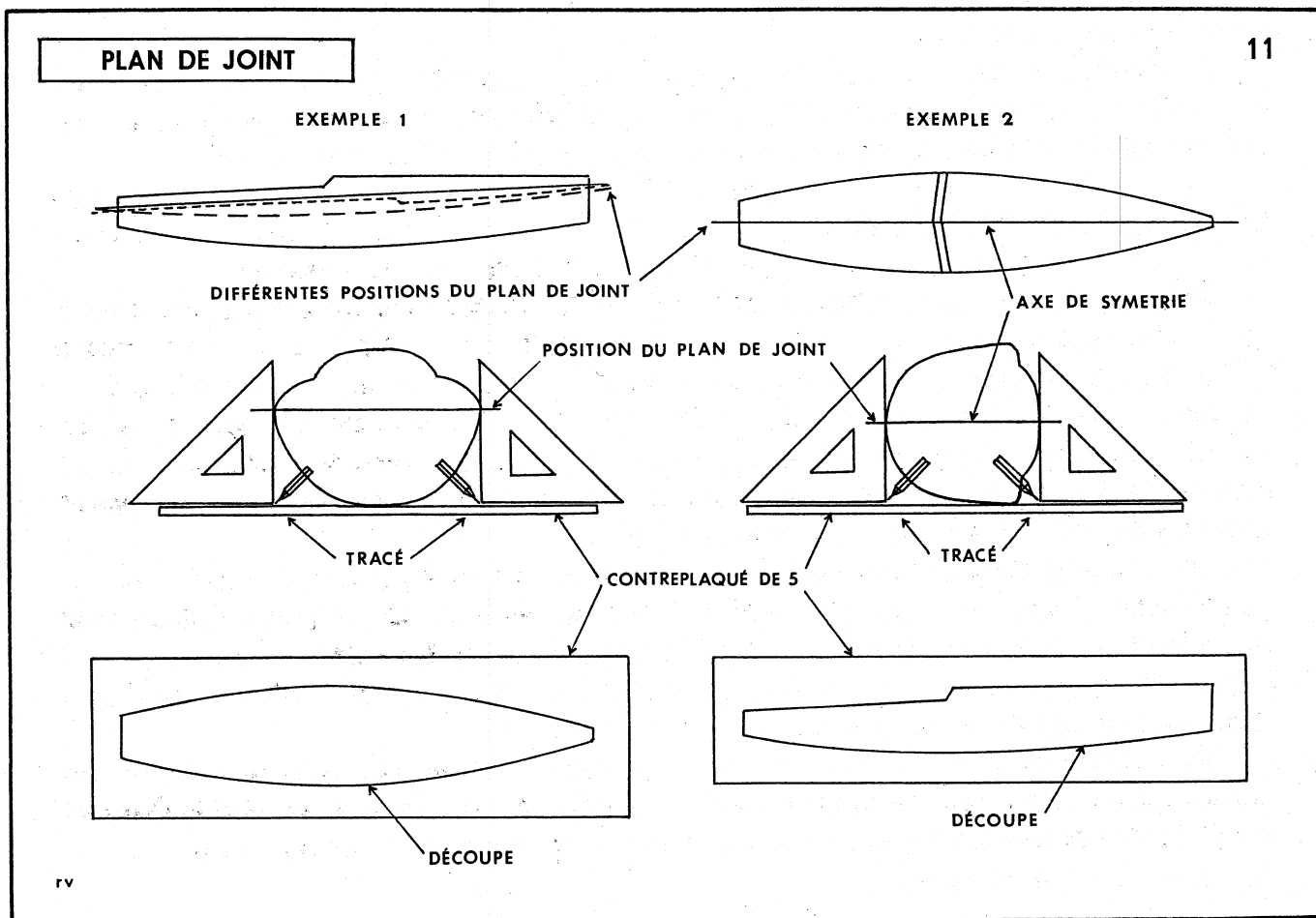
En fonction du projet ou du plan à construire, à chacun de juger de l'intérêt de l'un ou de l'autre des systèmes d'ouvertures (dessin n° 7). Les ouvertures des trappes d'accès à l'ensemble radio seront découpées en final sur la coque terminée, en fonction des emplacements choisis.

LE MARQUAGE

Voilà une opération cruciale, s'intercalant après le ponçage et avant les phases de finition. Elle consiste à marquer par incrustation les emplacements des différentes implantations qui se font sur la coque (dessin n° 9). Point n'est besoin de faire un sillon profond, mais simplement une légère entaille de quelques dixièmes de millimètres au cutter, en se servant d'une règle comme guide. Tous les marquages ainsi pratiqués ont l'avantage d'être apparents après la finition, puis dans le moule et enfin sur la coque moulée.

Après ponçage l'axe matérialisant le plan de symétrie verticale est bien apparent sous la carène et sur le pont, il est alors très facile de repérer les implantations sur cet axe : l'amurage de l'étai de foc, le pied de mât, la fixation de la dérive, le filoir d'écoute, la jaumière, etc...

S'il est prévu un moule en deux parties dont le plan de joint est sur l'axe de symétrie, ces marquages vous seront utiles pour placer ce plan de joint.



LE PLAN DE JOINT

Profitions que la forme, encore à l'état brut, est manipulable sans risques de l'abîmer et préparons le plan de joint qui délimite la séparation entre deux moules.

La ligne de séparation découle de la possibilité de sortir le moulage du moule. Les mouleurs professionnels parlent de « dépouille » (dessin n° 10), c'est-à-dire de prendre les dispositions pour détacher complètement la pièce du moule, la « contre dépouille » l'en empêchant. La présence d'une contre dépouille nécessite un plan de joint de séparation, et deux moules.

Le choix de deux axes s'offre dans l'orientation du plan de joint de séparation. L'un selon le plan vertical de symétrie du bateau qui est rectiligne, on obtient donc un moule bâbord et un moule tribord.

Le deuxième plan de joint possible est horizontal transversalement, mais il n'est pas obligatoirement rectiligne longitudinalement, il peut prendre des formes courbes ou en lignes brisées selon les nécessités liées à la dépouille (dessin n° 11).

Le plan de joint est découpé dans une feuille de contreplaqué de 5 mm d'épaisseur, il insère la forme avec une bande d'au moins 5 centimètres de large. Il est utilisé pour la confection du premier moule, et n'est plus utilisé par la suite.

Pour le confectionner, caler la forme sur la feuille de contreplaqué, de telle manière que l'emplacement du plan de joint sur la forme soit horizontal transversalement (dessin n° 11). Puis à l'aide d'une équerre, tracer le contour de la forme sur le contreplaqué. Le découpage du plan de joint à la scie, dans lequel la forme s'encastrera, est fait le plus juste possible, un ponçage le rendra plus net. L'interstice entre la forme et le plan de joint sera de toutes façons bouché à la pâte à joint ou au mastic à vitres, préalablement à la confection du moule.

L'installation du plan de joint se fait sur le chantier de construction (dessin n° 12). La forme est tout d'abord calée sur le chantier, on utilise pour ce calage des matériaux qui ne marqueront pas sa finition, tels que le balsa ou le polystyrène.

A noter que l'on peut caler la forme quille en l'air, dans ce cas le moule de carène sera fait en premier.

Le plan de joint en contreplaqué est alors présenté autour de la forme calée. Il est lui-même calé de façon que sa face supérieure affleure la ligne définie pour le plan de joint. Les cales sont collées sur le chantier et le contreplaqué collé sur les cales.

LE SUPPORT DU MOULE

Pendant que l'atelier est envahi par la sciure des travaux de menuiserie, il est encore temps de fabriquer le support du moule. Ce support est destiné à stabiliser le moule sur une table ou un établi lorsqu'on procède au moulage.

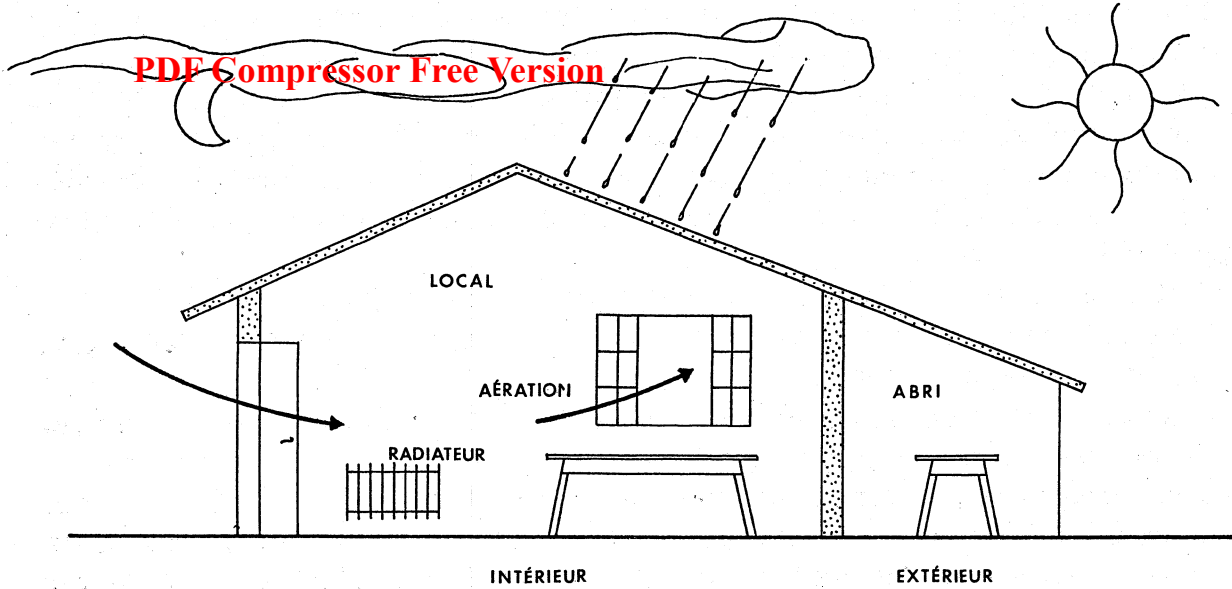
Pour le faire, on débite du bois dans des chutes ou des linteaux 20x40 mm, de façon à ce que l'on obtienne un cadre ayant aux angles des supports verticaux sur lesquels viendra reposer le plan de joint du moule.

LES CONDITIONS DE TRAVAIL

Le bois est une matière qui se modifie dans sa structure en fonction du milieu ambiant dans lequel il se trouve. A l'humidité il se gonfle, au sec il se rétrécit. L'une comme l'autre de ces modifications structurelles entraînent un aspect préjudiciable à ce que l'on désire obtenir. Boursoufflures dues à l'absorption d'humidité et craquelures consécutives à une trop grande élévation de température sont incompatibles avec la finition de la forme.

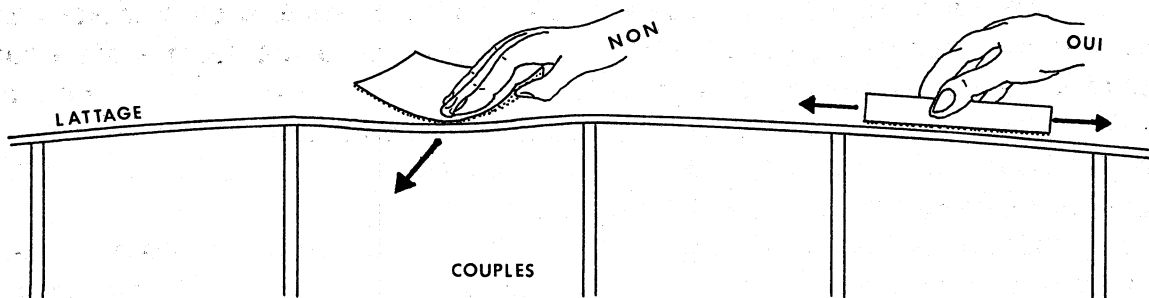
LE LIEU DE TRAVAIL

PDF Compressor Free Version

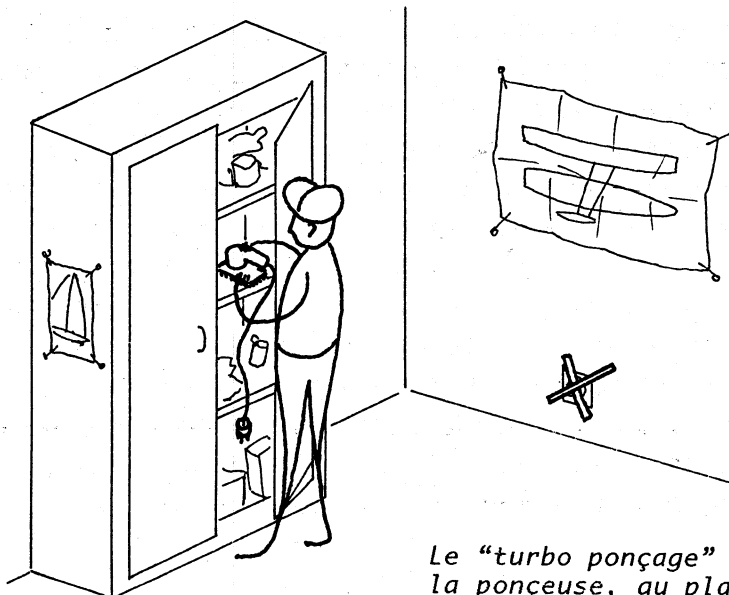


13

PRÉCAUTION LORS DU PON



14



Le "turbo ponçage" est douloureux, la ponçeuse, au placard.

L'aspect de la surface finie doit être impeccable, le plus lisse possible, le moule reproduisant le moindre détail. Telle sera la forme, telle sera la coque.

Dans le but d'éviter ces risques et de favoriser la réussite, le local dans lequel les travaux sont exécutés est l'objet d'attentions particulières. Notamment les conditions ambiantes de température et d'hygrométrie se doivent d'être stables.

La solution n'est pas simple mais vaut la peine que l'on s'en préoccupe, car que se soit le travail du bois, l'utilisation des peintures ou la mise en oeuvre des tissus et résines de stratification, les conditions ambiantes sont les mêmes, pour des raisons diverses.

Une température correcte se situe entre 18°C et 25°C, l'idéal étant 20-22°C.

L'hygrométrie normale est de 60% et le maximum admissible de 65%. Par temps de pluie ce maximum est vite dépassé, il peut être diminué par une élévation de la température du local de 3 à 4°C par rapport à l'extérieur, de façon à sécher l'air ambiant.

Le choix du local a donc son importance (dessin n° 13). Passer de la salle de bains humide au balcon ensoleillé, c'est aller vers des soucis majeurs si l'on y prend garde. Cependant l'aération est indispensable compte tenu de la ventilation nécessaire aux vapeurs de peinture ou de résine. Se méfier de l'humidité de la nuit en laissant une fenêtre ouverte. L'éventualité de travailler en extérieur est à considérer, à condition d'avoir une météo favorable et d'avoir un abri pour être à l'ombre, sans oublier de bâcher pour la nuit, ou mieux dans ce cas-là, de tout ranger en intérieur sec.

Vous pensez peut être que toutes ces précautions sont excessives ? Quoi qu'il en soit, et en tout état de cause, ces informations sur les conditions de travail sont à examiner attentivement. Pour vous aider dans vos possibilités de réussite d'exécution, deux méthodes de finition de la forme vous sont proposées. L'une simplifiée pour des conditions stables et l'autre renforcée en cas d'instabilité ambiante.

UNE FINITION SANS DEFAULT

Le but de la finition est de parvenir à un état de surface irréprochable. Les opérations à effectuer sont répétitives, il faut se montrer persévérant et exigeant, le résultat final en dépend.

Les opérations de finition commencent par un ponçage des lattes jusqu'à obtenir des lignes régulières. Ce ponçage (Dessin n° 14). est fait à la main à l'aide d'une cale, sans effort excessif. La ponceuse électrique, trop énergique, restant soigneusement rangée dans le placard.

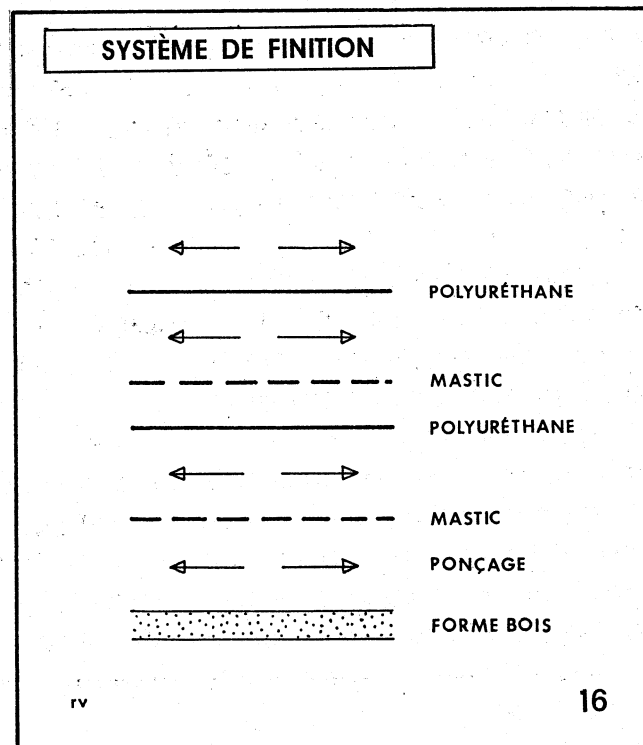
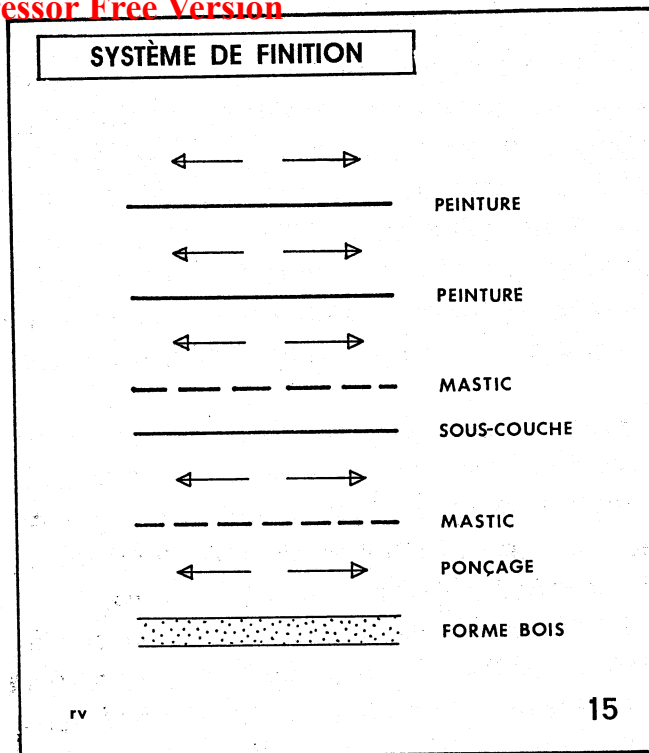
La présence des couples à l'intérieur de la forme crée des points durs, et entre ces couples des espaces plus souples. Conséquence : en appuyant trop au ponçage, le risque est grand de faire une forme en creux et bosses. Alors, tout doux, bien tranquillement sur la cale à poncer avec du papier abrasif 100, c'est un dégrossissage qui est affiné en suivant au papier 180.

Brosser la forme, ou à l'aspirateur, enlever la poudre de bois du ponçage, elle cache tous les petits défauts, tous les interstices, toutes les veines du bois qui ont besoin d'être bouchés. Après ces ponçages, l'aspect global de la surface est tel, qu'en éclairage rasant, une multitudes de trous, de fentes, de rayures apparaissent encore et restent à combler.

Les pratiques et les moyens du rebouchage sont divers. Une solution consiste à enduire toute la forme à l'aide d'une spatule en caoutchouc dur. Le mastic à utiliser doit avoir trois qualités essentielles :

- a) se poncer à sec,
- b) être aussi tendre que le bois,
- c) être compatible avec les peintures employées par la suite.

PDF Compressor Free Version



Le ponçage du mastic se fait finement à sec, au papier 360 anti encrassant très fin pour peinture et vernis, jusqu'à atteindre le bois. Les défauts encore apparents sont à nouveau mastiqués et poncés à sec. Il est évident qu'un ponçage à l'eau à ce stade de la finition serait catastrophique.

Il existe dans le commerce un mastic bois à base polyester (SOLONAUTIC), en mesure de donner satisfaction, ce qui n'est pas le cas du SINTOBOIS par exemple. Il est possible aussi de faire un mastic à base de peinture sous-couche bois, microporeuse, très pénétrante (RIPOLIN). On mélange à cette peinture environ 3 fois son volume de talc, jusqu'à obtenir la consistance d'une pâte, y ajouter du siccatif (MIEUXA) pour augmenter le durcissement et la rapidité de séchage.

Il y a lieu de se montrer prudent dans un système de peinture comprenant plusieurs couches de produits différents, car ceux-ci risquent d'être incompatibles entre eux, et l'on ne saurait trop recommander beaucoup d'attention à ce sujet, en partiquant éventuellement quelques essais.

Après ce premier masticage, une première application d'une peinture sous-couche est faite. Ne pas s'aventurer à l'étaler au pinceau car elle se lisse mal, tous les coups de pinceau restent marqués, le ponçage est interminable. Ceci est d'ailleurs valable pour tous types de peintures appliquées au pinceau.

Obligation de faire les travaux de peinture au pistolet, dans un local ventilé et exempt de poussières ou en extérieur à l'ombre un jour sans vent. Travailler les peintures à une température voisine de 20°C pour qu'elles se lissent convenablement. Dans le cas où vous ne disposez pas du matériel, cherchez autour de vous, amis ou club, ou un peintre auto en lui recommandant de ne pas faire sécher en étuve ou au soleil.

Cette première sous-couche, assez chargée, fait à nouveau apparaître quelques imperfections qu'il s'agit de faire disparaître par un léger masticage. La nature du mastic dépendant du système de peinture envisagé (Dessin n°15).

La couche finale sera une peinture polyuréthane pour la qualité de son durcissement. Les peintures de finition glycérophtaliques restant molles après séchage.

Une formule simple consiste à passer une première couche de « primaire » polyuréthane à deux composants (INTERNATIONAL ou SIKKENS) auxquels on ajoute du diluant pour le pistolet. Les imperfections sont bouchées au mastic (SINTOFINITION), puis l'ensemble est poncé à sec au papier très fin (360 anti encrassant). Une deuxième couche finale de « primaire » polyuréthane donne un surfacage homogène, une peinture de finition n'est pas nécessaire dans ce cas (Dessin n° 16).

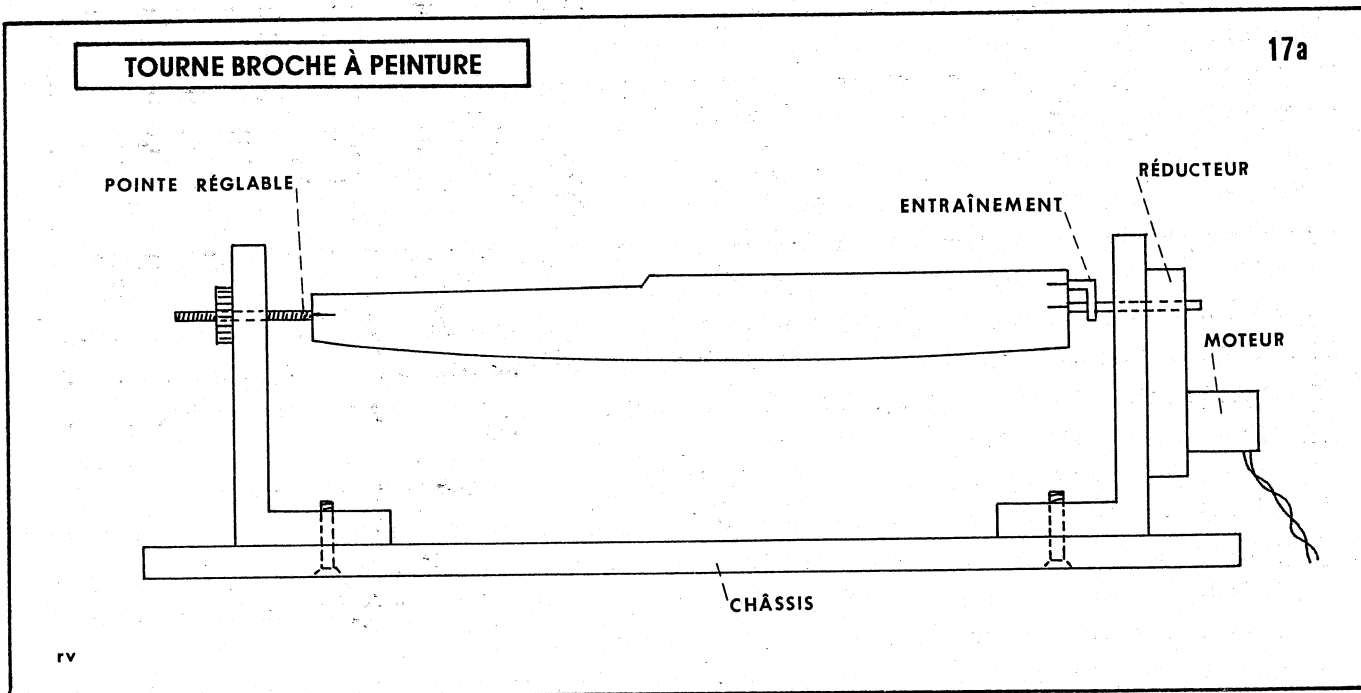
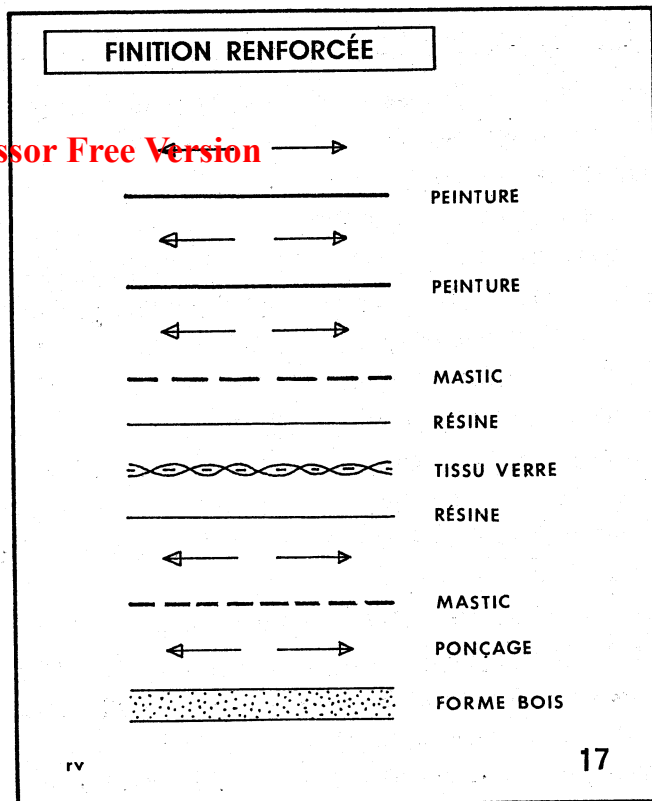
La couche finale est poncée finement d'abord à sec, puis avec une pâte à polir ou avec précautions au 1200 à l'eau, en prenant grand soin de mouiller juste ce qu'il faut et d'essuyer très fréquemment. Ce dernier ponçage donne une surface glacée propice aux opérations de moulage.

Tous les ponçages doivent être faits avec un maximum de délicatesse, ils conditionnent en grande partie la qualité de la finition et demandent d'y consacrer de l'attention et du temps, ce qui est loin d'être inutile, bien au contraire.

Veiller pendant toutes ces opérations de finition, à ce que les marquages d'implantation de la dérive, du mât, etc..., soient bien visibles.

Les modélistes astucieux se construiront un montage peinture dans le genre d'un tourne broche à 2 ou 3 tours par minute, où la forme à peindre est prise entre l'étrave et le tableau arrière. Un montage très pratique utilisable également pour la peinture des coques.

PDF Compressor Free Version



UNE FINITION RENFORCÉE

Ce système de finition répond surtout aux aléas de la structure bois, en raison des déformations dues aux conditions ambiantes du local de travail. Il constitue une protection rassurante, établissant une barrière suffisante envers l'humidité. De plus, il donne une surface beaucoup plus dure facilitant les opérations de finition (Dessin n° 17).

Après le premier ponçage des lattes assurant la régularité des formes et un masticage éliminant les plus grosses imperfections, l'ensemble est badigeonné à la résine polyester, celle-ci sera également utilisée pour la confection du moule. Cette couche de résine durcit le bois en le pénétrant légèrement. Elle est suivie par la pose d'un tissu de verre de 60 à 100 g/m² résiné.

Les conditions de mise en oeuvre de la résine et du tissu seront détaillées lors de la réalisation du moule.

Attention aux marquages, s'il le faut couper le tissu au cutter pour conserver l'incrustation des marques.

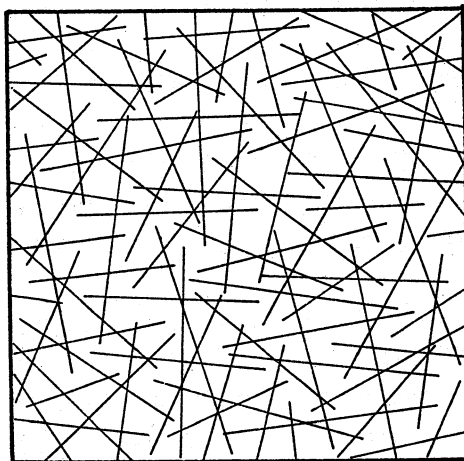
Après 24 heures de séchage, mastiquer les défauts apparents au SINTOFER, il s'accroche parfaitement à la résine dont il a à peu près la même dureté. Le ponçage qui suit se fait sans problème, même à l'eau, à condition cependant de ne pas atteindre le bois.

Voir la fin du paragraphe précédent pour terminer par une finition parfaite de la peinture, avec masticages et ponçages.

La forme est maintenant prête pour la confection du ou des moules. Elle reste malgré tout fragile et très sensible aux moindres coups ou rayures. En prendre grand soin, commencer le moule au plus tôt sera le mieux.

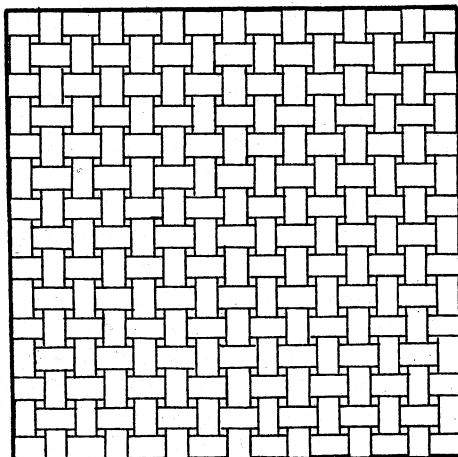
CONSTRUCTION DE LA FORME - RECAPITULATIF		
ACTIONS		MATERIAUX ET ACCESSOIRES
1	Reproduire le dessin des couples	Papier calque polyester. Adhésif double face.
2	Découpage des couples.	Contreplaqué de 5 mm.
3	Mise en chantier.	Contreplaqué de 16 mm. Tasseaux de 20x20mm. Vis à bois TF 4x30. Vis à métaux TF 4x30. Rondelles de 4.
4	Lattage.	Baguettes samba 5x3, 7x3, 10x3. Pointes fines 10x1. Colle SADER bois, prise rapide, en biberon.
5	Ponçages bois.	Papier abrasif 100 Norton et 180 à sec.
6	Plan de joint.	Contreplaqué de 5 mm. Tasseaux 20x20 mm.
7	Support du moule.	Tasseaux de 40x15 mm.
8	Calage de la forme.	Tasseaux de 20x20mm. Balsa ou polystyrène.
9	Masticages.	Mastic à bois polyester. Sintofinition. Peinture sous-couche + talc + siccatif.
10	Finition renforcée.	Tissu verre 60 à 100g/m ² + résine polyester. Sintofer.
11	Ponçages, mastic ou résine	Papier abrasif à sec 180 et 360. Finition renforcée : papier abrasif à l'eau 360 et 600.
12	Peintures	Sous-couche + peinture polyuréthane ou primaire polyuréthane.
13	Ponçage finition	Papier anti encrassant très fin à sec Pâte à polir ou papier abrasif 1200 à l'eau.

LES RENFORTS FIBRE DE VERRE



MAT

ROVING



LE MOULE

PDF Compressor Free Version

UN MATÉRIAU COMPOSITE POUR LE MOULE

L'origine du matériau composite remonte à la nuit des temps. Incas et Mayas connaissaient le procédé qui mélangeait fibre végétale et argile pour la fabrication de leurs poteries. Les Egyptiens séchaient au soleil les briques faites de paille et d'argile. Le torchis et le pisé étaient connus des Gaulois.

Aujourd'hui les matériaux composites, où des fibres diverses sont incorporées dans des matières thermodurcissables, sont très répandus. Les modélistes VRC profitent pleinement de cette technique, ancestrale et modernisée, dans la construction de leurs voiliers.

Le stratifié verre/polyester est le matériau idéal dans la réalisation du moule. C'est le système qui prévaut. Le stratifié est une appellation tenant au fait que le renfort, en l'occurrence un tissu de fibres de verre, est disposé en couches minces appliquées successivement les unes sur les autres et imprégnées de résine thermodurcissable à température ambiante.

D'autre part, la méthode manuelle de mise en oeuvre des stratifiés est à la portée de tout modéliste. Il faut constater que dans le cas d'une telle structure, c'est le constructeur du moule qui fabrique lui-même son matériau, à partir de deux matières premières : le verre et la résine polyester. Cependant soyons très attentifs, car les caractéristiques finales d'une stratification sont éminemment dépendantes de la qualité de la mise en oeuvre.

La réalisation du moule conditionne donc la réussite, au même titre que la forme ou le moulage de la coque, et demande patience et savoir. Le but de ce chapitre est de communiquer les informations relatives à la stratification d'un moule en modélisme.

LES RENFORTS : DES FIBRES ET TISSUS DE VERRE

La fibre est fabriquée à partir de verre en fusion, filé à grande vitesse (200 km/h environ) et refroidi. Après filage, les fibres sont assemblées en faisceaux pour former des fils.

Les fils subissent alors un traitement appelé « ensimage », c'est-à-dire que les fibres sont protégées par un enrobage qui participe à l'accrochage de la résine sur le verre.

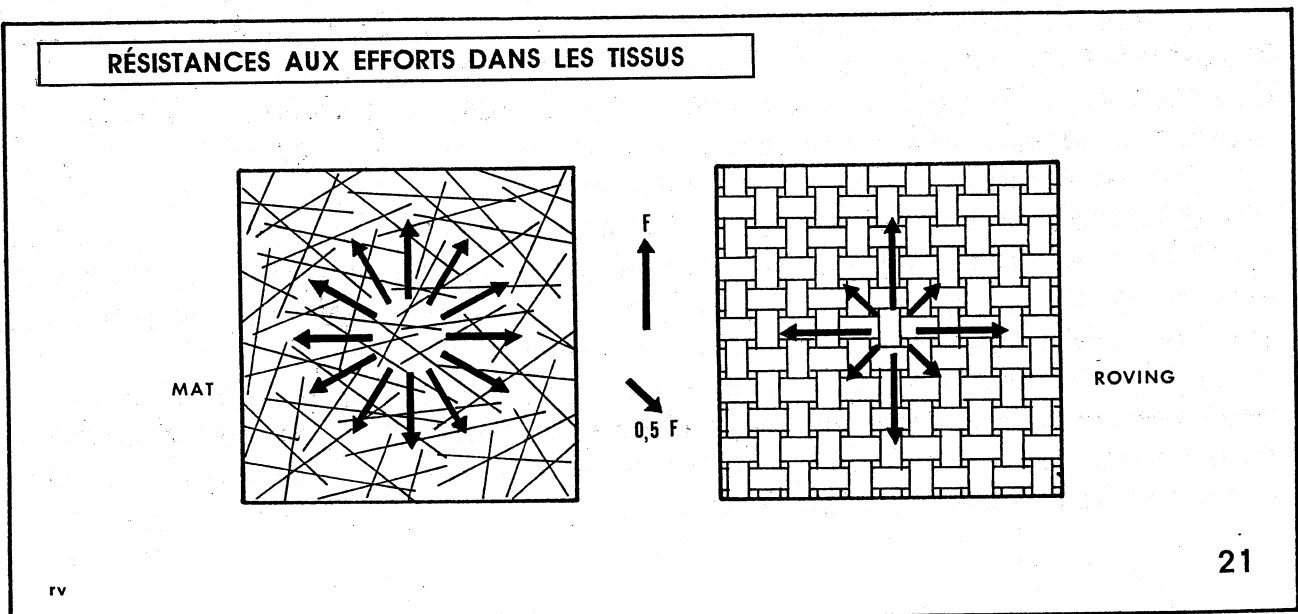
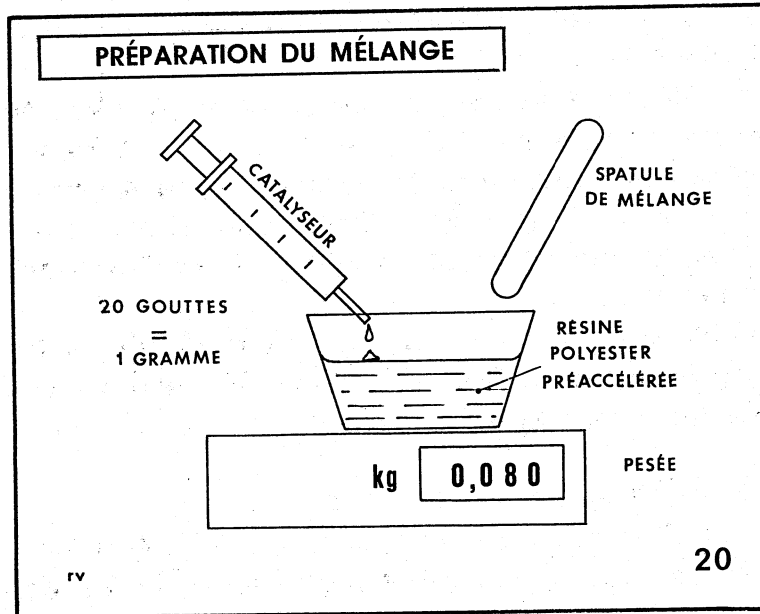
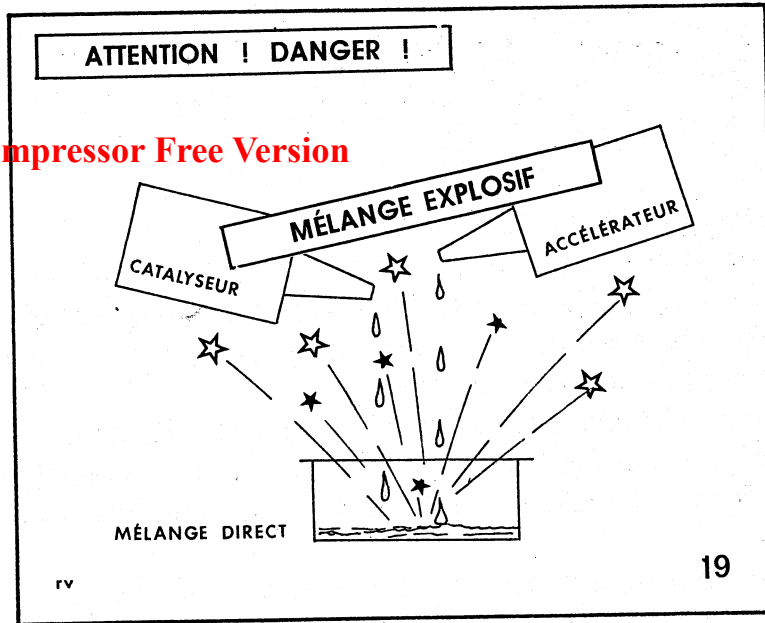
Le verre, ce matériau réputé fragile a cependant des propriétés mécaniques intéressantes. Sa résistance à la rupture en traction varie de 175 à 280 Kg/mm² comparable aux aciers à haute résistance. Sa densité de 2,6 en fait un matériau relativement léger de même densité que l'aluminium.

Selon les utilisations auxquelles on les destine, les tissus de verre sont présentés de différentes manières à titre de renforts dans la stratification (Dessin n° 18).

a) LE MAT : les fibres sont coupées en longueur de 25 à 50 millimètres et agglomérées entre elles par un liant, soluble dans la résine d'imprégnation. Le mat se présente sous la forme d'une nappe dont les fibres sont orientées dans tous les sens.

b) LE TISSU ROVING : Les fils sont assemblés en faisceaux sans torsion, et pour former le tissu les fils sont entrecroisés à angle droit. Dans le tissage sergé, la trame passe sur deux fils de chaîne, puis sous un seul et ainsi de suite ; moins le tissu a de points de croisement des fils, plus il est souple et facile à poser.

PDF Compressor Free Version



UN LIANT : LA RÉSINE POLYESTER

La résine polyester est le résultat d'une réaction chimique entre polyalcool et polyacide qui sont extraits respectivement du pétrole et du charbon. A la sortie des fours, le polyester est pratiquement solide, on le dissout alors dans du styrène ($\approx 35\%$) pour qu'il se présente sous l'aspect d'un liquide visqueux. Il peut durcir ainsi à température ambiante (mini 15°C), si l'on y ajoute un catalyseur et un accélérateur, cela s'appelle la polymérisation pendant laquelle une forte odeur se manifeste, celle du styrène qui s'évapore. Ces vapeurs étant plus lourde que l'air, elles se concentrent au ras du sol, mais ne sont pas plus nocives que l'acétone par exemple.

Les résines polyester sont généralement préaccélérées, il reste à l'utilisateur à incorporer un petit pourcentage de catalyseur, ce qui simplifie les manipulations au moment de l'emploi. Notons aussi qu'une présentation de résine thixotropée a pour particularité de ne pas couler sur paroi verticale.

LES CATALYSEURS - DURCISSEURS ET LES ACCÉLÉRATEURS

Les catalyseurs sont des peroxydes organiques, le méthylethylcétone (MEC) ou l'acétylacétone. Les accélérateurs sont généralement des sels de cobalt.

Ces deux produits sont dangereux pour la peau et leur mélange direct (Dessin n° 19) donne lieu à une réaction explosive ! Ce risque est toutefois éliminé puisque l'accélérateur est déjà incorporé dans les résines commercialisées.

Le système standard de durcissement à froid des résines, entre 18°C et 25°C , est fait après addition de 3% de MEC, pour une résine accélérée à 0,2% de cobalt. Le catalyseur étant soigneusement mélangé à la résine à l'aide d'un bâtonnet pendant une minute (Dessin n° 20).

Un surdosage n'est qu'un gaspillage, le durcissement ne sera pas meilleur, au contraire. En plein été, ou dans des pays chauds, on peut sans risque diminuer la quantité de catalyseur.

L'ASSOCIATION VERRE ET POLYESTER

L'association verre-polyester a ceci de particulier, c'est que le constructeur élabore lui-même le matériau définitif dans le moment où il le réalise. Le plastique renforcé est un matériau composite qui offre à son utilisateur bien plus de possibilités, de variations que les matériaux classiques tels que le bois, contreplaqué ou non, profils et tôles métalliques.

La composition en une partie liquide et une partie solide permet une multitude de formes et de renforts, ce que ne permet aucun autre produit comme le fer ou le bois.

Bien que les résistances des tissus de verre soient vingt fois supérieures aux résistances de la résine seule, il ne faut pas négliger la résistance mécanique de la résine en tant que liant transmetteur des efforts entre les renforts.

Il est évident que les propriétés mécaniques d'un stratifié augmentent en même temps que la quantité de renfort qu'il contient. Les proportions de verre peuvent atteindre 50% en application manuelle. On constate d'ailleurs que l'on utilise moins de résine pour imprégner un tissu qu'un mat.

La résine a pour rôle de bien répartir les efforts sur le renfort. La combinaison de mats et de tissus dans la stratification est recommandée, les mats offrent une résistance égale dans toutes les directions et les tissus ont en direction de la trame et de la chaîne une résistance équivalente, mais dans leurs diagonales la résistance est diminuée de moitié (Dessin n° 21).

ADRESSES FOURNISSEURS	FOURNITURES
PDF Compressor Free Version	

LE GEL COAT

Le gel coat est constitué d'une résine polyester thixotropée, qui comme son nom l'indique se présente sous la forme d'un gel permettant l'étalement à la spatule ou au pinceau. Il est mis en place sans aucun renfort de verre après adjonction d'un durcisseur.

Le gel coat est préaccélééré et pigmenté d'un colorant. Lorsqu'il est incolore, il est possible de lui incorporer une pâte colorante polyester par agitation lente sans inclure d'air. Pour l'usage d'un moule tel qu'il est prévu ici, l'adjonction d'une teinte universelle pour peinture convient dans un gel coat incolore.

Il existe un gel coat outillage, spécial pour la fabrication des moules, améliorant l'état de surface.

L'INDISPENSABLE DÉMOULANT

Le rôle du démoulant est d'interposer un film protecteur entre la forme et le moule ou par la suite, entre le moule et le moulage de la coque. Le démoulage devant se faire sans dommages, son intérêt est donc d'importance dans le processus. Son pouvoir est d'adhérer à la forme sur laquelle il est appliqué, et d'être anti-adhésif à la résine lorsqu'il est consciencieusement poli pour conserver l'aspect de surface de la forme.

Les démoulants se présentent sous la forme liquide ou pâteuse, ils sont à base de cire ou de téflon. Ils contiennent des solvants qui s'évaporent rapidement et le film de cire peut alors être poli à sec.

La présentation en pâte est à conseiller pour sa facilité d'emploi et sa longévité de conservation si l'on prend soin de refermer la boîte après chaque usage.

COMMENT SE PROCURER TOUS LES PRODUITS

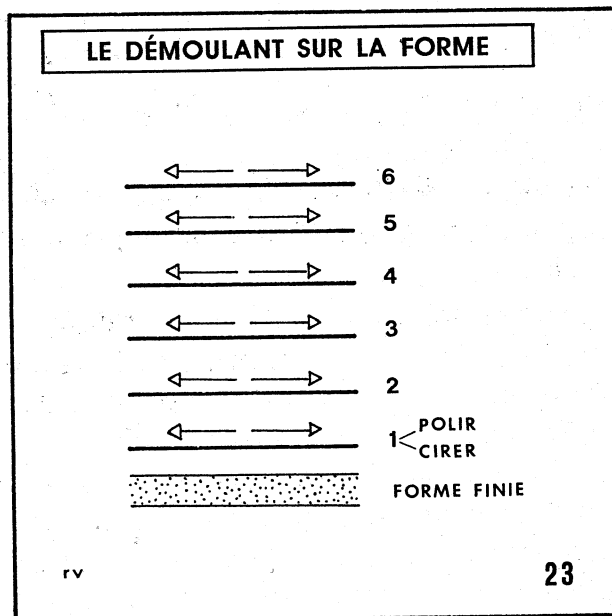
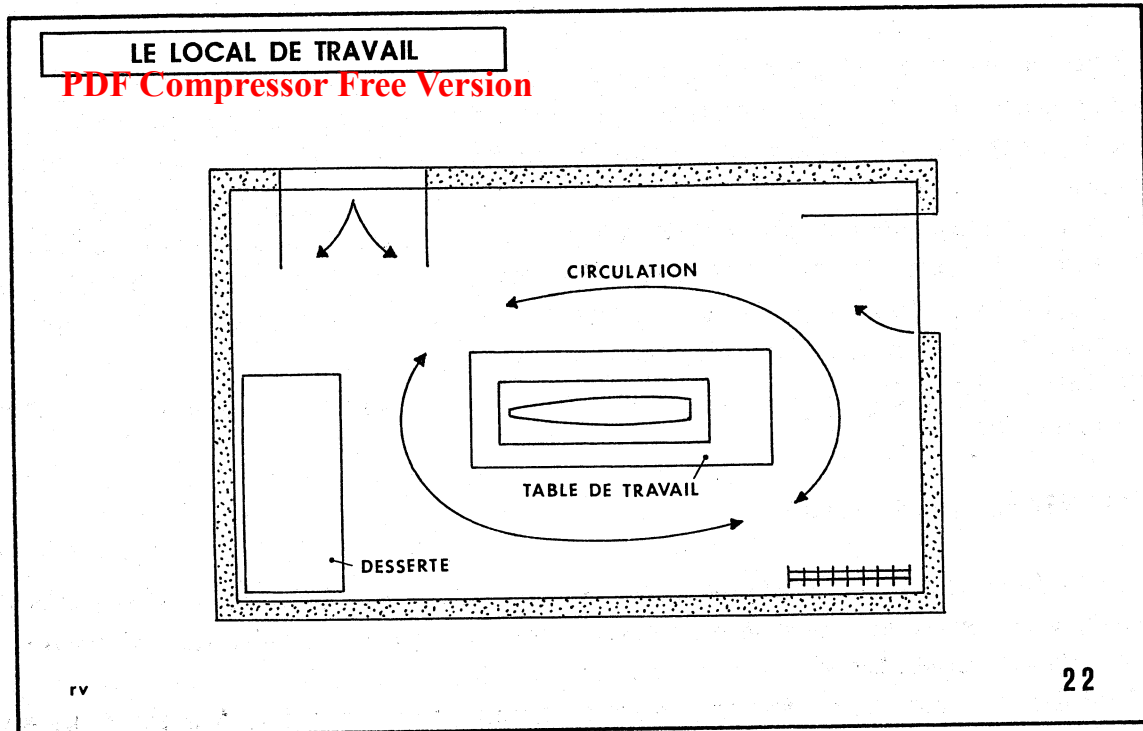
Quelques magasins spécialisés voire radiocommandée ont à leur catalogue une liste de produits adaptés. Les supermarchés proposent aussi des gammes de produits à prix raisonnables pour les besoins d'une stratification polyester.

La résine et le gel coat sont généralement présentés en boîtes avec bol de préparation et durcisseur. Le tissu roving et le mat de verre sont pliés en pochette d'un mètre carré. On y trouve également du mastic, pinceaux, acétone pour le nettoyage. Le démoulant liquide proposé n'est pas la panacée pour une utilisation épisodique. Mieux vaut un produit professionnel, le démoulant 103 de chez SICOMIN par exemple, est une cire pâteuse JOHNSON qui donne d'excellents résultats.

En matière de ciseaux pour couper les tissus, ils seront à lames épaisses et courtes, sans jeu ni jour entre des lames bien affûtées. capables de couper le kevlar, c'est une référence. Recommandation pour les ciseaux de jardin GARDENA, en grande surface.

Pour deux moules coque et pont classe M, prévoir : 0,500 Kg de gel coat , 1,500 Kg de résine polyester, 1 m2 de mat 300 g et 1 m2 de roving 300 g.

Adresses de deux fournisseurs spécialisés dans les produits haut de gamme :
 SICOMIN COMPOSITE : Chateauneuf-les-Martigues 13161, Saint-Priest 69800, Pont-l'Abbé 29120 et siège social à Saint-Denis 93204.
 REA INDUSTRIE : 23 rue Toussaint, 13003 Marseille.



AVANT LA MISE EN OEUVRE

L'endroit où l'on s'installe pour résiner doit permettre de circuler autour du chantier (Dessin n° 22) et comporter une desserte où sont placés à portée de main : le démoulant, les tissus préparés dans l'ordre de pose, ciseaux, pinceaux plats de 20 et de 30, essuie-tout ou chiffons, acétone et récipient de nettoyage, le gel coat, la résine et le durcisseur, le bol de mélange avec une spatule, un pèse-lettre et un compte-goutte pour un dosage précis, un thermomètre et éventuellement un hygromètre dont il sera question à propos de la polymérisation.

Pour stratifier on porte des vêtements qui ne craignent pas d'être souillés. Il faut protéger les yeux des éclaboussures éventuelles en portant des lunettes et mettre des gants caoutchouc pour manipuler résines et solvants. La plupart de ces produits sont inflammables, par conséquent, fumer et faire du feu est absolument interdit.

L'acétone est utilisé comme nettoyant des bols, pinceaux, gants et ciseaux. En cas d'éclaboussures de durcisseur dans les yeux, l'eau claire est utilisée en premier recours.

Beaucoup de risques aussi pour le sol s'il craint, une protection par nappe vinyl ou des journaux est efficace.

Avant leur mise en oeuvre, les résines et tissus doivent passer 12 heures au moins dans le local, maintenu aux environs de 20°C et ayant une hygrométrie inférieure à 65%, une condensation dans les tissus pouvant empêcher la polymérisation au contact verre/résine, des valeurs également valables pour les opérations suivantes.

L'EMPLOI DU DÉMOULANT

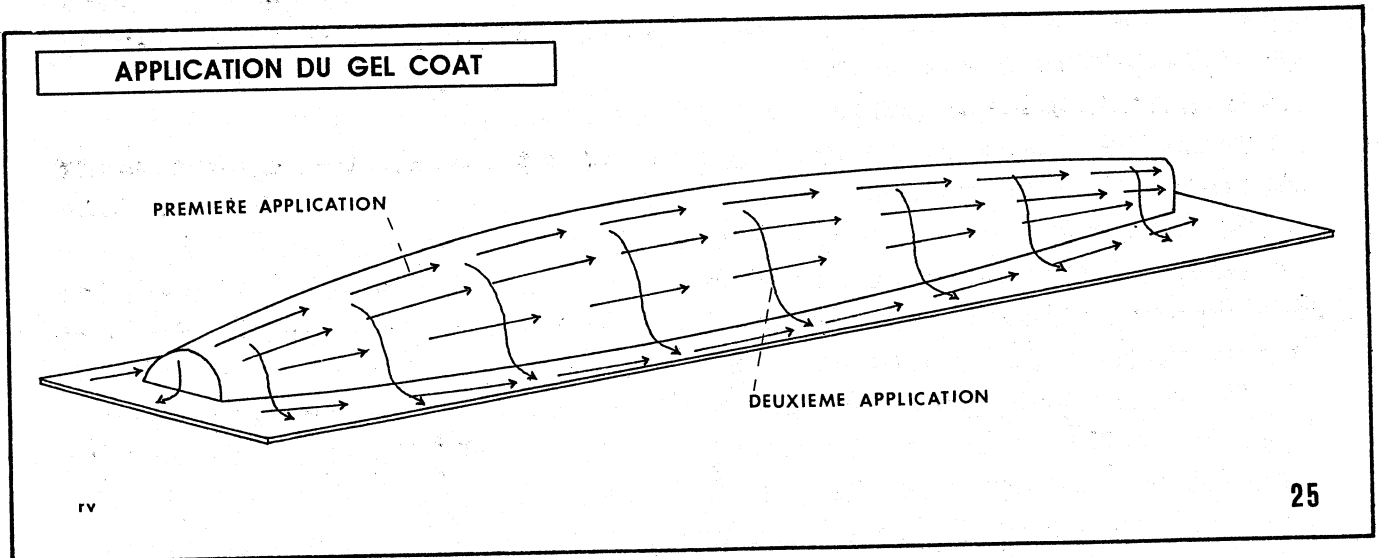
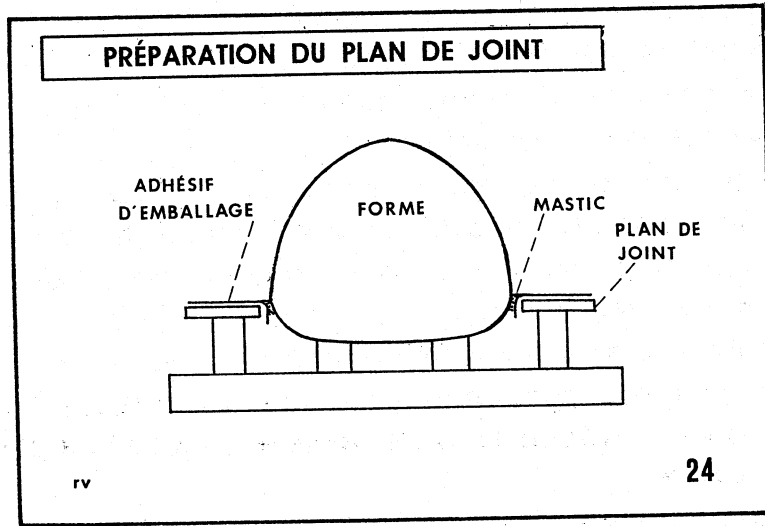
L'emploi de la cire de démoulage est sujet à des avis divergents selon les utilisateurs. Ce qui est certain, c'est qu'il ne faut pas lésiner sur la qualité et la quantité du produit, pour la simple et bonne raison qu'une application douteuse conduit inmanquablement à la catastrophe.

Les professionnels sont exigeants en matière de cire, car on ne peut se permettre de perdre une forme ou un moule parce qu'on ne peut les séparer. Les modélistes ont les mêmes raisons d'être exigeants.

Sur une surface neuve, telle que la forme de la coque finie, une première couche de cire est apposée à l'aide d'un chiffon propre et doux. Un mouchoir plié en quatre et bien imprégné suffit à déposer un film mince, inutile de charger car cela sera d'autant plus difficile à polir (Dessin n° 23).

Quelques heures après, cette première application est polie très soigneusement avec un chiffon doux et non pelucheux. Des zones plus ou moins brillantes apparaissent, conséquences d'un dépôt irrégulier de cire. Il est donc nécessaire de renouveler l'opération. On obtient une surface homogénéisée, lisse et brillante comme un miroir, à la sixième fois. Chaque couche est alors cirée dès qu'elle paraît sèche, en quelques dizaines de minutes. Ce procédé garantit un démoulage dans de bonnes conditions.

Eviter de passer les doigts sur la surface cirée, car on risque d'enlever le film protecteur, situation délicate, la forme cirée glissant facilement des mains. La dernière couche est donc passée la forme étant en place sur le chantier.



INSTALLATION DE LA FORME A MOULER

Revenons au chantier sur lequel le plan de joint est installé. Il faut le préparer pour le démoulage. Il est possible de l'apprêter comme la forme avec enduit et peinture, toutefois une solution beaucoup plus simple consiste à le poncer et à le recouvrir de ruban adhésif d'emballage (largeur 50 mm) que l'on retourne sur le bord intérieur, puis cirer au démolant et polir deux fois est suffisant sur cette surface (Dessin n° 24).

La forme est ensuite installée avec précaution sur le chantier et bien calée. L'interstice entre la forme et le plan de joint est consciencieusement mastiqué sans bavures. Utiliser du mastic à vitre (mastic TOUPRET) ou similaire, qui reste souple longtemps et sera par la suite enlevé sans difficultés, toutes traces disparaissant au chiffon sec.

DU GEL COAT D'ABORD

Un coup d'oeil au thermomètre donne le feu vert entre 18 et 25°C, une température trop basse inhibe la polymérisation et augmente de beaucoup la difficulté de mise en oeuvre.

Le gel coat est normalement préaccélééré par le fabricant, sa vie en pot est de 10 à 20 minutes à 20°C lorsqu'on ajoute 3% de MEC, consulter l'étiquette. Pour ne pas risquer d'être rattrapé par la montre, préparer des quantités de moins de 100 grammes.

En cas d'utilisation de gel coat incolore, le teinter en noir, c'est la teinte qui permet de mieux voir par la suite le polissage du démolant ; la coloration est faite avant l'adjonction du durcisseur.

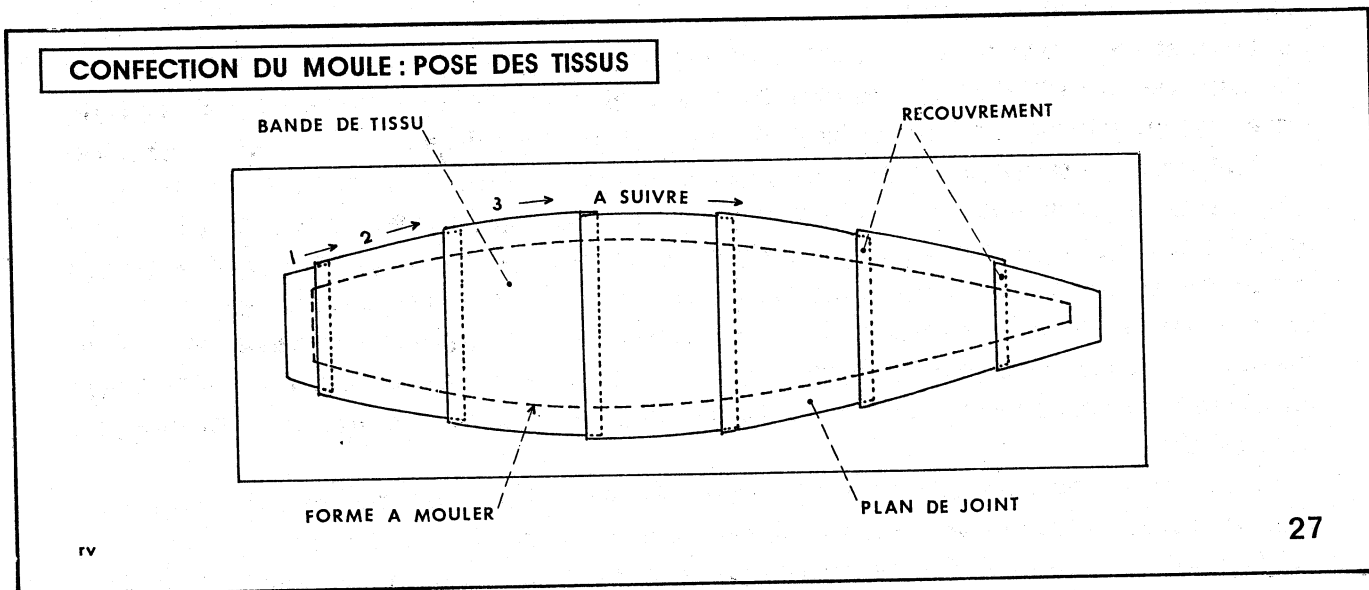
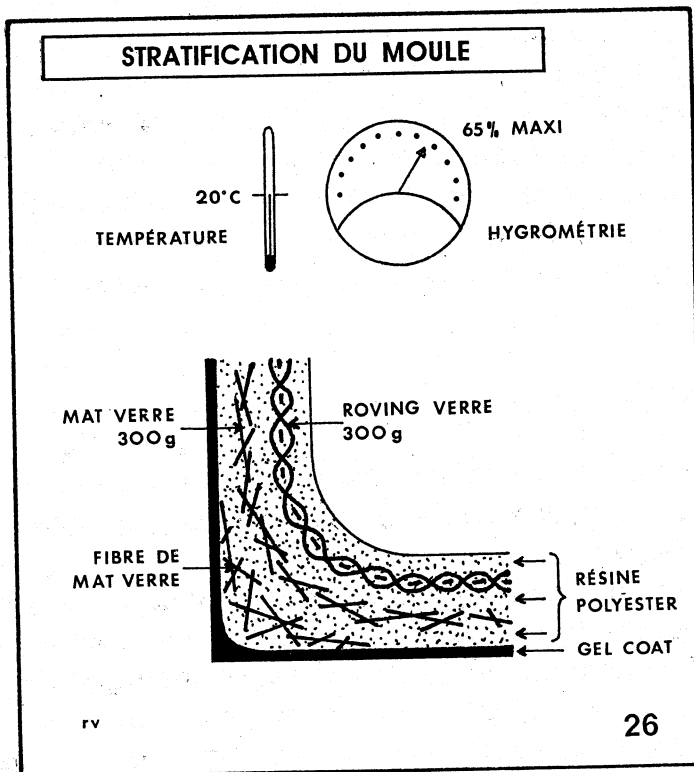
Le gel coat est versé dans un bol plastique en polyéthylène où la résine n'adhère pas et sera facilement enlevée, la quantité est mesurée au gramme près sur le pèse-lettre. La coloration augmente le poids, en tenir compte dans le pourcentage de durcisseur qui est mesuré au compte-goutte. La proportion de 3% donne un faible poids, pour 80 grammes de gel coat on a : $80 \times 3 / 100 = 2,4$ grammes de MEC. En sachant qu'il faut 20 gouttes pour faire un gramme, le dosage au compte-goutte est précis, soit : $2,4 \times 20 = 48$ gouttes.

Le mélange de durcisseur au gel coat se fait par agitation lente et régulière évitant d'inclure des bulles d'air qui pourraient ne pas remonter à la surface de cette résine relativement épaisse. La durée d'agitation est d'une minute.

Le gel coat est appliqué dès que possible après le démolant afin d'éviter le dépôt de poussières. On le répand sur la forme avec un pinceau large et doux, si possible neuf et à poils longs. Une répartition régulière de la première couche est pratiquement impossible et surtout il ne faut pas barbouiller ou revenir avec le pinceau sur une couche qui vient d'être étalée, il y a le risque de déplacer ou de léser le film de démolant, avec pour effet plus tard, d'avoir l'adhérence de la forme sur le moule. Il vaut mieux laisser subsister des traces de pinceau irrégulières et éviter des inclusions de bulles d'air.

Une bonne formule opératoire (Dessin n° 27) est d'étaler une première couche dans le sens de la longueur et après durcissement, une deuxième couche en travers, y compris le plan de joint. Pour évaluer le moment où l'on peut appliquer la deuxième couche, on passe l'index sur la première à l'endroit du plan de joint, le doigt doit glisser sans enlever le gel coat.

Le gel coat doit être bien polymérisé avant de continuer par la stratification.



LA STRATIFICATION DES MOULES

Le mat et le roving sont coupés en bandes de 20 à 25 centimètres de largeur. Puis on remplit un bol de fibres de mat, coupées en petits morceaux.

Ensuite la résine est préparée au moment de l'emploi, en petite quantité de 60 à 100 grammes pour résiner sans précipitations. Le durcisseur MEC est mélangé avec une spatule pendant une minute.

Il est possible d'opérer seul lorsqu'on connaît bien le processus, cependant il est bon d'être deux, c'est tellement plus facile. L'un pose, maintient et coupe les tissus, l'autre prépare le mélange résine/durcisseur et imprègne.

Quand le gel coat est sec au toucher, on charge de mélange et de morceaux de fibres de verre, l'angle du plan de joint et de la forme de façon à faire un congé consistant (Dessin n° 26). On passe ensuite une couche de résine préparée, en allant du haut vers le bas, sur la largeur d'une bande de mat. Cette bande est posée en travers de la forme, en partant d'un côté sur le plan de joint et en imprégnant à saturation jusqu'à l'autre côté sur le plan de joint (Dessin n°27).

Afin de rendre le mat manipulable, ses fils de verre sont maintenus entre eux à l'aide d'un liant léger. Ce liant est constitué de manière à être dissout par le styrène contenu dans les résines. Les fils de verre, deux minutes après imprégnation nagent donc librement dans la résine et s'adaptent facilement à la forme à mouler. Il faut alors après la pose du mat, revenir en tapotant avec le pinceau, pour recharger éventuellement en résine et surtout évacuer les bulles d'air, tapoter, tapoter...

On procède à suivre par le congé d'angle et la pose d'une bande de mat qui recouvre la précédente d'un à deux centimètres. Si l'étrave et le tableau arrière sont également moulés, une couche de mat y est posée sans oublier le plan de joint.

Après la première couche de mat, une deuxième couche en tissu roving est posée et imprégnée de la même manière, en présentant les bandes en travers de la forme. Il n'est plus besoin de charger les angles. Le fait de stratifier le plan de joint va constituer un rebord d'environ 4 centimètres au pourtour du moule et le rigidifier (Dessin n° 27).

Deux applications de gel coat, plus un mat 300g, plus un roving 300g donnent une épaisseur d'environ deux millimètres, grandement suffisante en robustesse et en rigidité. Les raccords superposés entre les bandes forment des renforts transversaux, les bandes évitent les pertes de tissu.

Il est conseillé d'appliquer le même jour les deux couches de gel coat et la première couche de renfort. Une grande journée est à prévoir, la deuxième et dernière couche en roving pouvant se faire à la suite ou le lendemain.

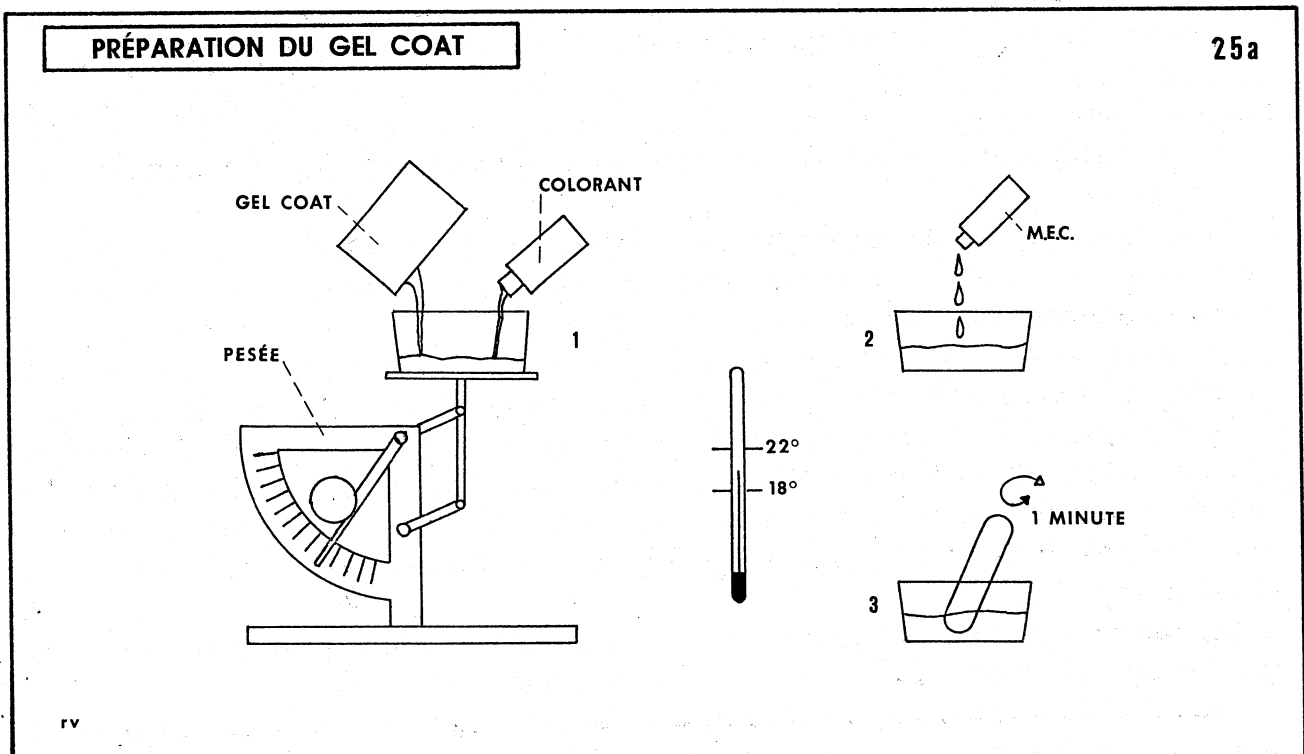
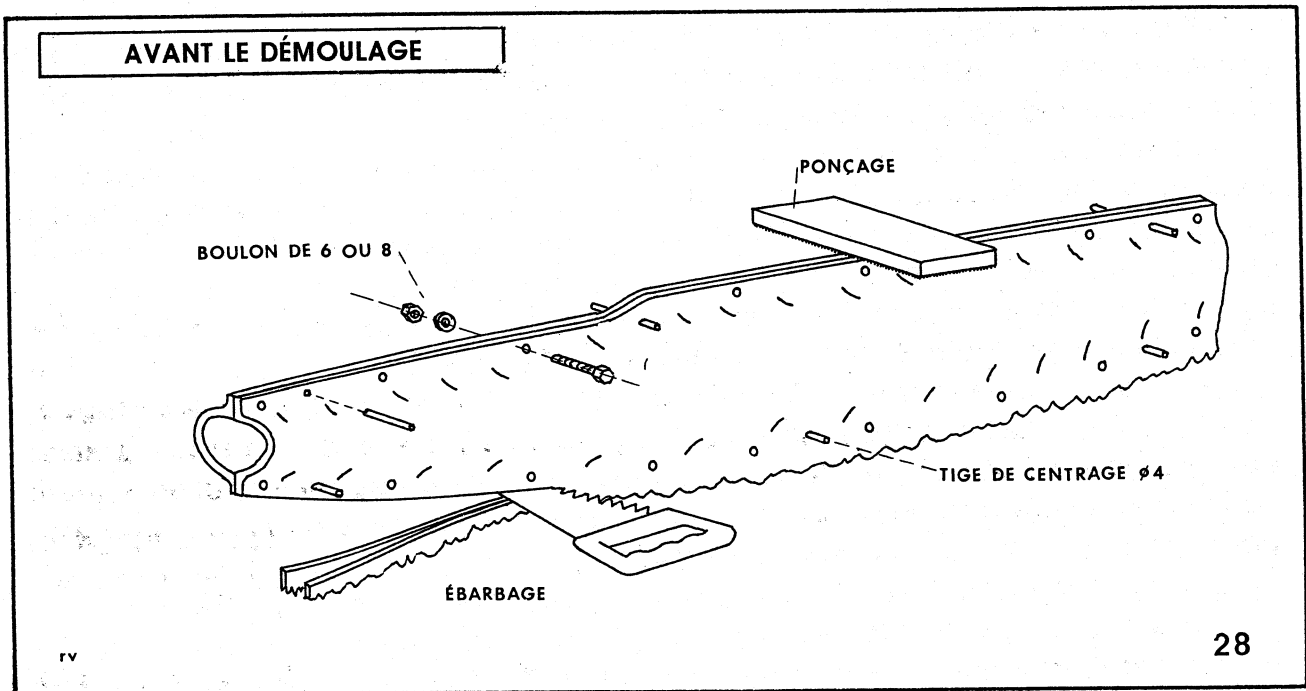
Lorsque l'ensemble de la stratification est bien sec, un ponçage au papier à gros grain sur toute la surface élimine les fils de verre durcis en position debout. Aïe les doigts !

Huit heures au moins après la stratification, le moule et la forme toujours à l'intérieur, sont déposés du chantier et installés sur le support du moule déjà préparé. Le plan de joint en contreplaqué est déposé avec précaution, le mastic sur la forme est nettoyé avec un chiffon sec ; il s'agit maintenant de se préparer pour la confection du deuxième moule.

Le plan de joint du moule est ciré au démoulant et poli plusieurs fois ou si on le préfère, on le recouvre de ruban adhésif d'emballage ciré et poli deux fois.

Le procédé de moulage du deuxième moule est identique au premier. D'abord les deux couches de gel coat, puis le congé d'angle du plan de joint et de la forme, la couche de mat et en dernier le recouvrement de roving, posés par bandes transversales bien imprégnées. Ponçage avant démoulage pour enlever les picots.

PDF Compressor Free Version



LA POLYMÉRISATION

Le **PDF Compressor** ou **Faisle Varios** appelle la polymérisation, ce phénomène se produit à température ambiante dès que le mélange résine/accélérateur/catalyseur est fait. Les liaisons moléculaires établissent la réaction chimique qui diffusera de la chaleur au passage de l'état liquide à l'état solide.

Le mélange est utilisable lorsqu'il est fluide, c'est la durée de vie en pot (pot life). Sa viscosité s'accroît rapidement pendant une phase dite de gel, puis la température s'élève et le gel durcit. L'achèvement du processus de durcissement est long. Le type de résine et les pourcentages d'accélérateur et de catalyseur peuvent en faire varier légèrement les paramètres.

Les deux facteurs influençant le plus certainement la polymérisation de la résine, de façon favorable, sont une température supérieure à 15°C et un taux d'humidité inférieur à 65%. Le cas échéant, une installation de chauffage suffit pour réguler température et humidité. Si le contrôle de température est chose facile, le thermomètre étant un objet usuel, il n'en est pas de même de l'hygrométrie. L'hygromètre se vend chez les opticiens, mais aussi à moindre prix au rayon cave des grandes surfaces brico. Et oui..., le bon vin demande aussi de bonnes conditions ambiantes pour être apprécié... !

Une polymérisation est complète après 14 jours à 20°C, ce qui convient aux modélistes. Les gens pressés atteindront un stade de dureté un peu plus élevé, dans un temps court, en pratiquant l'étuvage. Cela consiste à placer la pièce à étuver, avant démoulage, dans un espace aussi réduit que possible laissant circuler l'air chaud à 60° pendant une douzaine d'heures, avec un radiateur soufflant thermostaté.

Toutefois cette opération n'est pas recommandée pour un moule du fait de la fragilité de la forme bois et de sa sensibilité aux variations de température. On se contentera donc en modélisme d'une polymérisation à température ambiante.

PRÉCAUTIONS AVANT DE PROCÉDER AU DÉMOULAGE

Le stratifié se travaille dès le lendemain de sa fabrication avec les outils habituels : scie, lime, perceuse, forets à métaux, etc...

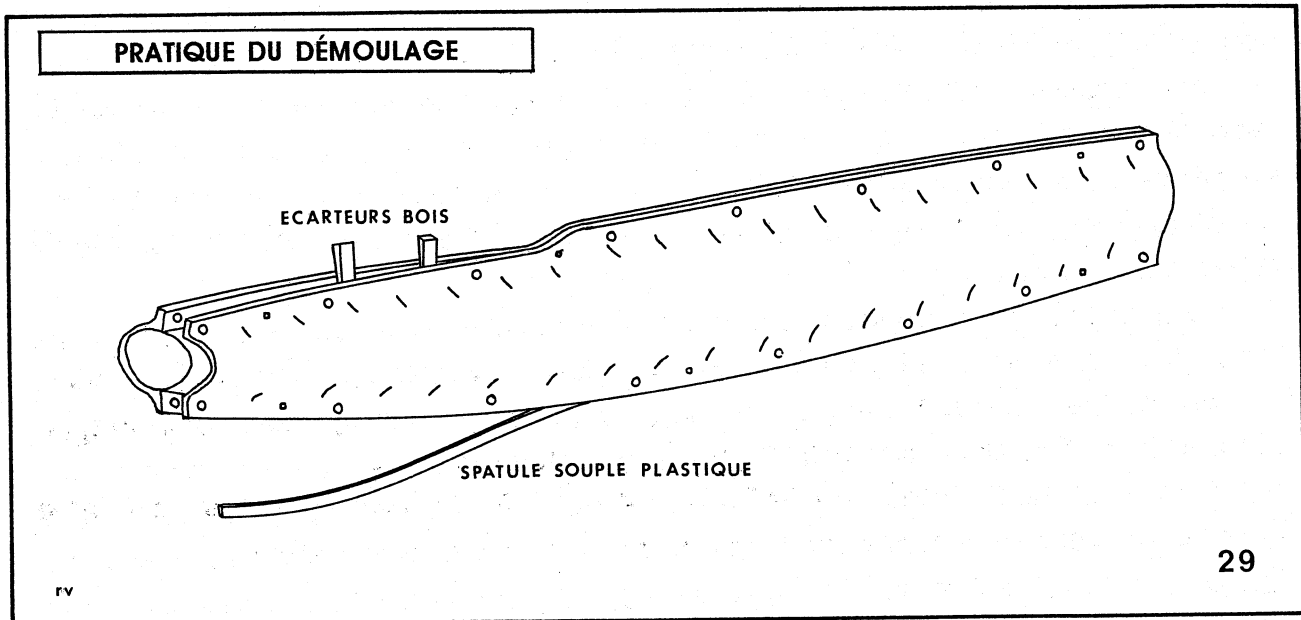
En premier, ébarber les bords du plan de joint qui présentent des picots dangereux pour les mains. Ne pas hésiter à enfiler les gants, couper ensuite les bords avec une scie égoïne en laissant un maximum de largeur au plan de joint, puis poncer la coupe au papier abrasif gros grain, l'ensemble est alors facilement manipulable (Dessin n° 28).

L'ajustage des deux moules est rigoureusement conservé si l'on prend soin de percer le plan de joint aux extrémités et au centre. On introduit alors dans ces trous des tiges de centrage bien ajustées au diamètre de perçage.

Des trous un peu plus grands que les boulons qu'ils recevront sont également percés dans le plan de joint, ils sont destinés à l'assemblage des deux moules ; prévoir un boulon de serrage tous les 10 à 15 centimètres.

Tout maintenant doit être prêt pour procéder à l'opération de démoulage.

PDF Compressor Free Version



LA STRATIFICATION DES MOULES - RÉCAPITULATIF		
ACTIONS		PRODUITS DE MOULAGE ET MOYENS
1	Cirer et polir la forme et le plan de joint	Démoulant
2	1 ^{er} application	Gel coat polyester + MEC + colorant noir
3	2 ^{er} application	Gel coat polyester + MEC + colorant noir
4	3 ^{er} application	Résine polyester + MEC Mat de verre 300 g/m ²
5	4 ^{er} application	Résine polyester + MEC Roving verre 300 g/m ²
6	Polymérisation 24 heures	
7	Ebarbage du plan de joint	Scie
8	Ponçage extérieur	Papier abrasif gros grain
9	Perçage du plan de joint	Tiges de centrage Ø 4
10	Perçage du plan de joint	Boulons d'assemblage Ø 6 ou 8
11	Démoulage	Ecarteurs bois et spatules plastique

UN MOMENT PASSIONNANT : LE DÉMOULAGE

Précipitation exclue, tout est fait en douceur dans le démoulage, huit heures au moins après la dernière action de stratification. Le démoulage ne présente pas de difficultés particulières pour autant que la surface de moulage soit bien lisse et que l'agent démoulant aura été correctement appliqué.

On commence par écarter les plans de joint à l'arrière, il y a là plus de souplesse du fait de la courbure de forme. Les plans de joint sont maintenus écartés par de petites cales biseautées débitées dans des chutes de baguettes de lattage (Dessin n° 29).

Déjà on entend quelques claquements lorsque le moule se sépare de la forme. Petit à petit sous l'effet de l'effort permanent dû aux cales, le démoulage se libère en grande partie de lui-même. Un coup de pouce est bien souvent suffisant pour sortir le premier moule.

Dans le cas où des difficultés de séparation subsistent, il suffit d'introduire une longue spatule entre forme et moule. La spatule est une bande de plastique de 2 centimètres de large et d'un millimètre d'épaisseur dont l'extrémité est taillée en langue de chat, amincie et les bords arrondis pour ne pas rayer le moule.

La forme est sortie du deuxième moule de la même manière. La séparation finale est un moment d'émotion lors du premier coup d'oeil à l'intérieur du moule !

LES IMPERFECTIONS DANS LA STRATIFICATION DU MOULE

Il faut bien en parler, il est illusoire de penser que tout sera toujours parfait, les défauts ça existe, autant savoir ce qu'il en est.

L'imprégnation du tissu pour être correcte a besoin d'un « débullage ». Les professionnels utilisent des rouleaux spéciaux faits de rondelles. Pour nos moulages de volumes modestes aux formes très arrondies, ces instruments ne sont guère pratiques, le débullage se fait en tapotant avec le pinceau.

A l'intérieur du moule, les imperfections de surface sont plus préoccupantes. Celles qui sont en relief peuvent être poncées sans gros problèmes, si ce n'est que le ponçage terni la surface, même en finissant au 1200 à l'eau savonneuse. En dernière action, un lustrage à la pâte à polir redonne un aspect brillant proche de celui du moule.

Les imperfections en creux doivent être d'abord débarrassées de toutes traces de démoulant qui empêcheraient l'accrochage du mastic de bouchage. Faire un curetage sérieux à l'aide d'un outil tel qu'une mini perceuse équipée d'un petit foret ou d'une petite fraise. Ensuite boucher au SINTOFER, le laisser sécher au moins 24 heures pour avoir une bonne dureté, puis poncer et lustrer pour retrouver un bel aspect.

COMPARATIF DES TECHNIQUES DE MOULAGE

ÉCONOMIE
SUR LES PRIX

POIDS

POIDS

CHERTÉ
DES PRIX

VERRE/POLYESTER

CARBONE/KEVLAR/ÉPOXY

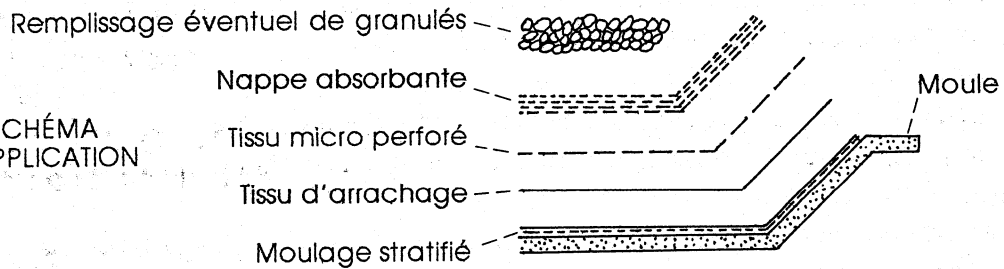
rv

30

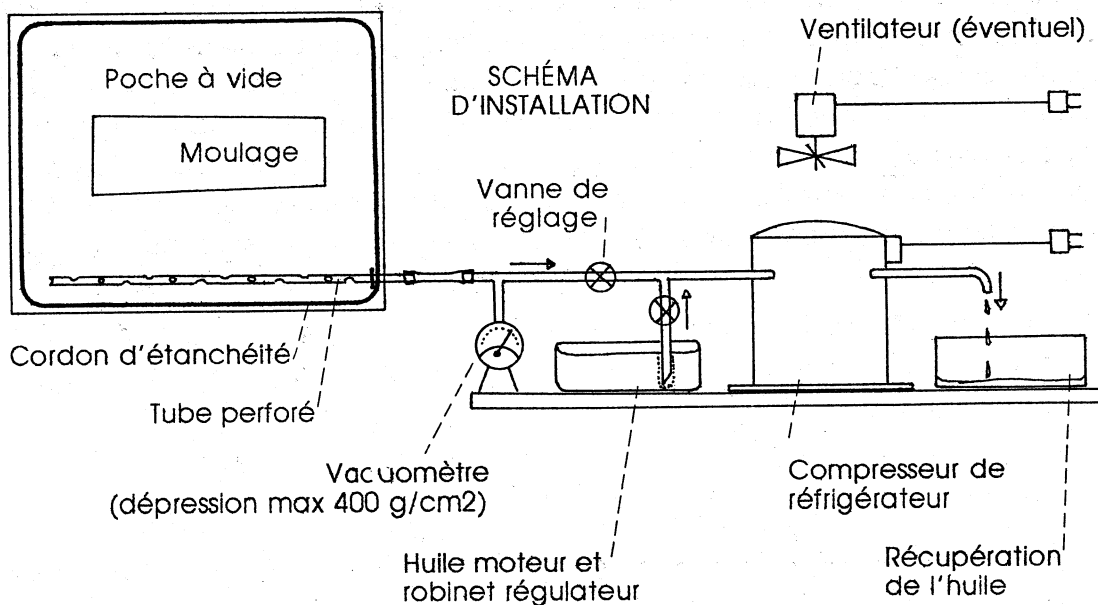
MOULAGE SOUS VIDE

30 a

SCHEMA
D'APPLICATION



SCHEMA
D'INSTALLATION



rv

LE MOULAGE

LES TECHNIQUES DE MOULAGE

Tout a été fait jusqu'ici dans le but de la réussite du moulage de la coque. Pas question maintenant de faire une « cagade », un loupé, et pourtant peu de choses suffisent pour en arriver là... Alors soyons attentif au moindre détail, il est totalement inutile de prendre des risques. Le moulage se doit d'être une opération réfléchie, bien programmée et organisée, pas d'imprévu.

Plusieurs techniques sont à la portée du modéliste dans la mise en oeuvre des différents produits et matériaux.

La technique verre/polyester, présente quelques différences dans le moulage de la coque, quant à la structure et à la finalité, avec celle employée dans la confection du moule. Bien entendu ce n'est pas un inconvénient majeur dans une situation où l'on est pas confronté à une notion de poids ou de règle de jauge. C'est en tous cas un avantage sur le plan financier (Dessin n° 30).

Bien que technique et économie soient parfois des notions opposées, il faut savoir à un moment donné, choisir le bon côté. C'est le côté technique qui prévaut dans l'utilisation du système kevlar/carbone/époxy, des matériaux haut de gamme, financièrement coûteux, il faut le dire. Ceux qui ont la préférence de la technique n'hésiteront pas un seul instant en regard des résultats obtenus. Ce n'est qu'une question de gestion budgétaire et d'organisation.

Cette technique est à la disposition des modélistes qui se veulent performants, on ne peut faire mieux dans les rapports qualité / finalité, et résistance mécanique / faible poids.

Les techniques de stratification se font à température ambiante, mais des caractéristiques mécaniques supérieures sont obtenues après une post-cuisson à haute température : à 40 ou 60°C.

La polymérisation sous vide a pour principal avantage l'élimination des excédents de résine et une augmentation des propriétés mécaniques due à une homogénéisation du stratifié. Les essais faits dans la fabrication des coques VRC n'ont pas aboutis à des avantages probants, d'autant que le système est complexe et onéreux. Réservé à ceux qui voudront en faire l'expérience.

LE CARBONE ET LE KEVLAR

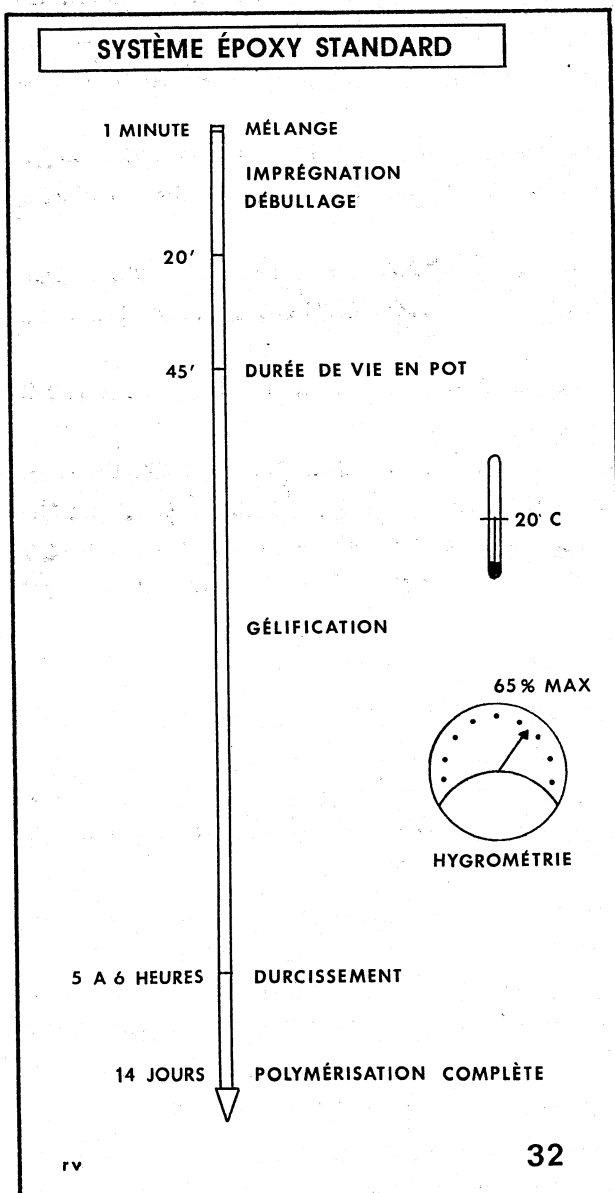
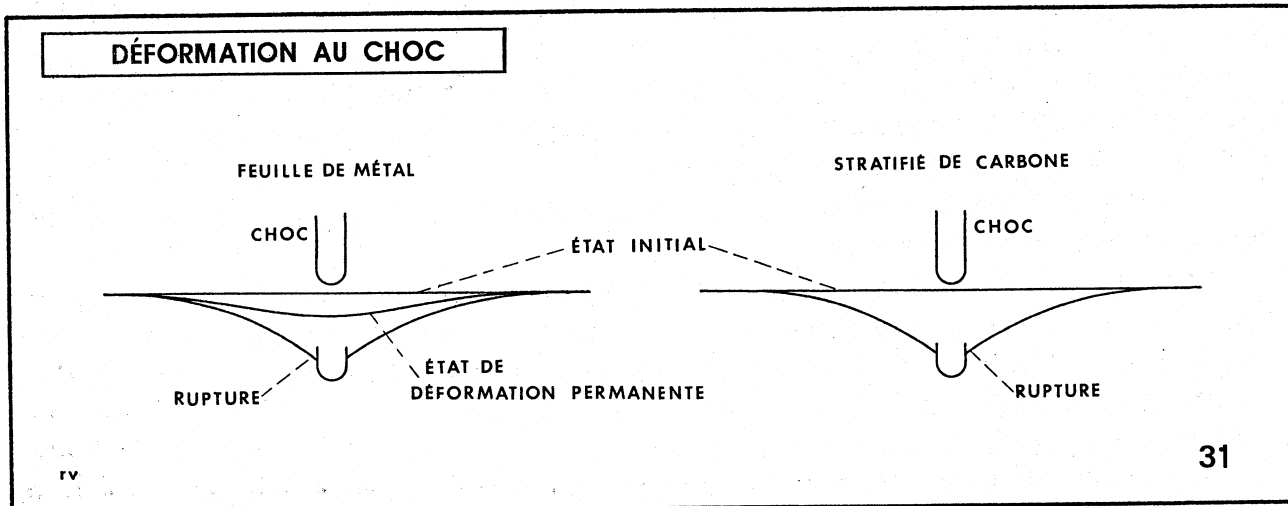
Ces matériaux de haute technologie, issus de la recherche aéronautique, sont d'origine minérale. Leurs coûts élevés viennent des procédés de fabrication gros consommateurs d'énergie. Les fibres sont assemblées sans torsion et traitées afin d'assurer une parfaite interface avec la résine de stratification, éliminant de ce fait les problèmes de délaminage et de cohésion.

Ils se présentent sous différents aspects selon l'emploi auquel ils sont destinés : en mèches ou tissés, et pour le carbone en unidirectionnel ; il n'existe pas de mat.

Ils ont leurs qualités propres, mais leur point commun c'est leur densité : 1,4. Presque moitié moins que le verre, c'est particulièrement intéressant puisque cela n'entame pas leur grande résistance mécanique.

La principale qualité du carbone lorsqu'il est imprégné, c'est sa rigidité. Son emploi est intéressant en tubes à fibres croisées, en profilés, en plaques et en renforts là où un surcroît de résistance est nécessaire ; il l'est moins dans le bordé d'une coque que l'on

PDF Compressor Free Version



peut supposer recevoir des chocs, c'est son point sensible. Sa limite de résistance à la rupture et sa limite élastique sont très proches l'une de l'autre, à tel point qu'avec un mât carbone par exemple on ne connaît pas l'état de déformation permanente (Dessin n° 31). Un mât en alliage d'aluminium reste déformé après avoir subi un effort trop important, c'est un signal d'alarme avant la rupture, avec le carbone ça passe ou ça casse...!

La grande qualité du kevlar, est sa fibre comparable au nylon donnant une souplesse alliée à une résistance exceptionnelle. On l'utilise par ailleurs dans la fabrication des tissus à voile. Dans la stratification, il convient à la réalisation des coques qui, si elles présentent une certaine souplesse ont l'avantage de résister aux chocs. Il est impossible, tout du moins en modélisme, de constater une déchirure du kevlar. Il plie, se délamine, la résine se brise mais il ne rompt pas, tout au moins dans des chocs en rapport avec une utilisation habituelle.

Nous voilà donc en présence de deux matériaux qui ont une qualité commune : leur faible densité ; et deux qualités complémentaires : rigidité et souplesse. Leur mariage est idéal, des tissus hybrides où les fibres de kevlar et de carbone s'entrecroisent sont proposés sous diverses proportions : 50/50 ou 40/60 selon le fabricant. Quoi qu'il en soit ces tissus de renforcement des stratifiés sont ceux qui garantissent le meilleur résultat dans la fabrication des coques moulées. Pour stratifier une coque, il faut envisager un poids minimum de 170g/m² de tissus kevlar-carbone.

La coupe du tissu de carbone se fait aisément au ciseau ; après imprégnation et polymérisation il est travaillable comme le métal.

Il n'en est pas de même du kevlar. Déjà la coupe de la nappe de tissu exige d'excellents ciseaux. Les ciseaux à lames épaisses, courtes et très affûtées, bien droites, sans interstice entre elles ni jeu dans l'axe, font l'affaire.

Le kevlar lorsqu'il est stratifié se travaille au cutter, la coupe est nette. Mais percer, limer, poncer, scier laisse toujours des peluches qu'il est difficile de se défaire, un peu de colle époxy ou de résine passée sur les peluches y remet un peu d'ordre.

Si l'on doit poncer une surface de kevlar, mieux vaut prévoir au moulage un petit tissu de verre sur le kevlar, le verre se ponçant sans problème.

Les tissus, qu'ils soient carbone ou kevlar sont traités et finis afin d'assurer une parfaite cohésion entre les fibres et la résine de stratification. Il est conseillé pour cette raison d'utiliser tissus et résines d'un même fabricant pour éliminer tout risque de délaminage. On trouve les tissus dans des grammages entre 60 et 200 grammes/m² convenant parfaitement aux coques.

LA RESINE EPOXY ET LE DURCISSEUR

La résine époxy est celle qui convient à la stratification des tissus de kevlar ou de carbone et de surcroît les tissus de verre. Compte tenu des diverses conditions d'application, elle est associée à une gamme de durcisseurs correspondants aux différentes résines. On dispose donc de différents systèmes : très lent, lent, standard, rapide.

On retiendra pour le moulage d'une coque le système standard donnant une durée d'utilisation d'environ 45 minutes (Dessin n° 32). La résine époxy s'applique manuellement au pinceau à des températures voisines de 20°C et une hygrométrie inférieure à 65%. Au-dessus de 25°C, la résine se liquéfie et a une fâcheuse tendance à couler des parois verticales. Les tissus se vident dans les hauts et des bulles se forment. Stratification déconseillée dans ces conditions de température.

NOTES

PDF Compressor Free Version

Un agent de thixotropie, la silice colloïdale sous forme de granules dont la grosseur est de l'ordre de quelques microns, améliore la tenue de la résine en parois verticales. Les proportions de charge sont variables, un essai préalable à 50/50 en volume est souhaitable avant la stratification.

Tous les conditionnements sont conservés bien fermés afin d'éviter l'évaporation des composants volatiles et de limiter le contact avec l'humidité de l'air. Après chaque utilisation reboucher immédiatement les récipients, surtout les durcisseurs.

Ces durcisseurs ont mauvaise réputation, et pour cause, il y a des risques physiologiques dans leur utilisation, mais il est facile de s'en protéger. La résine époxy, moins nocive, est cependant l'objet des mêmes précautions : port de lunettes, port de gants, habits usagés, local ventilé, avec à proximité du papier essuie tout, eau et savon pour lavage et rincage éventuels des parties de peau atteintes. Le contact avec la peau peut provoquer une irritation cutanée ou des allergies momentanées à certaines personnes, et l'inhalation prolongée n'est pas bonne non plus. Mais rassurez-vous, en prenant les précautions nécessaires, tout se passe bien. Une observation toutefois, constatée par les modélistes, les résines époxy SICOMIN COMPOSITE n'ont pas provoquées à notre connaissance de problèmes de santé, ce qui n'est pas le cas pour d'autres.

LES PREPARATIONS AVANT LE MOULAGE

La technique de pose des tissus de moulage est différente de celle que l'on a adoptée pour le moule. Le moulage de la coque demande davantage de finesse et les tissus sont posés d'un seul tenant dans le moule, éviter les raccords.

Un gabarit papier est indispensable pour la découpe des tissus. Faire ce gabarit en relevant à l'intérieur du moule les largeurs développées et ajouter 2 centimètres de chaque côté, les tissus doivent déborder du moule.

Le gabarit est posé sur la pièce de tissu et le pourtour est tracé de point en point au crayon feutre ; repérer le côté de l'étrave. C'est la veille du jour de la stratification que les tissus sont préparés et disposés de façon à être facilement manipulables à proximité du lieu de moulage, ils doivent être exempts d'humidité, ce qui implique aussi une mise en condition ambiante du local (température et hygrométrie). Moule, résine et durcisseur y sont également stockés la veille.

Le moule est préparé, maintenu fermement en place, ciré au démoulant et poli jusqu'à ce qu'il brille comme un miroir. Ne pas charger en cire, procéder par couches fines sans excès, peu de temps avant les opérations de stratification.

Préparer tous les produits nécessaires, mais aussi la balance, un bol pour la résine, une petite spatule de mélange, le pinceau à résiner, un bol pour l'acétone de nettoyage, un éclairage suffisant et les équipements déjà cités, gants, lunettes, etc...

Tout semble prêt ? A vérifier...

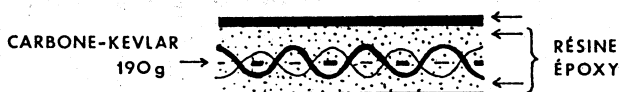
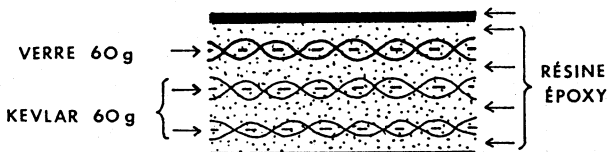
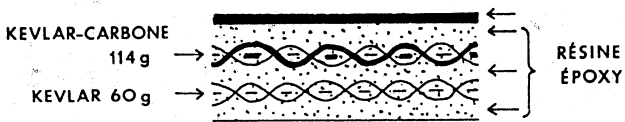
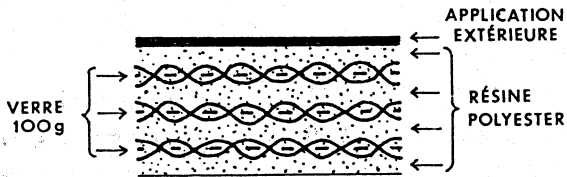
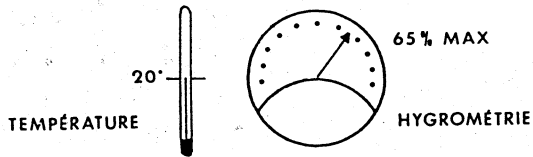
LA PREMIERE APPLICATION DANS LE MOULE

Cette première application va conditionner l'aspect extérieur de la coque, trois méthodes sont possibles pour le modéliste :

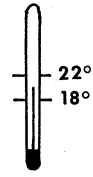
1 Les tissus de stratification donnent l'aspect extérieur. C'est une solution simple et économique puisqu'on applique en première couche la résine qui sera utilisée par la suite, que se soit une résine polyester ou une résine époxy. Il existe dans la gamme époxy, des résines translucides telles que les SURF CLEAR et GLASS ONE de SICOMIN ou la 320 de REA INDUSTRIE donnant un aspect de surface particulièrement brillant.

Cette méthode exige une pose parfaite des tissus dont la trame et la chaîne présentent des dessins géométriques.

STRATIFICATIONS POUR LA COQUE



PEINTURE SUR COQUE STRATIFIÉE



Température

- 12 ← → Lustrage pâte à polir
- 11 ← → Ponçage 1200 à l'eau
- 10 ——— Peinture auto
- 9 ——— Peinture auto
- 8 ← → Ponçage 1200 à l'eau
- 7 ——— Apprêt gris auto
- 6 ——— Apprêt gris auto
- 5 ← → Ponçage 1200 à l'eau
- 4 - - - - - Rebouchage sintonifinition
- 3 ——— Apprêt gris auto
- 2 ← → Ponçage 600 à l'eau
- 1 - - - - - Rebouchage sintonifer
- Coque stratifiée

2 Une coloration cache la stratification. Les tissus ne sont pas d'un aspect très gai, surtout lorsqu'ils ont une part importante de carbone. L'application d'un gel coat époxy coloré prend de l'intérêt, passé au pinceau, c'est une solution lourde sur le poids final ; appliqué au pistolet en diluant énormément, c'est un poids de 20 à 30 grammes comparable à celui d'une couche de résine.

Deuxième solution dans la possibilité de coloration de surface avant stratification, l'application d'une couche de peinture polyuréthane à deux composants, préférable au pistolet mais possible au pinceau. Apport de poids de 20 à 60g.

Ces premières couches de résine ou de peinture peuvent être passées dans le moule la veille de la stratification, le lendemain elle se liera à la résine d'imprégnation des tissus par réaction des composants chimiques.

L'utilisation du pinceau doit se faire sans revenir en arrière et sans barbouiller dans tous les sens, pour éviter de léser le film de démoulant.

3 Une peinture faite après démoulage. C'est un gros travail parfois nécessaire sur une coque présentant des défauts de moulage. C'est aussi un moyen de décoration. Le processus consiste à boucher les défauts éventuels au SINTO et à poncer finement à l'eau toute la coque en enlevant l'aspect brillant. Les premières couches de peinture seront faites d'un apprêt spécial surface plastique ou d'un primaire polyuréthane, ils comportent normalement des produits diluant les restes de cire ou de silicone et empêchent la formation d'auréoles. Puis ponçage au 1200 à l'eau avant la couche de peinture polyuréthane de finition. Cette formule apporte un surcroît de poids de 70/80g en application fine, et jusqu'à 100/120g en application forte sur une coque de classe M.

LE SYSTEME VERRE - POLYESTER POUR UNE COQUE

Le système verre/polyester offre la possibilité d'associer le roving et le mat dans des couches de stratification, mais il faut reconnaître que le mat n'est pas des plus facile à poser et à imprégner. Malgré tout, si on décide de l'utiliser, ce qui théoriquement constitue une structure plus rigide, la difficulté première est de se procurer du mat de petit grammage, ce n'est pas évident. Quel que soit le système de stratification verre/polyester retenu, le grammage de tissu atteint 300g/m² au minimum. Pour choisir un système, il est préférable de se baser sur ce qui existe, ou alors faire quelques essais, en se procurant des échantillons. L'intérêt d'un mat est finalement discutable dans la fabrication d'une coque polyester.

On retiendra toutefois pour une coque de classe 1 mètre par exemple, après une première couche d'aspect extérieur, 3 couches de taffetas verre 100g/m² imprégnées soigneusement à la résine polyester (Dessin n° 33). Un système économique qui a l'avantage d'approvisionner qu'un seul type de tissu.

LE SYSTEME KEVLAR - CARBONE OU VERRE - KEVLAR POUR UNE COQUE

Dans ce système, compte tenu des propriétés mécaniques des matériaux, le grammage total minimum au mètre carré est de 170 grammes, ceci pour obtenir une peau de bordé ayant suffisamment de tenue, notamment dans les parties planes. La pression du doigt qui enfonce le bordé en un endroit précis est sans rapport avec la pression de l'eau qui se répartit sur toute la surface de carène. Cependant certaines parties seront renforcées par un tissu supplémentaire à petit grammage, c'est le cas de la partie centrale recevant la dérive et le pied de mât, ainsi que les francs bords avant.

Le principe de la multiplication des couches de tissus est à retenir pour un meilleur résultat. L'idéal étant de marier kevlar et carbone, ou plus économique verre et kevlar.

Le tissu hybride 40% de kevlar et 60% de carbone 114g/m² en extérieur, de chez SICOMIN COMPOSITE, associé au tissu kevlar 60g/m² à l'intérieur, est actuellement la meilleure solution (dessin n° 33). Le gros inconvénient est le prix du kevlar-carbone qui rend chère cette stratification.

Une structure verre-kevlar est beaucoup moins onéreuse, mais plus souple par l'absence de carbone. Le kevlar peluchant au ponçage, le tissu de verre est posé en extérieur, par précaution, pour une peinture éventuelle par exemple (dessin n° 33). On a donc une stratification composée d'une couche de taffetas verre 60g/m² et de deux couches kevlar 60g/m². Quelques renforts internes sont nécessaires; les chutes de tissus sont utilisées.

Le tissu kevlar-carbone 190g/m² de chez REA INDUSTRIE est posé en une seule couche fortement imprégnée (dessin n° 33). La répartition 50/50 du kevlar et du carbone procure une rigidité suffisante. C'est un intérêt en matière de coût et de travail puisqu'il n'y a qu'une seule couche. Les zones renforcées seront réalisées avec un tissu plus fin. Rappelons qu'un tissu à fort grammage, est difficile à imprégner, ne pas avoir peur de charger en résine.

LA STRATIFICATION

Le polyester est économique et compatible avec les tissus de verre qui peuvent aussi être imprégnés avec l'époxy.

L'imprégnation des tissus kevlar et carbone se fait exclusivement avec des résines époxy, de préférence en utilisant un système standard laissant un temps de travail de 45 minutes environ. Veiller à la température du local et à l'hygrométrie.

Les tissus absorbent une quantité de résine en rapport de leur poids, pour 50g de tissu prêt à poser prévoir 80g de mélange, y compris ce qui restera dans le pinceau et le bol de préparation. En préparant un mélange résine-durcisseur standard en petites quantités de 60 à 80g, on les utilise dans des laps de temps de 20 à 30 minutes, ce qui laisse une marge de temps. Le travail à deux opérateurs améliore la mise en oeuvre, conseillé pour les débutants. Par la suite une personne seule expérimentée effectue un moulage sans difficultés majeures.

Quelle que soit la méthode retenue pour la première couche dans le moule, gel coat, résine ou peinture, elle ne doit plus adhérer au doigt pour commencer à stratifier. Avant et après la pose du tissu, une couche de résine est passée, on continue à imprégner jusqu'à saturation sans plus. Le tissu étant posé dans le moule, il est mis en place et imprégné avec le pinceau en partant du centre (dessin n° 34) :

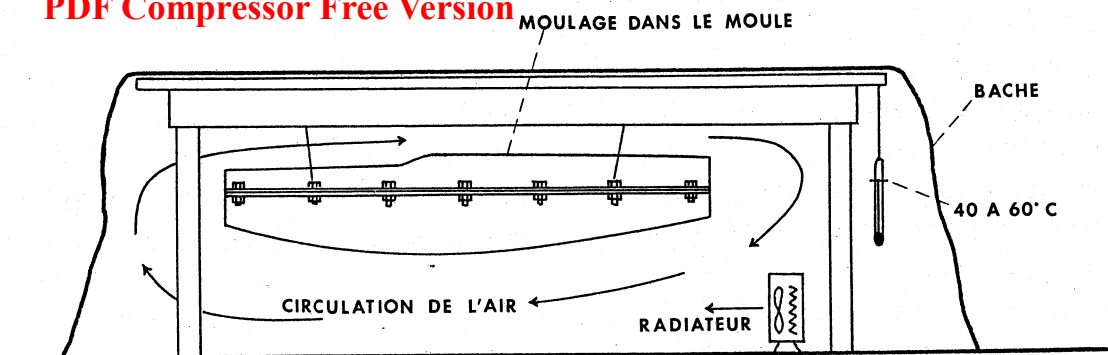
- 1- sur l'axe longitudinal en fond de moule,
- 2- transversalement dans la partie centrale en remontant vers les bords,
- 3- sur les diagonales vers l'avant et vers l'arrière.

Les différentes couches de tissus et de renforts sont posées à suivre selon le même principe. Le débublage est systématique sur chaque couche de tissu. Au début de l'imprégnation, il est possible de faire glisser le tissu en suspension dans la résine dont la viscosité le permet. Ensuite éviter de le bouger, surtout quand la résine commence à gélifier ou lorsqu'elle l'est, dans ces cas là résultats catastrophiques attendus !

Les tissus dépassant du moule sont arrasés au cutter alors que la résine est encore souple dans son processus de durcissement, le stade de gel étant dépassé. Veiller à ne pas décoller le moulage du moule, couper dans un geste allant de l'intérieur vers l'extérieur de façon à garder le moulage en contact avec le moule.

ÉTUVE POUR POST-CUISSON

PDF Compressor Free Version

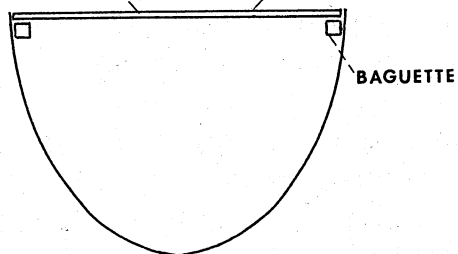


rv

35

COQUE A PONT PLAT

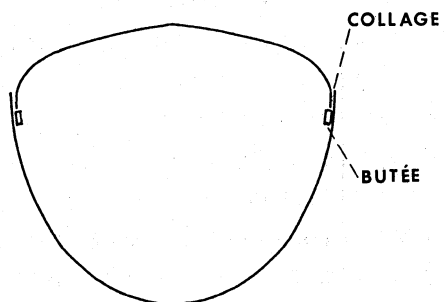
CONTREPLAQUÉ OU FEUILLE PLASTIQUE



rv

36

COQUE A PONT ENCASTRÉ



rv

37

LA POLYMERISATION

Ce phénomène dans un moulage verre-polyester est le même que celui dont on a déjà parlé lors de la confection du moule. S'y reporter aussi pour la polymérisation kevlar-carbone époxy ou verre-kevlar époxy, demandant les mêmes conditions ambiantes qu'il faut respecter sous peine d'avoir quelques désagréables défauts difficiles à réparer.

Il est absolument obligatoire de respecter les dosages indiqués sur les récipients, ils varient selon les résines et durcisseurs employés. Le dosage pondéral est le plus précis pour de petites quantités. Tout écart se traduit par une perte de qualité et influence la polymérisation.

La durée de vie en pot « pot life », avant gélification de l'époxy est fonction du durcisseur utilisé pour un type de résine donné. Selon les fabricants le système standard est sec entre 5 et 6 heures, c'est le moment d'arraser les tissus dépassant du moule.

Ce n'est pas pour autant le signe d'une polymérisation complète qui n'intervient qu'au bout de 14 jours à 20-25°C ; ce que les modélistes ont la patience d'attendre, pendant ce temps ils installent les équipements radio et accastillages.

Les opérations de post-cuisson (Dessin n° 35) sont rarement partiquées et pourtant recommandées pour un maximum de qualités mécaniques. Les régimes de post-cuisson sont les suivants :

- a) soit 12 heures à température ambiante à 20-25°C plus 24 heures à 40°C.
- b) soit 12 heures à température ambiante à 20-25°C plus 16 heures à 60°C.

La post-cuisson s'effectue avec le moulage dans le moule.

L'ASSEMBLAGE DES COQUES MOULEES EN DEUX PARTIES

L'assemblage des deux parties doit se faire dans les moules de manière à avoir un raccord régulier. Doit-on démouler avant ? Réponse : tout dépend des moules et des ouvertures prévues.

Dans le cas d'un plan de joint sur l'axe de symétrie donnant deux moules de surfaces identiques, l'un bâbord l'autre tribord, le démoulage d'un côté est préférable avant collage, les moules ayant des rigidités identiques compliquent les opérations.

Avec un plan de joint horizontal séparant la carène du pont, le démoulage peut se faire après collage des deux parties. Les deux moules n'ayant pas la même surface, celui du pont se libérera normalement le premier.

C'est au moment du collage que l'on s'aperçoit de l'importance et de l'utilité des ouvertures prévues à la confection des moules. L'accès le plus facile se faisant par l'arrière.

Le collage se fait avec la résine utilisée pour le moulage, si possible dès le démoulage d'une partie ou le lendemain de la stratification, pendant que la polymérisation est en cours. Les moules étant en place, assembler les deux moules. Passer d'abord une couche de résine de chaque côté du joint. Puis poser une bande de tissu de 3 centimètres de large et l'imprégner. Une deuxième bande un peu moins large est posée sur la première lorsqu'elle est sèche, ainsi on ne risque pas de déplacer la première, bien résiner avant et après, débuller et laisser sécher.

Le démoulage dans le deuxième moule ne présente pas de difficultés particulières.

COQUE A PONT PLAT ET COQUE A PONT ENCASTRÉ

Ces deux méthodes de construction se traitent de la même manière et simplement. La coque est généralement moulée avec étrave et tableau arrière. Elle est démoulée, puis remise en place dans le moule pour la réalisation du pont (Dessin n° 36).

Pour un pont moulé encastré, la coque étant dans le moule, placer de petites cales à profondeur régulière sur le pourtour intérieur de la coque, l'encastrement du pont y reposera en butée (Dessin n° 37). Poncer avant collage à la résine ou à l'araldite époxy.

LE DEMOULAGE, PHASE FINALE TRES ATTENDUE

Attendre un délai de 24 à 48 heures avant d'entreprendre le démoulage, la souplesse relative de la coque alors que le moule est rigide, entraîne cependant des précautions.

On procède à la mise en place progressive de petits écarteurs en bois puis on introduit une spatule souple pour décoller le fond de carène, l'étrave et le tableau arrière selon nécessité.

A propos de la spatule, divers matériaux souples plastiques conviennent, à l'exclusion des feuillets métalliques. D'une épaisseur d'un millimètre environ, la spatule ne doit rayer ni le moule ni le moulage, son extrémité est soigneusement amincie et arrondie en langue de chat, les bords sont poncés, sans angles vifs. Tout doit être doux au toucher.

Selon la qualité des produits de moulage et les précautions de mise en oeuvre, le démoulage peut demander quelques minutes ou une demi-heure. Dans le cas de difficultés, laisser agir le temps en utilisant un maximum d'écarteurs et plusieurs spatules qu'on laisse en place dans plusieurs directions. Les contraintes imposées par ce procédé libère le moulage petit à petit. Patience, ce n'est pas le moment de tout gâcher, mais au contraire de réussir.

Avant de tenter de sortir la coque, s'assurer qu'elle est décollée de partout. Soulever l'arrière par exemple, alors que l'avant n'est pas libéré, c'est prendre le risque inutile de plier la coque en deux !

L'ORIGINE DES DEFAUTS DE MOULAGE

Le manque de résine :

Défaut majeur en modélisme où l'on veut toujours être au minimum de poids. Si le stratifié est insuffisamment imprégné, certaines fibres ne sont pas mouillées. Cette insuffisance crée des vides et influe sur le vieillissement en favorisant l'absorption d'eau. Le moulage est poreux, la coque prend l'eau.

L'excès de résine :

Trop c'est trop, les coulées de résine sont superflues et forment des gouttes qu'il convient d'éponger au moment de l'imprégnation des tissus. Le juste milieu entre excès et manque de résine fait apparaître une surface humide, sans plus.

La présence de bulles :

L'imprégnation d'un tissu pour être correcte a besoin d'un « débullage ». Sur chaque couche de tissu tapoter et tapoter encore avec l'extrémité du pinceau pour chasser les bulles. Les bulles affaiblissent le stratifié et favorisent l'absorption d'eau.

Le délaminage :

Plusieurs causes sont à l'origine d'une séparation entre deux couches de résine ou entre la résine et les fibres du tissu.

- PDF Compressor Free Version
- a) La résine n'est pas compatible avec le traitement des fibres du tissu. Attention au mariage entre la résine provenant d'un fournisseur et le tissu d'un autre. Remarque surtout valable pour la résine époxy.
 - b) Une stratification faite en utilisant deux types de résines, malgré la compatibilité affirmée par le fabricant. Utiliser toujours la même résine pour toute la stratification.
 - c) Le local est humide, de la vapeur d'eau s'est déposée sur la première couche pendant qu'elle sèche. On le constate par l'apparition de zones blanchâtres ou le manque de liaison entre les couches, après démoulage !

Les chocs :

Sous l'effet d'un choc, même s'il n'y a pas rupture, la désolidarisation du tissu et de la résine peut se produire. L'élasticité des deux n'étant pas identique, il y a délaminage.

L'ÉTRAVE, LA DÉFENSE, LE TABLEAU ARRIÈRE

Les moules se font de manières identiques pour ces trois éléments. Confectionner les formes d'étrave, de défense, de tableau dans du bois dur. Les ajuster à leur emplacement, l'étrave et le tableau s'encastrent à l'intérieur de la coque.

Ces formes sont fixées par vis (en dessous) sur un contreplaqué de 5 mm débordant largement de la forme. Le tout reçoit une finition apprêt et peinture, suivie de 6 applications de démoulant, polir chaque application.

Les moules sont confectionnés en tissu verre et résine polyester avec première couche gel coat. Ils sont cirés au démoulant et polis avant d'y faire les moulages.

L'étrave et le tableau sont moulés avec des chutes de tissus et de la résine identiques à la coque. Ils sont collés en place à la résine ou à la colle époxy araldite.

La défense est moulée avec du caoutchouc aux silicones (en grandes surfaces), sa polymérisation est de 48 heures. Avant démoulage arraser le surplus au cutter. Le collage sur l'étrave est fait à la cyanolite caoutchouc.

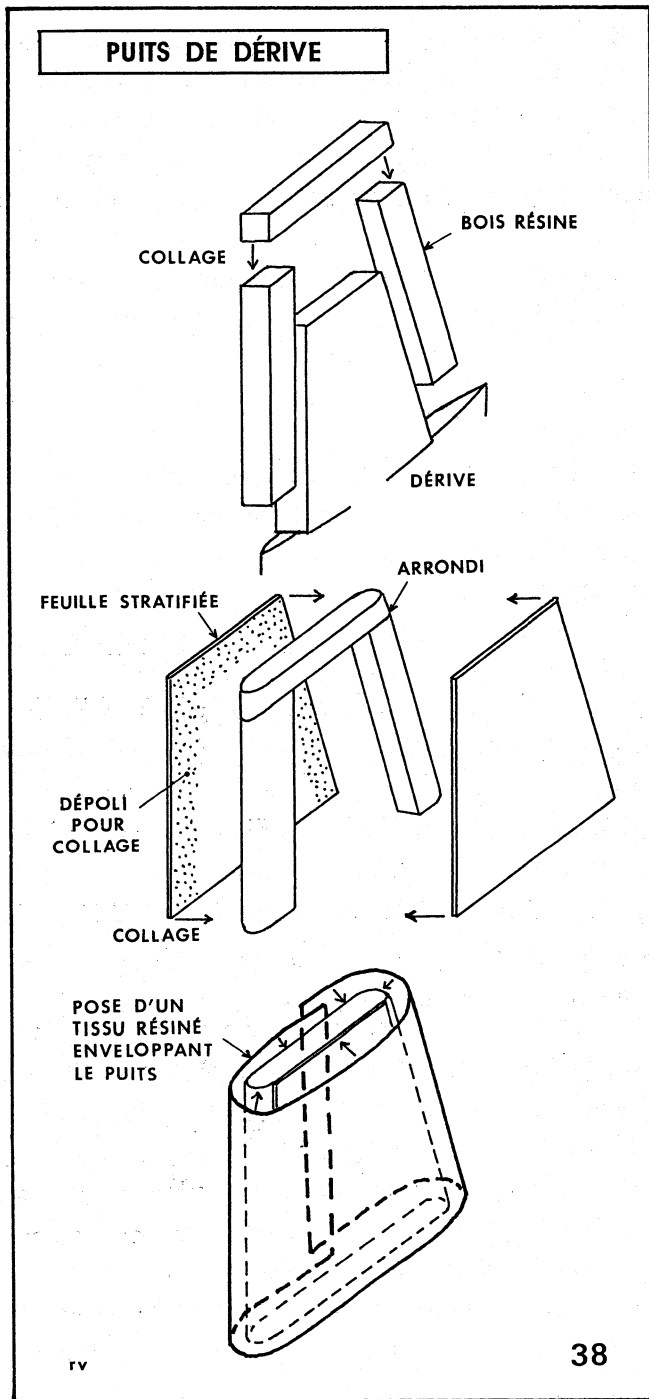
LE TUBE PIED DE MAT

Choisir un tube métallique genre grosse tringle à rideaux, très lisse extérieurement et correspondant en diamètre extérieur au diamètre intérieur du tube pied de mât. Appliquer du démoulant et polir sur une longueur double de la longueur nécessaire.

Passer une couche de résine et enrubanner en spirale à recouvrement 50/50, une bande de tissu de verre de petit grammage. Après polymérisation, fendre en long au cutter sans marquer le tube métallique, démouler complètement et remettre en place ce moulage ; le résiner et poser sur le pourtour des renforts en unidirectionnel ou chaussette carbone, à défaut du kevlar ou du verre à fort grammage, puis rubanner à nouveau, résiner et débuller.

Le démoulage demande quand même quelques efforts. Percer au diamètre 6 mm en travers de l'une des extrémités du tube métallique. Passer une broche dans le perçage, serrer le moulage dans un étau et appliquer un effort de rotation alternée sur la broche pour désolidariser l'ensemble.

Ce système de tube moulé a l'avantage de produire un tube léger (10 grammes), le diamètre intérieur est juste et bien rond, ce qui n'est pas le cas d'un tube électrique par exemple.



LE Puits DE DERIVE ET LE BOITIER PIED DE MAT

Même technique pour les deux (dessin n° 38). Ajuster l'épaisseur de trois baguettes et les coller entre elles autour du haut de la dérive ou de la forme du boîtier pied de mât.

Sur une plaque de verre épais, cirée et polie au démoulant, résiner deux morceaux de tissu pour faire les flans des moulages. Coller les feuilles obtenues sur les baguettes, les parties collées sont poncées pour enlever les traces de cire. Pour éviter l'éclatement toujours possible du puits ou du boîtier, enrober l'ensemble d'un tissu et résiner.

LES BARROTS DE PONT

Constitués d'une âme en balsa ou en matériau alvéolaire, ils sont recouverts de carbone de chaque côté dans le sens de leur longueur, les résiner et les placer entre deux plaques de verre épais, cirées au démoulant.

LE MOULAGE DE LA COQUE - RÉCAPITULATIF		
	ACTION	PRODUITS ET MOYENS
1	Polissage du moule	Démoulant cire
2	Gabarit tissus	Papier fort
3	Découpe	Tissus de stratification
4	1 ^{re} application	a) Gel coat + MEC + colorant ou résine polyester + MEC b) Résine époxy + durcisseur ou gel coat époxy + durcisseur ou peinture polyuréthane à deux composants
5	Stratification	a) Résine polyester + MEC + tissus verre (grammage total : 300g/m ²) b) Résine époxy + durcisseur + tissus kevlar-carbone ou verre-kevlar ou carbone (grammage total : 170g/m ² minimum)
6	Arrasage des tissus	Cutter
7	Polymérisation 24 heures	
8	Assemblage	Bandes de tissu + résine
9	Démoulage	Ecarteurs bois et spatule plastique

PDF Compressor Free Version

Pas de panique, ça baigne, c'est tout bon.

DÉRIVES ET SAFRANS

PDF Compressor Free Version

SOIGNEZ VOS APPENDICES

En voile radiocommandée les appendices concernent essentiellement la dérive et le safran, mais pourquoi ont-ils besoin d'être soignés ? A vous de juger de l'opportunité en suivant ces analyses avant d'opérer.

A regarder la dérive, supportant un lest volumineux vingt fois plus lourd qu'elle, et représentant presque 75 % du poids du bateau, elle paraît robuste ; le safran quant à lui est d'apparence plus fragile. Cependant les qualités qu'on leur demande et qui doivent faire l'objet de toute notre attention, relèvent de l'hydrodynamique, c'est-à-dire des rapports qui existent dans les mouvements entre un corps solide et un fluide.

Alors en y regardant de plus près, et surtout en connaissant la manière dont dérives et safrans évoluent en milieu fluide, il paraît bon de les bichonner en toutes circonstances, de l'étude à la navigation, en passant par la suite à la fabrication. Lorsqu'ils se déplacent dans leur élément il n'est pas facile d'observer les phénomènes qui les entourent, les hydrodynamiciens et les architectes navals s'accordent à dire, et à écrire, que la situation est complexe, plutôt compliquée à analyser. Le meilleur ou le moins mauvais, comme on voudra, étant une savante association de théorie et de pratique.

Sans s'étendre dans des calculs compliqués, mais en restant dans des explications simples accessibles aux modélistes, il est avant tout nécessaire d'énoncer des bases, elles seront porteuses d'enseignements utiles à apporter les soins dont les appendices seront l'objet. Les dérives et safrans nous donneront alors le maximum de leurs possibilités et les services que l'on attend d'eux.

LA CONNAISSANCE DU FLUIDE : L'EAU

L'eau est définie comme étant un liquide incolore transparent, inodore, insipide, corps composé dont les molécules sont formées de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. La chose est vraiment simple et n'a rien apparemment qui suscite de l'inquiétude vis-à-vis des appendices. Cependant l'eau est un liquide qui se singularise dans bien des domaines pour lesquels nous avons besoin de connaître quelques caractéristiques.

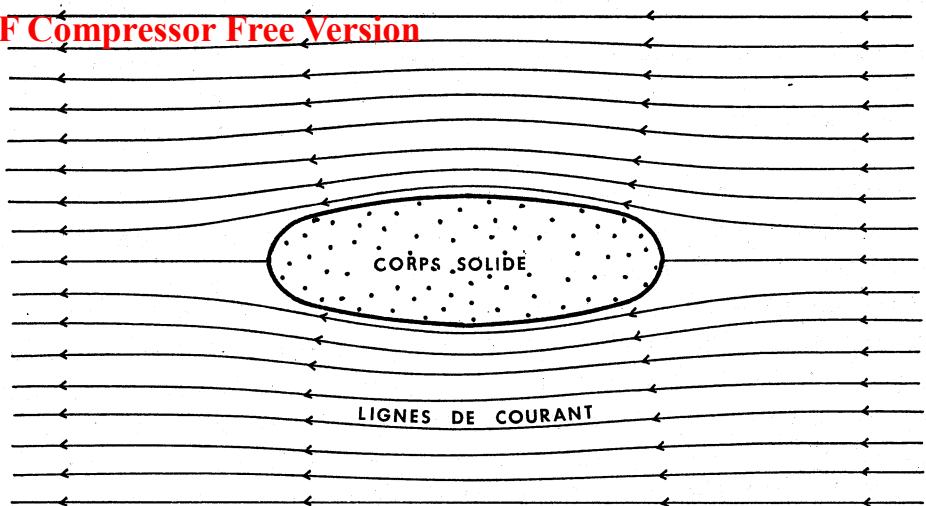
Ainsi, ce qui vient parfois à l'esprit d'un modéliste, c'est la différence qu'il peut y avoir dans le comportement du bateau lorsqu'il navigue en eau douce et en eau de mer. Dans ce cas-là sachons que la densité qui est voisine de 1 pour l'eau douce - exactement 0,998 - est de 1,026 pour l'eau salée ; les références habituellement prises dans les études sont une température de 15°C et, pour l'eau de mer, une salinité de 35 pour mille. En conséquence de quoi un corps flottant en eau douce déplacera un volume d'eau plus important qu'en eau de mer, ceci concerne les œuvres vives d'un voilier: carène, dérive, lest et safran. Sensible d'à peine un millimètre sur la ligne de flottaison d'un voilier radiocommandé, la densité de l'eau est pratiquement sans effet sur les appendices complètement immergés.

Un voilier est confronté à deux fluides : l'air et l'eau, pour lesquels les phénomènes aérodynamiques et hydrodynamiques sont identiques dans certaines conditions que nous analyserons plus loin, mais avec toute fois une différence de taille entre ces deux fluides puisque la résistance au déplacement est 816 fois plus grande dans l'eau que dans l'air. Avec une dérive et un safran on ne peut donc se permettre des libertés que l'on prend dans l'air avec un grément couvert d'accastillage et tarabiscoté au possible. Dans l'eau la résistance à l'avancement se doit d'être réduite au minimum.

Autre caractéristique de l'eau : sa viscosité. Selon la température, la pression et la salinité, la viscosité de l'eau est 65 à 70 fois plus grande que l'air. La viscosité de l'eau de mer est moindre que l'eau douce, mais ici comme pour la densité c'est la température qui

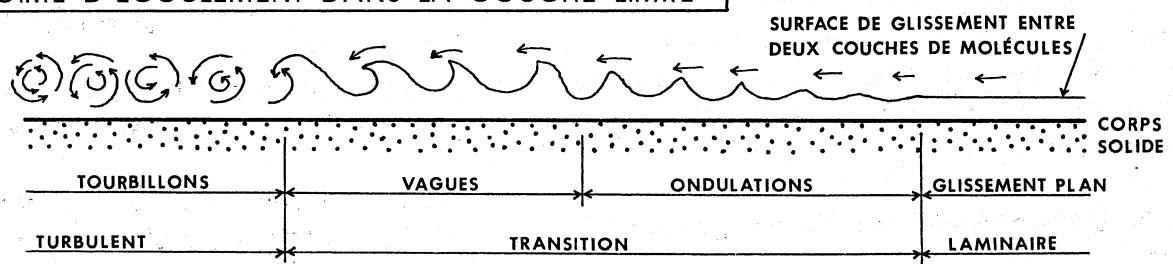
ÉCOULEMENT AUTOUR D'UN CORPS SOLIDE

PDF Compressor Free Version



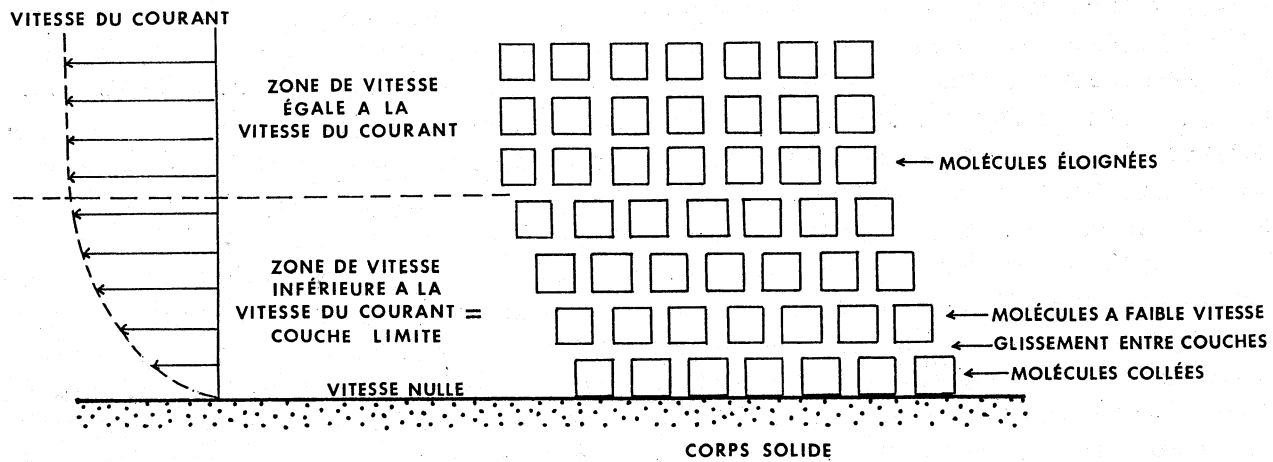
rv

RÉGIME D'ÉCOULEMENT DANS LA COUCHE LIMITE



rv

ÉCOULEMENT MOLÉCULAIRE LAMINAIRE



rv

provoque le plus de variations. S'il doit y avoir modification du comportement en navigation ce serait entre l'eau froide d'un lac de montagne et l'eau chaude d'un bord de mer méditerranéen.

En imaginant une masse d'eau en mouvement, on parle de viscosité cinématique. A une température de 15°C les viscosités cinématiques sont respectivement de 0,00000114 m²/s en eau douce et de 0,00000119 m²/s pour l'eau salée. Ces valeurs nous permettront par la suite de connaître le régime des écoulements autour des appendices en mouvement.

LES ÉCOULEMENTS AUTOUR DES APPENDICES

La matérialisation des écoulements se fait en représentant les trajectoires des molécules d'eau dans un courant à la rencontre et autour d'un corps solide (dessin n°1). Aussi étrange que cela puisse paraître, les molécules d'eau en contact avec un corps solide restent collées sur les molécules de ce corps par suite des forces résultant de l'attraction moléculaire. L'eau est donc un fluide adhésif, cette particularité fait naître une situation pour le moins préoccupante (dessin n° 2) et retenir toute notre attention.

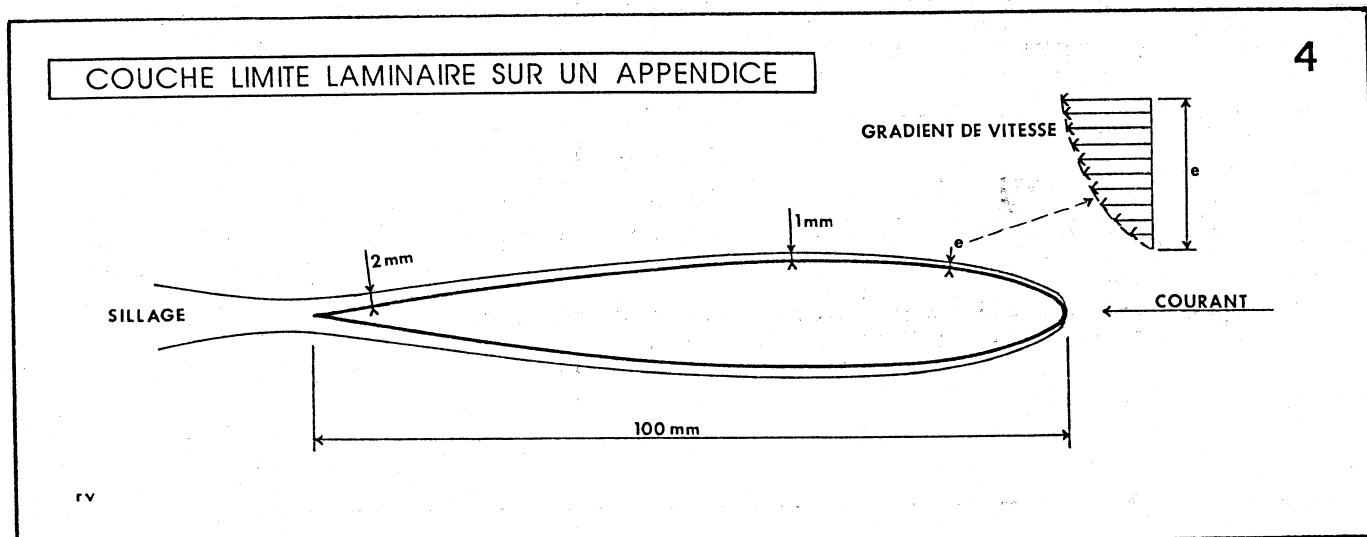
Sur la couche de molécules adhérentes au corps solide, une couche de molécules glisse à une vitesse très faible, la couche suivante glisse avec une vitesse un peu plus élevée et à une certaine distance du corps, la vitesse sera égale à celle du courant. Cet entraînement progressif des molécules est tributaire de la viscosité. Sur une certaine épaisseur nous avons ainsi une variation de la vitesse de l'écoulement appelée gradient de vitesse. Cette épaisseur s'appelle la couche limite dans laquelle la vitesse d'écoulement est inférieure à la vitesse du courant et plus on s'éloigne du point de rencontre du corps avec l'eau, plus l'épaisseur de la couche limite augmente.

Si la vitesse d'écoulement est élevée, c'est que la résistance de frottement de l'eau contre le corps est faible. C'est là la plus importante propriété de l'écoulement que l'on dit en régime laminaire.

A l'arrière de ce régime laminaire, le glissement des molécules va se déformer en une agitation progressive d'ondulations et de tourbillons minuscules, la résistance de frottement augmente, c'est l'écoulement en régime turbulent (dessin n° 3).

Il est évident que ces tourbillons dépensent beaucoup d'énergie et qu'il vaut mieux chercher à éviter d'entrer dans ce régime turbulent. Y parvenir relève de connaissances dont la mise en pratique demande des précautions, tant dans la conception que dans la construction ou la navigation, un but qu'au fond de soi tout modéliste souhaite atteindre.

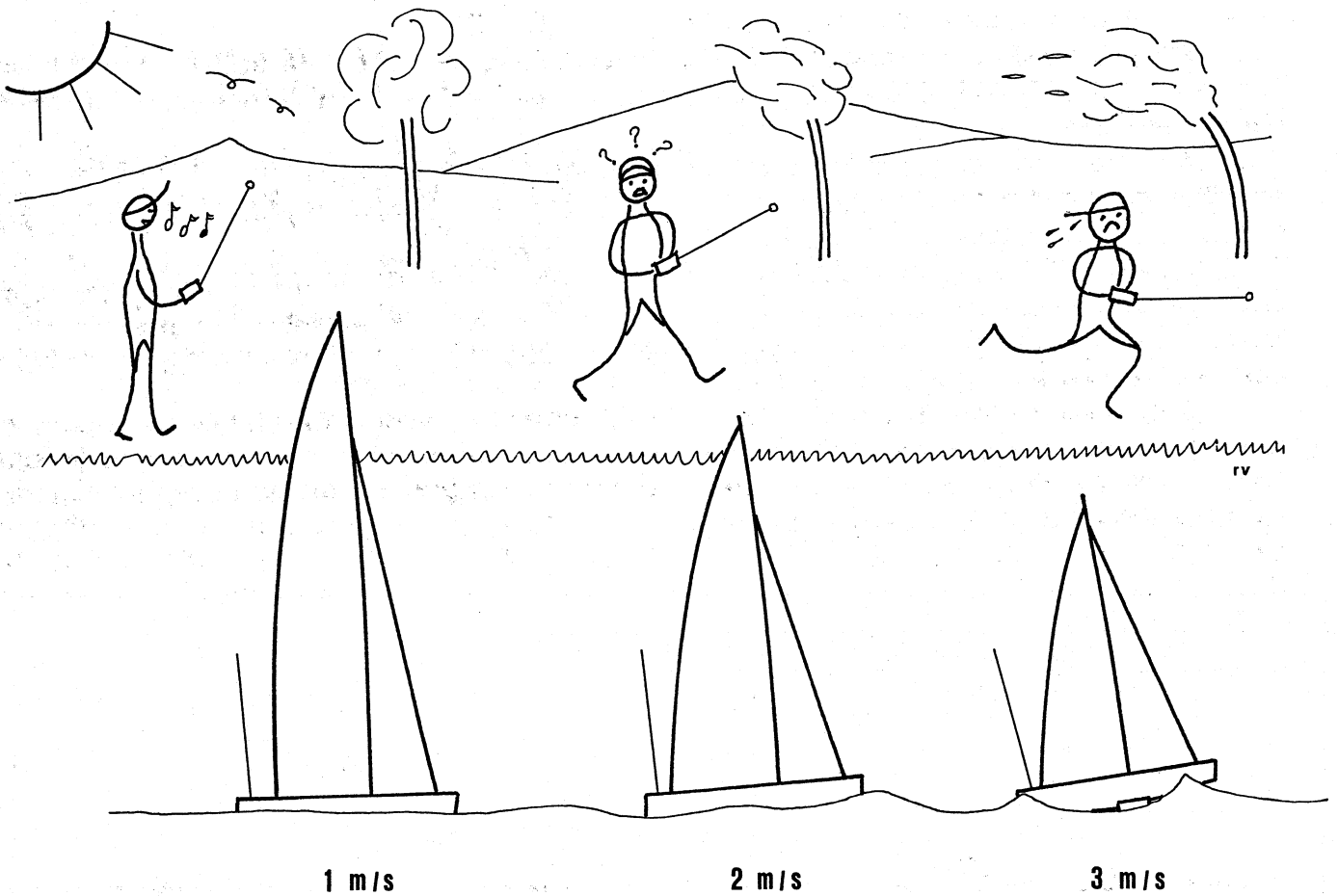
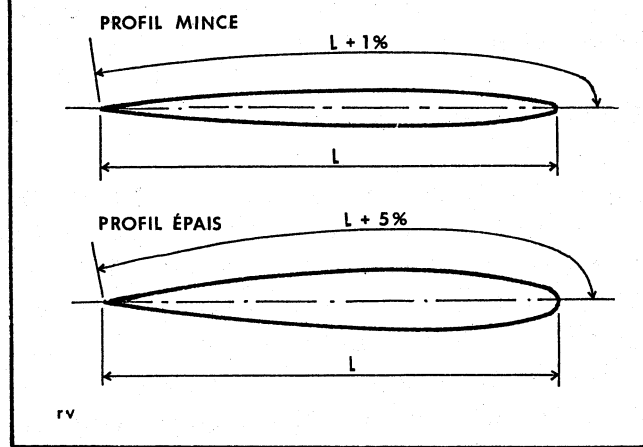
D'ailleurs il ne faut pas confondre cet écoulement turbulent dans lequel les tourbillons sont très petits, à l'échelle moléculaire, d'une épaisseur de deux millimètres sur l'arrière au plus large d'une dérive (dessin n° 4), avec l'écoulement tourbillonnaire du sillage dans lequel les tourbillons sont visibles à l'arrière du bateau.



PDF Compressor Free Version

- LONGUEUR DES ÉCOULEMENTS

5



LA COUCHE LIMITE

Le passage du régime d'écoulement laminaire à un régime d'écoulement turbulent se fait dans une zone de transition à partir d'un point de transition. Un physicien nommé REYNOLDS a émis des lois à propos de la dynamique des fluides sur les différents régimes d'écoulement. Ce point de transition a été défini par un nombre non mesurable, auquel le physicien a donné son nom, et qui se situe aux environs de 450 000 Re, nombre de Reynolds; la zone de transition allant d'environ 100 000 Re à 1 000 000 Re.

Une formule simple nous permet de connaître dans quel régime se trouve un appendice dans différentes situations de navigation : vitesse de déplacement, longueur de l'écoulement, eau douce ou eau de mer ; le nombre de Reynolds étant égal à $V \times L / \nu$ dans laquelle V est la vitesse de l'écoulement en mètre par seconde (m/s), L est la longueur de l'écoulement en mètre (m), ν la viscosité cinématique du fluide exprimé en mètre carré par seconde (m²/s) déjà précisée dans un précédent paragraphe.

La vitesse de déplacement d'un voilier radiocommandé plafonne aux alentours de 3 mètres par seconde, soit près de 10 Km/h.

La longueur de l'écoulement sur un appendice correspond sensiblement à sa largeur plus 1 % s'il est peu épais et 5 % dans les autres cas, ce supplément tenant compte de la courbure de la surface (dessin n° 5). Considérons ici pour l'exemple un écoulement de 120 millimètres (0,120 m) au plus large d'une dérive, et un autre de 50 mm (0,050 m) sur un safran.

Application dérive :

en eau douce : $3 \times 0,120 / 0,00000114 = 315\,789$ Re

en eau de mer : $3 \times 0,120 / 0,00000119 = 302\,521$ Re

Application safran :

en eau douce : $3 \times 0,050 / 0,00000114 = 131\,578$ Re

en eau de mer : $3 \times 0,050 / 0,00000119 = 126\,050$ Re

Comme l'indiquent ces nombres de Reynolds, en voile radiocommandée les appendices sont concernés par le régime d'écoulement laminaire, mais à vitesse maximum l'arrière du profil est plus ou moins dans la zone de transition.

D'une manière générale en navigation, les vitesses des voiliers radiocommandés peuvent être estimées entre 1 m/s soit 3,6 Km/h (allure d'une personne marchant normalement) à 2 m/s soit 7,2 Km/h (allure à marche forcée, là il faut presque courir pour suivre). A ces vitesses l'écoulement sur une dérive atteint 100 000 Re à 1 m/s et 200 000 Re à 2 m/s et un safran restera à un nombre inférieur à 100 000 Re. Ces constatations nous conduiront par la suite à préciser le choix du profil à adopter en regard de ses aptitudes dans les faibles nombres de Reynolds. Au-delà de ces valeurs nous considérerons être dans des conditions rarement atteintes.

Profitons aussi de ces petits calculs pour préciser qu'un modèle réduit présentera les mêmes phénomènes que son modèle de bateau grandeur s'ils sont tous les deux concernés par le même nombre de Reynolds. En respectant la longueur des écoulements de chacun il s'agira tout simplement de calculer la vitesse en utilisant la formule précédente, ce qui donne $V = Re \times \nu / L$ (Re étant le nombre de Reynolds sur la longueur de l'écoulement du bateau témoin). Il en est de même entre l'air et l'eau dont les phénomènes sont comparables à condition qu'ils aient le même nombre de Reynolds.

COUCHE LIMITE ET RÈGLE DE COURSE ISAF 1997/2000

Les phénomènes d'écoulements n'ont pas laissé les législateurs indifférents, ils ont rédigé un texte à propos de la couche limite sur les œuvres vives des voiliers.

Voici la règle :

53 FROTTEMENT SUPERFICIEL

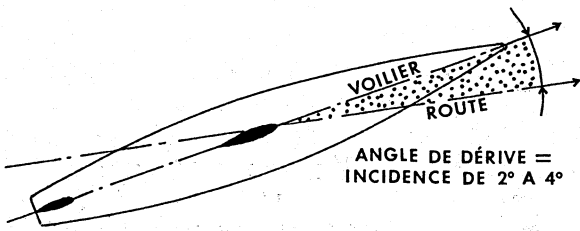
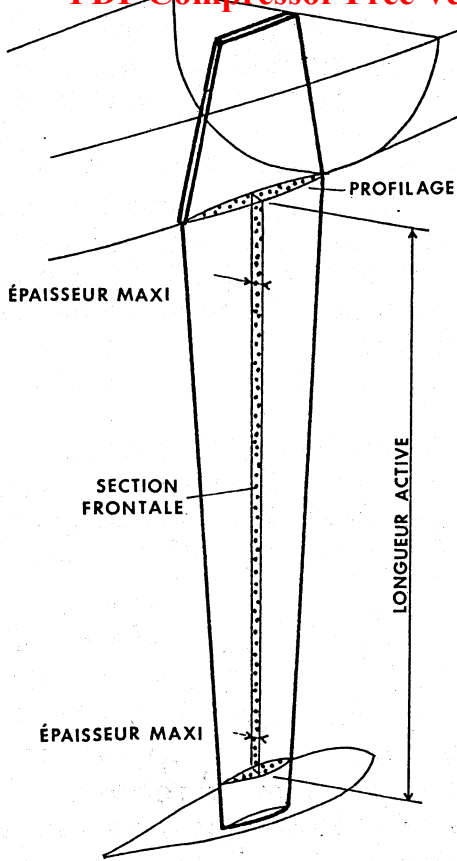
Un voilier ne doit pas expulser ou laisser filer de substance telle qu'un polymère, ou avoir une texture spéciale des surfaces, qui pourrait améliorer les caractéristiques de l'écoulement de l'eau à l'intérieur de la couche limite.

Ce qui élimine a priori toute solution chimique ou d'état de surface comme par exemple celles des balles de golf et de tennis. Toutefois le champ des investigations est encore vaste pour limiter la résistance à l'avancement dans l'eau.

RÉSISTANCE DE FORME

6

PDF Compressor Free Version

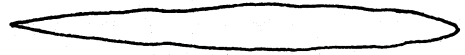


rv

ÉTAT DE SURFACE DÉCONSEILLÉ

7

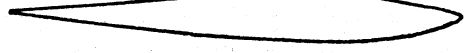
CREUX ET BOSSES



RUGOSITÉS



PLATS



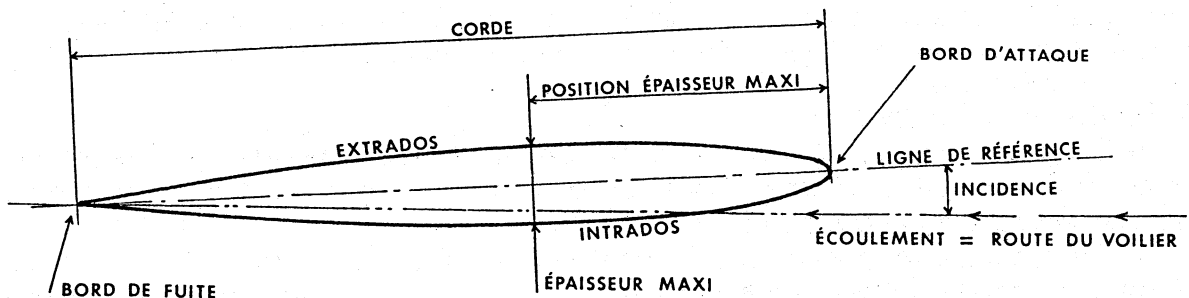
DISSYMMÉTRIE



rv

GÉOMÉTRIE D'UN PROFIL SYMÉTRIQUE

8



rv

LA RÉSISTANCE DE FORME

Hormis à l'allure de vent arrière, un voilier n'avance pas dans son axe. Le bateau présente alors un angle avec la route suivie et induit une résistance à l'avancement sensible lorsque la vitesse augmente (dessin n° 6).

A petite vitesse la part de la résistance de forme d'un appendice est minime dans la résistance totale, et ce d'autant que sa section frontale est réduite, c'est-à-dire la surface de la section obtenue en considérant sa longueur active et la moyenne des épaisseurs maxima (dessin n° 6).

Il y a donc intérêt pour ces raisons, à ce que tous les appendices soient profilés et soient aussi minces que possible en regard des qualités qu'on leur demande, et de la résistance mécanique indispensable à leur bonne tenue en navigation. Il faudra donc concilier toutes ces notions en matière de forme et bien cibler ce que l'on désire obtenir d'eux.

RÉSISTANCE DE FROTTEMENT

La résistance de frottement est prépondérante aux faibles vitesses, le voilier navigant dans le petit temps, elle est proportionnelle à la surface, en nautisme on parle de surface mouillée, et de plus cette résistance augmente avec la rugosité.

La rugosité de la surface agit directement dans la couche limite. Plus la longueur de l'écoulement est faible, plus la rugosité doit être réduite. Et il ne suffit pas que l'état de surface soit aussi bon que possible, il faut également que la régularité de celle-ci soit parfaite, car le moindre creux, la moindre bosse peuvent provoquer une mise en turbulence (dessin n° 7).

Il faudra donc veiller en voile radiocommandée à ne pas augmenter la surface inutilement et soigner particulièrement la qualité des courbures et du surfacage.

A noter que sur un VRC la dérive est fixe tel un quillard, elle ne peut être relevée au vent arrière par exemple à l'instar des dériveurs pour réduire les résistances à l'avancement.

GÉOMÉTRIE D'UNE DÉRIVE OU D'UN SAFRAN

La géométrie d'une dérive ou d'un safran est comparable à une aile d'avion, les termes définissant les caractéristiques géométriques sont les mêmes.

La longueur qui nous préoccupe pour une dérive est la partie active comprise entre le dessous de carène et le dessus du lest. La dérive est en fait beaucoup plus longue puisqu'elle pénètre dans la coque et dans le bulbe du lest, ce dont il faudra tenir compte au moment de la fabrication (dessin n° 6). La longueur d'un safran est comprise entre ses deux extrémités marginales haute et basse.

La largeur est comprise entre le bord d'attaque à l'avant et le bord de fuite à l'arrière (dessin n° 8).

La droite qui joint les deux bords est la corde.

Le profil d'une dérive ou d'un safran, c'est la répartition des épaisseurs sur la largeur, le profil est dit symétrique si les épaisseurs se répartissent par moitié de part et d'autre de la corde, cas des appendices.

L'incidence ou l'angle d'attaque d'une dérive ou d'un safran est l'angle que fait la route suivie par le voilier avec la corde du profil.

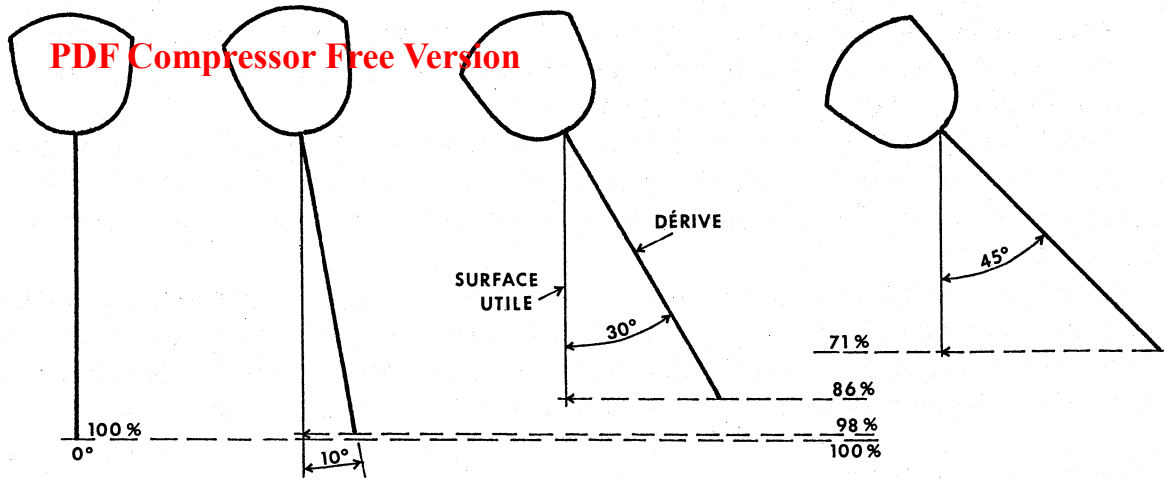
Avec un angle d'incidence, la face qui se présente directement aux filets d'eau est l'intrados, la face opposée est l'extrados.

L'allongement est le rapport de la longueur sur la largeur. Si la largeur n'est pas constante on applique la formule L^2 / S dans laquelle L^2 est le carré de la longueur et S la surface du plan (veiller à utiliser les mêmes unités de mesure).

L'épaisseur relative est le rapport de l'épaisseur sur la largeur ; très épais est à 20 % et sans épaisseur à 5 %, ce dernier chiffre étant un grand minimum mis en pratique pour les appendices d'un voilier radiocommandé.

SURFACE UTILE DES APPENDICES A LA GITE

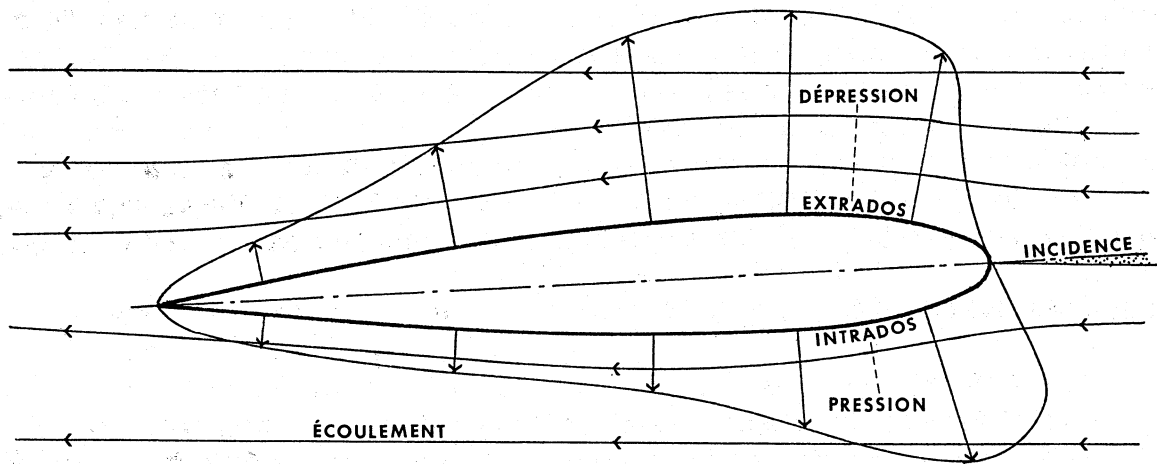
9



rv

FORCES AGISSANTES SUR UN PROFIL AVEC INCIDENCE

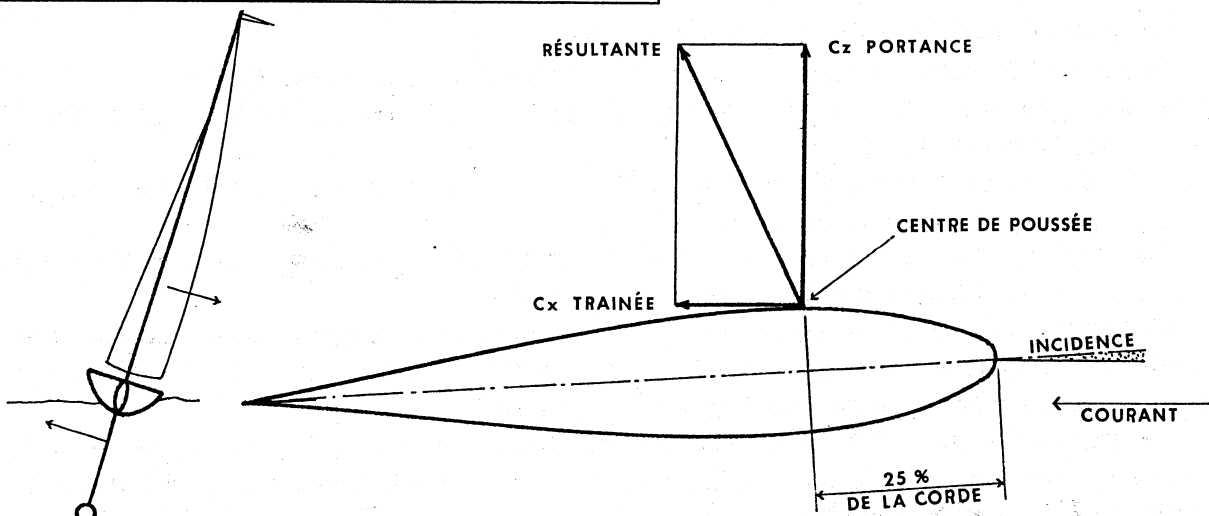
10



rv

CENTRE DE POUSSÉE - PORTANCE - TRAINÉE

11



rv

ÉLÉMENTS DE RENDEMENT D'UN APPENDICE

Le rendement est lié essentiellement à trois caractéristiques : la surface latérale, la forme du contour c'est-à-dire celle du plan, et le profil des sections.

La surface latérale doit être suffisante pour fournir la force antidérive nécessaire avec une réduction maximum de l'angle d'incidence, le principal de la force antidérive étant fourni par la dérive et le safran. Mais le bénéfice de l'augmentation de surface risque d'être annulé dans le petit temps par la résistance de frottement comme nous l'avons vu précédemment.

La gîte du bateau incline les appendices (dessin n° 9). Inclinés leur surface utile n'est plus que la projection de leur surface réelle sur le plan vertical. La diminution est faible aux petits angles de gîte, à 10° on a encore 98% de la surface, mais à 30° de gîte il ne reste que 86% soit 14% de surface efficace perdue, c'est beaucoup pour maintenir un bon équilibre.

En voile radiocommandée, dans la recherche d'un rendement correct du bateau, il faut savoir se limiter à 30° maximum de gîte permanente, au-delà il convient d'abaisser le centre de voilure en changeant de grément pour diminuer la gîte et retrouver une surface antidérive satisfaisante.

En navigation, les appendices ont une incidence, l'écoulement n'est pas symétrique sur les deux faces, la vitesse des filets d'eau sur l'intrados est réduite provoquant une hausse de pression, tandis que sur l'extrados la vitesse est accrue et il se forme une dépression qui ne manque pas d'intérêt (dessin n° 10). Ces phénomènes hydrodynamiques sont connus selon le théorème de BERNOULLI (applicable également aux voiles) : à une diminution de vitesse correspond une augmentation de pression et inversement à une augmentation de vitesse correspond une diminution de pression.

La différence de pression entre les deux faces, provoque l'apparition d'une force perpendiculaire à la direction du mouvement appelée portance, elle se manifeste sur l'extrados. En l'absence d'incidence, au vent arrière, les pressions sont équivalentes de chaque côté du profil, la portance est nulle.

Des phénomènes liés au frottement et à la couche limite font apparaître une résistance ou traînée dans la direction du mouvement, qui se manifeste également au vent arrière à incidence zéro.

Le rapport de la portance à la traînée définit la finesse d'un profil. Portance et traînée devenant les composantes d'une résultante dont le point d'application est le centre de poussée, cette résultante étant une force antidérive égale mais de sens contraire à celle développée par la voilure (dessin n° 11).

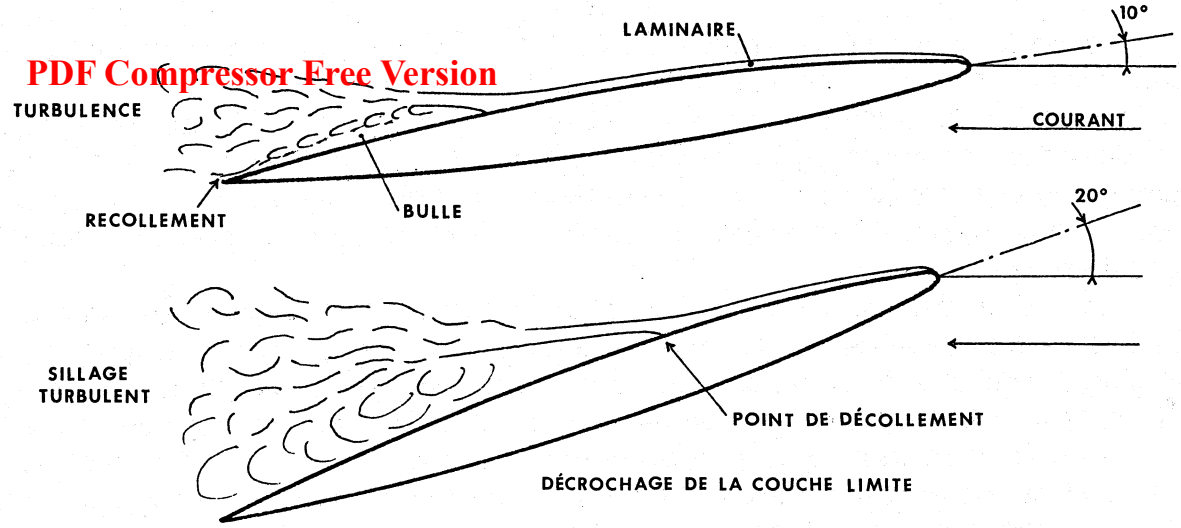
C'est sur la partie avant aux environs de 25% de la corde d'un profil symétrique que se situe le centre de poussée pour les angles d'incidence inférieurs à 15° (dessin n° 11). Ce centre reculant ensuite assez vite vers le milieu du profil, ce qui est une situation peu courante de la dérive mais envisageable pour le safran. On a donc intérêt à peaufiner la partie avant pour y favoriser la qualité de l'écoulement.

D'autre part un décollement de la couche limite est susceptible de se produire en régime laminaire sur l'extrados du fait de la dépression (dessin n° 12). Il peut se former sur l'arrière un écoulement en sens inverse tendant à repousser la couche limite et faisant apparaître une zone de séparation sous forme de vide que certains nomment bulle laminaire lorsqu'un recollement de la couche limite se produit ; ce recollement est observé aux faibles angles d'incidence. Aux fortes incidences où sur l'arrière du profil la traînée augmente, la zone de séparation avance au fur et à mesure que l'angle d'incidence augmente. A une certaine limite les remous recouvrent presque toute la surface, il n'y a plus de portance, on dit que le profil décroche, il a atteint l'angle de décrochage (dessin n° 12). La connaissance de cet angle peut guider la recherche du profil de safran.

La dérive est pratiquement efficace sur presque toute sa longueur du fait qu'à chaque extrémité les filets d'eau sont canalisés par la coque et par le bulbe du lest. Cependant ces zones d'extrémité connaissent dans les écoulements des perturbations que l'on cherche à réduire au minimum. La solution de facilité consiste à les ignorer en les minimisant par rapport

DÉCOLLEMENT ET DÉCROCHAGE

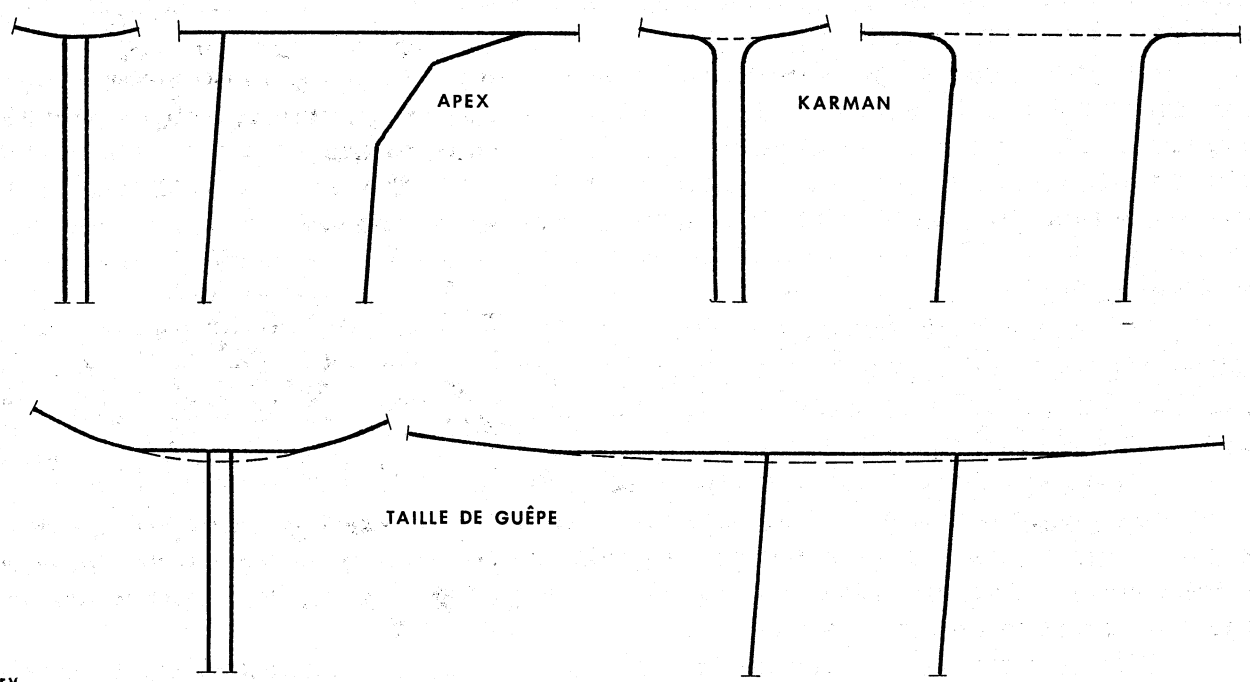
12



rv

EXEMPLE DE RACCORDEMENT CARÈNE DÉRIVE

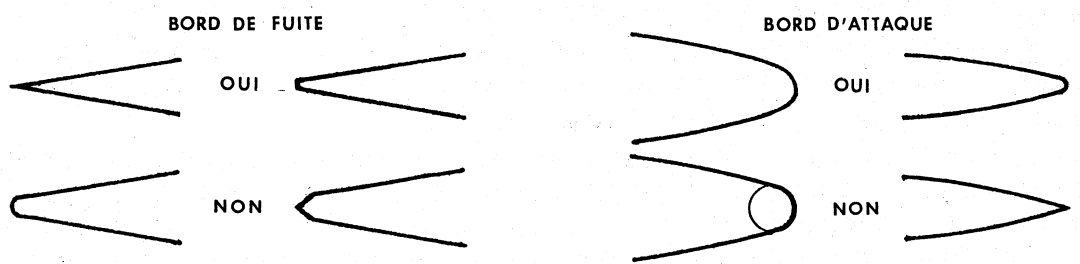
13



rv

BORD D'ATTAQUE ET BORD DE FUITE

14



rv

à l'ensemble des œuvres vives, mais pourtant des solutions existent, adaptables en modélisme.

Les avionneurs, toujours eux, utilisent deux artifices. Le plus ancien est le **raccord KARMAN** du **compresseur** ingénieur américain-hongrois, hydrodynamicien qui a proposé comme solution un remplissage de l'angle par une moulure concave (dessin n° 13).

Plus moderne est l'apex dont la définition littérale est une pointe d'un organe animal ou végétal. Pour nous il s'agit de créer une pointe en avant de la perturbation pour mieux canaliser les écoulements. L'implanture est donc allongée vers l'avant, le bord d'attaque étant incliné d'environ 20° puis vers 40° pour se raccorder sur la dérive (dessin n° 13).

Ces deux dispositions ont également pour effet de renforcer l'implanture.

Autre possibilité (dessin N° 13), la section de carène présentant une taille de guêpe, de manière à détendre les écoulements au moment où ils doivent être soumis à une augmentation de pression. Mais attention à ne pas exagérer ce qui est une diminution de la section de carène, sous peine de devenir une source d'écoulement perturbé.

LA FORME GÉNÉRALE DU PROFIL

Les profils adoptés sont symétriques en regard des phénomènes d'écoulement qui s'inversent selon l'amure du bateau. Quelle que soit l'épaisseur, c'est principalement la courbure qui définit la portance, plus la courbure est forte plus la portance est élevée. Sur un profil symétrique une courbure forte est liée à une épaisseur relative élevée, mais il faut savoir se limiter en ce domaine.

Pour bénéficier au maximum de l'écoulement laminaire on utilise des profils ayant une faible épaisseur relative de 6% à 10%, reculée entre 35% et 50% de la corde ; ces profils laminaires donnent d'excellents rendements aux faibles angles d'incidence jusqu'à 5 degrés, et ceci d'autant qu'ils sont plus épais, mais au-delà ils décrochent rapidement.

L'exploitation de ces données en voile radiocommandée ne posent pas de problèmes, tout au moins en ce qui concerne la position de l'épaisseur maximum et l'angle d'incidence. Mais un profil épais pour une dérive augmente considérablement la surface frontale et ce n'est guère compatible avec la notion de vitesse. Une dérive travaillant sous une faible incidence doit avoir un grand allongement et une faible épaisseur.

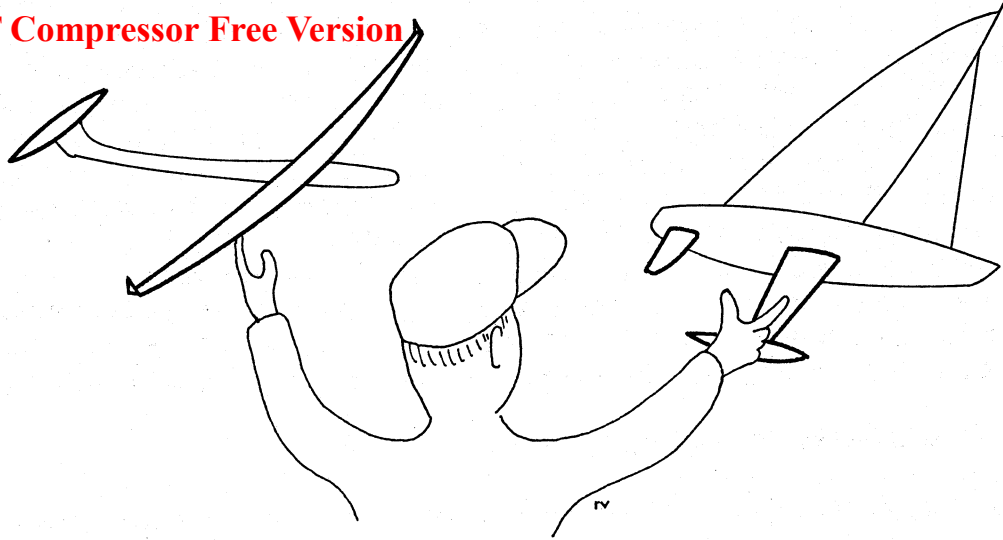
Les profils minces sont sensibles à la turbulence du milieu de même qu'à la rugosité de surface, ils ne conviennent pas aux safrans travaillant à l'arrière du bateau et à des angles habituels jusqu'à 10°, allant parfois à 40 degrés à fond de débattement, angle maximum à fournir par un servo-barre, expliquant la vivacité de réaction des VRC dans les virements. Cette vivacité donne un temps de travail court mais néanmoins suffisant pour faire décrocher le profil, freiner le bateau et le déséquilibrer dans la relance. Un safran qui peut travailler sous une grande incidence aura intérêt à être relativement épais, de 10% à 15% avec une épaisseur maximum avancée entre 20% et 35%.

Dans tous les cas, la forme de la partie avant du profil, juste après le bord d'attaque, a un rôle très important. C'est en étant parabolique que l'écoulement reste laminaire. Une forme ronde ou pointue provoque un décollement prématuré des filets d'eau et des turbulences dès que l'incidence s'écarte de zéro (dessin n° 14).

On aura aussi intérêt dans toute la mesure du possible à conserver sur le bord de fuite une arête la plus fine possible là où les deux couches limites se rejoignent pour former le sillage. Au pire une troncature nette est préférable à une arête arrondie sur laquelle se forme des tourbillons (dessin n° 14).

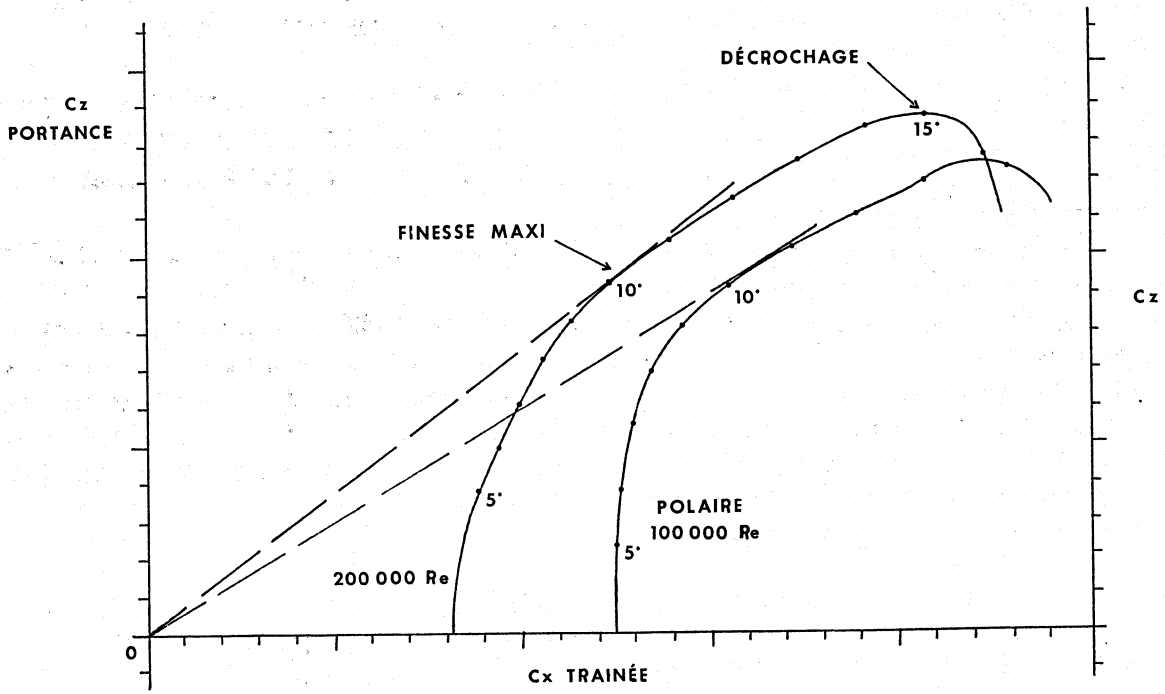
Quant à la courbure arrière, quelques profils présentent une inversion en légère concavité ; il est permis de s'interroger sur l'intérêt d'une telle disposition. Alors revenons au phénomène de décollement et à la bulle laminaire. A zéro degré d'incidence la bulle est sur le bord de fuite, puis à quelques degrés avec ces profils, on constate une augmentation de portance et une diminution de traînée, phénomène qui se manifeste également avec une augmentation de vitesse de l'écoulement et qui est susceptible de se produire au-delà de 200 000 Re. Ces phénomènes sont donc possibles au safran lorsqu'on donne de la barre ou sur la dérive par régime de brise. Est-il alors permis de penser que la bulle se logeant dans la concavité du profil, l'écoulement de la couche limite retrouve une forme régulière et la finesse augmente ?

PDF Compressor Free Version



15

POLAIRE DE EIFFEL SIMPLIFIÉE



rv

LE CHOIX D'UN PROFIL

Les arguments que l'on a tendance à retenir à propos de la marche du voilier sont la vitesse, le cap maximum au près, les accélérations et la manœuvrabilité. Il faut reconnaître que ce n'est pas facile à rendre compatible, mais lorsqu'on y arrive, la marche du bateau s'en ressent à la grande joie du pilote. On aurait tort dans cette optique de négliger les profils des appendices qui contribuent largement, et à leurs façons, à satisfaire aux arguments qui viennent d'être énoncés.

Les caractéristiques des performances d'un profil s'expriment avec les coefficients que sont C_z pour la portance et C_x pour la traînée.

C'est un ingénieur français EIFFEL, celui de la tour qui porte son nom, qui a le premier établi des courbes en considérant chaque profil à divers angles d'incidence, donnant la valeur de C_x en regard de C_z , la courbe obtenue en reliant les points de mesure est une polaire de Eiffel (dessin n° 15). Une polaire est établie selon un nombre de Reynolds, elle aide à se déterminer dans le choix d'un profil convenant à une dérive ou à un safran en fonction des critères que l'on se donne. La lecture d'une polaire va aider à faire ce choix car la finesse maximum y est définie par la tangente issue de 0 (zéro), le point de tangence de cette droite avec la polaire indique l'angle auquel on a un maximum de portance C_z pour un minimum de traînée C_x , c'est-à-dire le meilleur rapport C_z/C_x . Quant à l'angle de décrochage il se situe au sommet de la courbe.

Malheureusement la publication des polaires est une chose rare et trop souvent limitée à une incidence de 10° ; il faut donc se contenter des coordonnées des profils et se baser sur l'épaisseur relative et sa position sur la corde pour faire le choix.

Bien que depuis des siècles l'homme sur terre ait construit des engins pour naviguer sur l'eau, ce sont les recherches effectuées pour l'aviation par le National Advisory Committee for Aeronautics - NACA -, devenue la NASA, qui font autorité en matière de profil. Les NACA offrent un choix de profils symétriques intéressants.

De nombreux autres types de profils existent : Göttingen, HQ, Eiffel, RG, Selig, Jedelski, Clark, Eppler... Le problème c'est qu'ils n'offrent pas ou peu de profils symétriques convenant au modélisme.

On remarquera que les dessins publiés pour l'aéronautique placent le bord d'attaque à gauche, alors que les dessins d'architecture navale placent l'étrave des bateaux à droite. Cette inversion conduit simplement à une petite gymnastique dans le dessin des profils d'appendices pour respecter l'ordre nautique.

Aujourd'hui l'évolution des moyens de communication mis à la disposition de l'informatique donnent la possibilité d'effectuer des recherches de profil en consultant une base de données et un programme de tests de profils à faible nombre de Reynolds sur le réseau INTERNET. On y consulte en particulier des profils adaptés à l'intention des aéromodélistes. Des études faites en ce sens en soufflerie par un groupe d'aérodynamique appliquée sont conduites par M. Michael SELIG professeur à l'Université de l'Illinois à Urbana Champaign, USA. Voilà de quoi satisfaire les plus exigeants, les avionneurs modélistes ne pensent plus qu'en termes de profils Selig...

Adresses INTERNET WWW : <http://www.uiuc.edu/ph/www/m-selig>
 WWW : <http://www.larc.nasa.gov/naca/>
 WWW : <http://www.aa.nps.navy.mil/~jones4/naca.html>
 WWW : <http://beadec1.ea.bs.dlr.de/Airfoils/veldistr.htm>

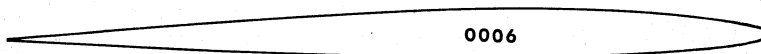
Il existe aussi des logiciels pour ordinateurs puissants, permettant de faire évoluer les pressions et dépressions autour d'un profil, en jouant sur les épaisseurs, l'incidence et les Reynolds.

TABLEAU A

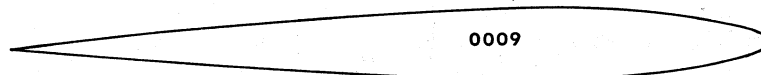
NACA 0006		NACA 0009		NACA 0012		NACA 0015	
x	y	x	y	x	y	x	y
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0125	0.0095	0.0125	0.0142	0.0125	0.0189	0.0125	0.0240
0.0250	0.0131	0.0250	0.0196	0.0250	0.0262	0.0250	0.0323
0.0500	0.0178	0.0500	0.0267	0.0500	0.0356	0.0500	0.0457
0.0750	0.0210	0.0750	0.0315	0.0750	0.0420	0.0750	0.0521
0.1000	0.0234	0.1000	0.0351	0.1000	0.0468	0.1000	0.0585
0.1500	0.0267	0.1500	0.0401	0.1500	0.0534	0.1500	0.0667
0.2000	0.0287	0.2000	0.0430	0.2000	0.0574	0.2000	0.0719
0.2500	0.0297	0.2500	0.0446	0.2500	0.0594	0.2500	0.0742
0.3000 « »	0.0300	0.3000 « »	0.0450	0.3000 « »	0.0600	0.3000 « »	0.0754
0.4000	0.0290	0.4000	0.0435	0.4000	0.0580	0.4000	0.0732
0.5000	0.0265	0.5000	0.0397	0.5000	0.0529	0.5000	0.0661
0.6000	0.0228	0.6000	0.0342	0.6000	0.0456	0.6000	0.0566
0.7000	0.0183	0.7000	0.0275	0.7000	0.0366	0.7000	0.0453
0.8000	0.0131	0.8000	0.0197	0.8000	0.0262	0.8000	0.0346
0.9000	0.0072	0.9000	0.0109	0.9000	0.0145	0.9000	0.0171
0.9500	0.0040	0.9500	0.0060	0.9500	0.0081	0.9500	0.0089
1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000

NACA 0006 et NACA 0009 : pour une dérive.

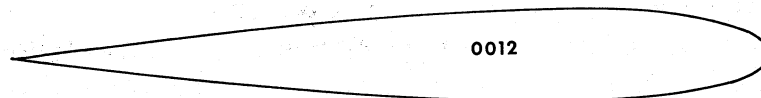
NACA 0012 et NACA 0015 : pour un safran, le 0015 est une limite extrême à utiliser avec une faible largeur.



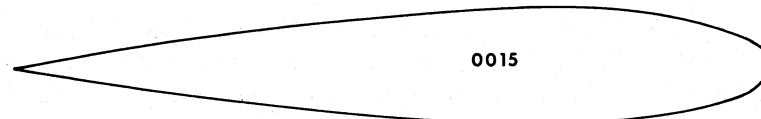
0006



0009



0012



0015

PROFILS POUR UNE DÉRIVE

PDF Compressor Free Version

En regard de la vitesse, choisir un profil offrant une grande finesse à un angle d'incidence faible, de 2 à 4 degrés pour des valeurs de 100 000 Re à 200 000 Re. Ajoutons à ce premier critère qu'une faible épaisseur réduit la surface frontale ; actuellement l'épaisseur des dérives est limitée à un minimum de 5 millimètres en raison de la résistance mécanique des matériaux de fabrication dont on dispose habituellement, principalement le carbone stratifié.

Le maximum de cap au près s'obtient avec la capacité d'un profil à produire une portance qui notons-le, augmente avec la vitesse. Dans le médium et la brise un profil relativement mince, de 6% à 8% et de 40% à 50% de la corde assurera le cap si la surface antidérive est suffisante.

Cependant aux faibles vitesses par petit temps, un profil relativement plus épais de 8% à 10%, et à 30% ou 35% de la corde développera une force suffisante pour tenir un bon cap sans pour autant trop augmenter la surface mouillée.

Le choix d'un profil de dérive devra donc se faire selon deux options dans la conception du bateau : pour le petit temps jusqu'à force 2 Beaufort, ou le médium et la brise au-delà de force 2.

La recherche d'un compromis tentera peut-être certains en adoptant différents profils sur la longueur de la dérive, par exemple :

- a) sous la carène une faible épaisseur maxi sera reculée à 50% de la corde,
- b) dans la partie médiane le profil sera porteur, relativement épais,
- c) dans la partie basse le profil sera mince à faible largeur.

On imagine d'ores et déjà le problème qui se posera à la fabrication pour le respect des formes, il sera évoqué dans un article consacré à la fabrication.

Vous trouverez dans les tableaux A des références de profils avec les coordonnées et le dessin des formes.

PROFIL POUR UN SAFRAN

On choisira sa capacité à rester efficace aux plus grands angles pour la manoeuvrabilité du bateau, et à un nombre faible de Reynolds inférieur à 100 000 Re, ce qui n'intéresse pas grand monde dans la recherche. Le safran aura un profil à épaisseur relative forte 10 % à 15 % dont le maximum sera avancé vers 25% à 35%, de façon à conserver le plus possible sa force de portance et son efficacité dans l'équilibre du voilier surtout au moment d'une manoeuvre de gouvernail.

En effet le safran placé à l'arrière travaille souvent à de grands angles d'incidence, on a intérêt dans cette situation à utiliser un profil épais pour retarder le décrochage, et de surcroît pouvoir loger la mèche. Toutefois l'épaisseur relative sera limitée à 15 % et le maximum d'épaisseur situé au plus à 35 % de la corde, ce qui équivaut à un profil très porteur. Le bord d'attaque sera relativement fort car c'est paraît-il par ce détail que l'on a un angle de décrochement plus important, dont l'effet est de conserver l'équilibre du bateau dans les virements, et en conséquence, obtenir des accélérations franches dans la relance.

Ce type de profil associé à un allongement modéré de la surface convient bien au safran pour lequel il ne paraît pas nécessaire d'envisager un changement de profil sur la longueur, mais plutôt d'étudier une forme de contour convenable.

Un certain nombre de références de profils convenant à un safran sont publiées dans les tableaux A.

TABLEAU A

NACA 631 012		NACA 66 006		NACA 66 009		NACA 643 018	
x	y	x	y	x	y	x	y
0.00000	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.00500	0.00985	-	-	-	-	0.0050	0.1428
0.00750	0.01194	-	-	-	-	0.0075	0.1720
0.01250	0.01519	0.0125	0.0069	0.0125	0.0103	0.0125	0.2177
0.02500	0.02102	0.0250	0.0092	0.0250	0.0137	0.0250	0.3005
0.05000	0.02925	0.0500	0.0126	0.0500	0.0188	0.0500	0.4186
0.07500	0.03542	0.0750	0.0152	0.0750	0.0228	0.0750	0.5076
0.10000	0.04039	0.1000	0.0175	0.1000	0.0263	0.1000	0.5803
0.15000	0.04799	0.1500	0.0212	0.1500	0.0318	0.1500	0.6913
0.19885	0.05342	0.2000	0.0240	0.2000	0.0360	0.2000	0.7782
0.25000	0.05712	0.2500	0.0262	0.2500	0.0383	0.2500	0.8391
0.30000	0.05930	0.3000	0.0278	0.3000	0.0417	0.3000	0.8789
0.35000 « »	0.06000	-	-	-	-	0.3500 « »	0.8979
0.40000	0.05920	0.4000	0.0297	0.4000	0.0446	0.4000	0.8952
0.45000	0.05704	-	-	-	-	0.4500	0.8630
0.50000	0.05370	0.5000 « »	0.0298	0.5000 « »	0.0447	0.5000	0.8114
0.55000	0.04935	-	-	-	-	0.5500	0.7415
0.60000	0.04420	0.6000	0.0281	0.6000	0.0420	0.6000	0.6858
0.65000	0.03840	-	-	-	-	0.6500	0.5782
0.70000	0.03210	0.7000	0.0232	0.7000	0.0343	0.7000	0.4813
0.75000	0.02556	-	-	-	-	0.7500	0.3866
0.80000	0.01902	0.8000	0.0154	0.8000	0.0226	0.8000	0.2858
0.85000	0.01274	-	-	-	-	0.8500	0.1951
0.90000	0.00707	0.9000	0.0066	0.9000	0.0096	0.9000	0.1101
0.95000	0.00250	0.9500	0.0026	0.9500	0.0039	0.9500	0.0400
1.00000	0.00000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000

NACA 631 012 : profil à inversion de courbure vers 75%, similaire à celui équipant les safrans de certains dériveurs 5.0.5 ou Flyng Dutchman.
 NACA 66 006 et NACA 66 009 : profils pour une dérive.
 NACA 643 018 : un modèle de forme pour le lest.

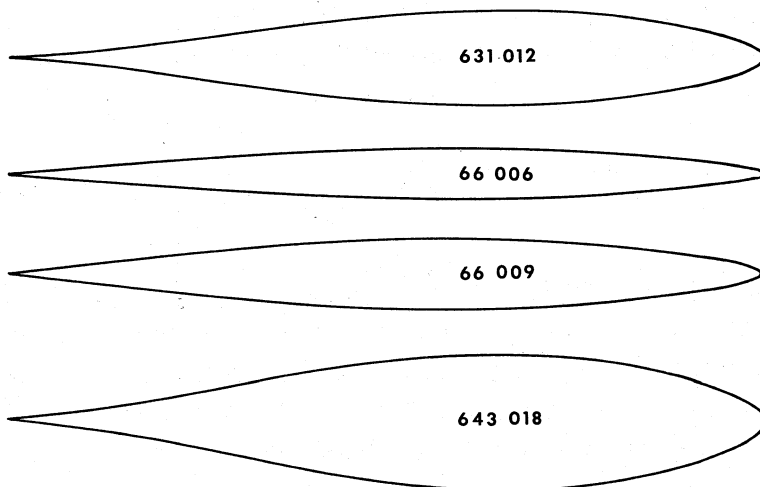


TABLEAU A

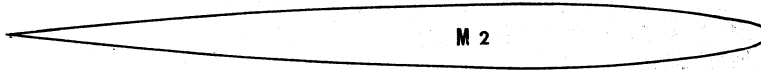
NACA M 2		NACA M 3		NACA 65-006		NACA 64 009	
x	y	x	y	x	y	x	y
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0125	0.0130	-	-	0.0125	0.0072	0.0125	0.0113
0.0250	0.0174	0.0250	0.0241	0.0250	0.0096	0.0250	0.0153
0.0500	0.0233	0.0500	0.0339	0.0500	0.0131	0.0500	0.0211
0.0750	0.0274	0.0750	0.0400	0.0750	0.0159	0.0750	0.0255
0.1000	0.0305	0.1000	0.0447	0.1000	0.0182	0.1000	0.0290
0.1500	0.0349	-	-	0.1500	0.0220	0.1500	0.0346
0.2000	0.0378	0.2000	0.0557	0.2000	0.0248	0.2000	0.0387
-	-	-	-	0.2500	0.0270	0.2500	0.0418
0.3000	« » 0.0403	0.3000	« » 0.0595	0.3000	0.0285	0.3000	0.0438
0.4000	0.0400	0.4000	0.0589	0.4000	« » 0.0300	0.4000	» » 0.0449
0.5000	0.0374	0.5000	0.0550	0.5000	0.0290	0.5000	0.0413
0.6000	0.0330	0.6000	0.0489	0.6000	0.0252	0.6000	0.0344
0.7000	0.0271	0.7000	0.0396	0.7000	0.0193	0.7000	0.0255
0.8000	0.0199	0.8000	0.0288	0.8000	0.0123	0.8000	0.0155
0.9000	0.0115	0.9000	0.0162	0.9000	0.0051	0.9000	0.0060
0.9500	0.0069	-	-	0.9500	0.0019	0.9500	0.0022
1.0000	0.0020	1.0000	0.0020	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000

NACA M 2 : pour une dérive.

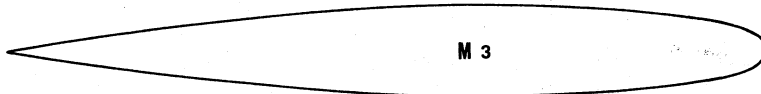
NACA M 3 : pour un safran.

NACA 65 006 : pour une dérive, inversion de courbure dès 75%.

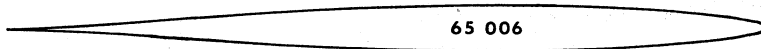
NACA 64 009 : pour une dérive inversion de courbure vers 75%.



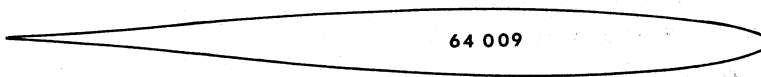
M 2



M 3



65 006



64 009

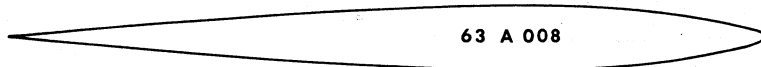
TABLEAU A

NACA 63 A 008		NACA 63 A 010		NACA 65 A 010		NACA 632 A 015	
x	y	x	y	x	y	x	y
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.00500	0.00658	0.00500	0.00816	-	-	0.0050	0.0120
0.00750	0.00791	0.00750	0.00983	-	-	0.0075	0.0144
0.01250	0.01030	0.01250	0.01250	0.0125	0.0118	0.0125	0.0184
0.02500	0.01391	0.02500	0.01737	0.0250	0.0162	0.0250	0.0257
0.05000	0.01930	0.05000	0.02412	0.0500	0.0218	0.0500	0.0361
0.07500	0.02232	0.07500	0.02917	0.0750	0.0265	0.0750	0.0438
0.10000	0.02656	0.10000	0.03324	0.1000	0.0304	0.1000	0.0499
0.15000	0.03155	0.15000	0.03950	0.1500	0.0366	0.1500	0.0594
0.19885	0.03515	0.19885	0.04400	0.2000	0.0413	0.2000	0.0661
0.25000	0.03776	0.25000	0.04714	0.2500	0.0448	0.2500	0.0709
0.30000	0.03926	0.30000	0.04913	0.3000	0.0474	0.3000	0.0738
0.35000	0.03995	0.35000	0.04995	-	-	0.3500	0.0749
0.40000	0.03978	0.40000	0.04968	0.4000	0.0500	0.4000	0.0743
0.45000	0.03878	0.45000	0.04837	-	-	0.4500	0.0721
0.50000	0.03705	0.50000	0.04613	0.5000	0.0486	0.5000	0.0685
0.55000	0.03468	0.55000	0.04311	-	-	0.5500	0.0638
0.60000	0.03176	0.60000	0.03943	0.6000	0.0430	0.6000	0.0582
0.65000	0.02837	0.65000	0.03517	-	-	0.6500	0.0517
0.70000	0.02457	0.70000	0.03044	0.7000	0.0343	0.7000	0.0446
0.75000	0.02055	0.75000	0.02545	-	-	0.7500	0.0373
0.80000	0.01647	0.80000	0.02040	0.8000	0.0235	0.8000	0.0299
0.85000	0.01240	0.85000	0.01535	-	-	0.8500	0.0225
0.90000	0.00833	0.90000	0.01030	0.9000	0.0119	0.9000	0.0151
0.95000	0.00425	0.95000	0.00525	0.9500	0.0060	0.9500	0.0077
1.00000	0.00018	1.00000	0.00021	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000

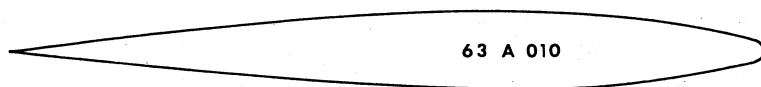
NACA 63 008 : pour une dérive.

NACA 63 A 010 et NACA 65 A 010 : pour une dérive ; ils se diffèrent par la courbure des lignes et la position de l'épaisseur maximum.

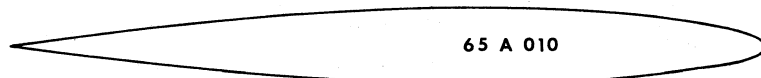
NACA 632 A 015 : un profil pour safran .



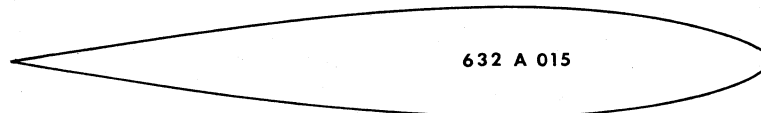
63 A 008



63 A 010



65 A 010

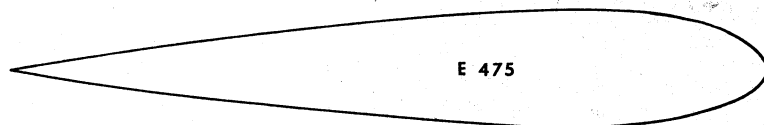
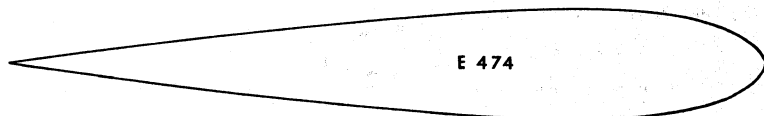
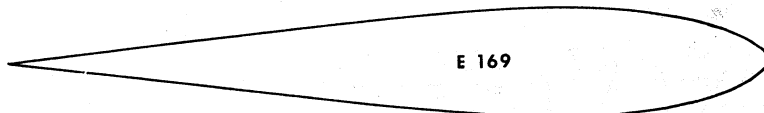
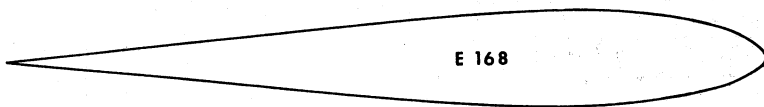


632 A 015

TABLEAU A

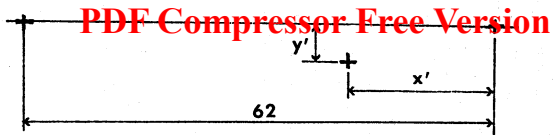
EPPLER E 474		EPPLER E 475		EPPLER E 168		EPPLER E 169	
x	y	x	y	x	y	x	y
0.0028	0.0095	0.0028	0.0099	0.0028	0.0073	0.0029	0.0082
0.0105	0.0199	0.0106	0.0207	0.0109	0.0155	0.0110	0.0173
0.0224	0.0305	0.0227	0.0316	0.0236	0.0238	0.0238	0.0265
0.0384	0.0405	0.0388	0.0421	0.0406	0.0318	0.0408	0.0356
0.0582	0.0496	0.0588	0.0516	0.0619	0.0394	0.0620	0.0442
0.0819	0.0573	0.0826	0.0599	0.0873	0.0462	0.0872	0.0521
0.1094	0.0635	0.1103	0.0665	0.1164	0.0521	0.1150	0.0589
0.1407	0.0678	0.1418	0.0713	0.1491	0.0567	0.1484	0.0645
0.1759	0.0700	0.1771	0.0740	0.1853	0.0599	0.1841	0.0686
0.2151	« » 0.0704	0.2165	« » 0.0750	0.2248	0.0617	0.2229	0.0711
0.2583	0.0695	0.2597	0.0746	0.2674	« » 0.0622	0.2645	« » 0.0720
0.3046	0.0676	0.3061	0.0731	0.3126	0.0613	0.3088	0.0712
0.3536	0.0649	0.3550	0.0709	0.3602	0.0592	0.3555	0.0689
0.4047	0.0615	0.4060	0.0679	0.4097	0.0560	0.4044	0.0651
0.4572	0.0577	0.4582	0.0643	0.4607	0.0520	0.4550	0.0603
0.5104	0.0534	0.5112	0.0602	0.5127	0.0473	0.5067	0.0547
0.5637	0.0489	0.5642	0.0558	0.5651	0.0421	0.5591	0.0486
0.6164	0.0443	0.6166	0.0511	0.6173	0.0367	0.6115	0.0423
0.6680	0.0395	0.6678	0.0462	0.6687	0.0313	0.6631	0.0359
0.7176	0.0347	0.7170	0.0412	0.7185	0.0261	0.7134	0.0298
0.7647	0.0299	0.7637	0.0360	0.7661	0.0213	0.7617	0.0241
0.8087	0.0252	0.8073	0.0308	0.8109	0.0169	0.8071	0.0190
0.8491	0.0205	0.8472	0.0254	0.8521	0.0130	0.8490	0.0146
0.8854	0.0157	0.8832	0.0196	0.8891	0.0098	0.8867	0.0108
0.9177	0.0110	0.9156	0.0137	0.9214	0.0070	0.9197	0.0077
0.9456	0.0070	0.9438	0.0085	0.9485	0.0047	0.9473	0.0051
0.9682	0.0037	0.9671	0.0044	0.9702	0.0027	0.9695	0.0029
0.9854	0.0014	0.9848	0.0017	0.9863	0.0011	0.9860	0.0011
0.9962	0.0002	0.9961	0.0003	0.9965	0.0002	0.9964	0.0002
1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000

Ces profils EPPLER, décrochent très tard et sont particulièrement tolérants.
Pour un safran.



DESSIN D'UN PROFIL DE SAFRAN

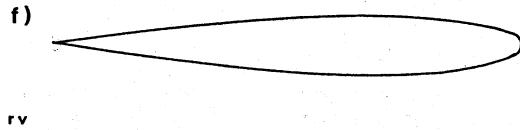
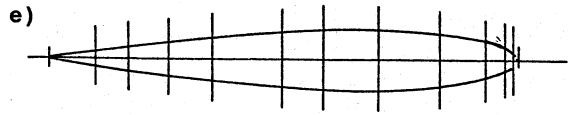
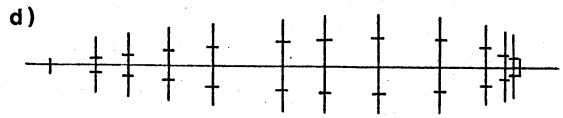
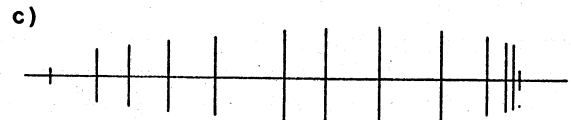
16



a) b)

TABLEAU B

NACA 0012 corde : 62 mm			
x	y	x'	y'
0.00000	0.00000	0,0	0,0
0.01093	0.01777	0,6	1,1
0.02447	0.02589	1,5	1,6
0.06699	0.04015	4,1	2,4
0.16543	0.05490	10,2	3,4
0.29663	0.06001	18,3	3,7
0.39604	0.05818	24,5	3,6
0.50000	0.05294	31,0	3,2
0.65451	0.04092	40,5	2,5
0.75000	0.03160	46,5	1,9
0.83457	0.02232	51,7	1,3
0.90451	0.01391	56,0	0,8
1.00000	0.00126	62,0	0,0
		bord de fuite	

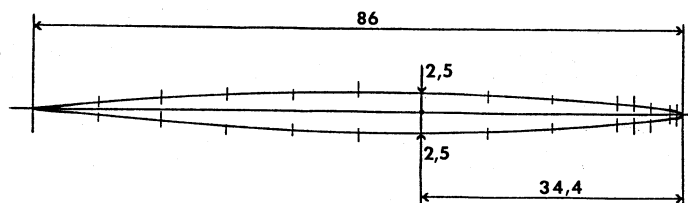


DESSIN D'UN PROFIL DE DÉRIVE

17

TABLEAU B

NACA 66 006 corde : 86mm			
x	y	x'	y'
0.0000	0.0000	0	0
0.0125	0.0069	1,0	0,6
0.0250	0.0092	1,7	0,8
0.0500	0.0126	4,3	1,0
0.0750	0.0152	6,4	1,3
0.1000	0.0175	8,6	1,5
0.2000	0.0240	17,2	2,0
0.3000	0.0278	25,8	2,4
0.4000	0.0297	34,4	2,5
0.5000	0.0298	43,0	2,5
0.6000	0.0281	51,6	2,4
0.7000	0.0232	60,2	2,0
0.8000	0.0154	68,8	1,3
0.9000	0.0066	77,4	0,5
1.0000	0.0000	86,0	0
		bord de fuite	



LE DESSIN DU PROFIL

Le profil représente la section de l'appendice. Il est très important de respecter avec le plus d'exactitude possible les mesures donnant la courbure du profil choisi.

Chaque profil a ses coordonnées précisées dans un tableau (tableau A) qui se présente sous la forme de deux colonnes de chiffres :

- *colonne x*, c'est la position de y sur la corde, la cotation 0.00000 est au bord d'attaque et la cotation 1.00000 est au bord de fuite,
- *colonne y*, c'est la demi-épaisseur en x ; sur un profil symétrique les mêmes cotations sont reportées de part et d'autre de la corde.

Les profils utilisés généralement sur nos voiliers radiocommandés sont de petites dimensions, le degré de précision n'exige pas d'utiliser toutes les valeurs de x , on se contentera donc d'en retenir dix à quinze des plus significatives, dont la position de l'épaisseur maximum et celles placées près du bord d'attaque.

Dans le tableau du dessin n° 16 prenons pour exemple le profil NACA 012 convenant à un safran de gouvernail : épaisseur 12% à 30% d'une corde de 62 millimètres :

- a) les cotations retenues x et y du tableau A sont reportées dans le tableau B,
- b) toutes les cotations x et y du tableau B sont multipliées par 62, on obtient ainsi les valeurs réelles x' et y' du profil pris en exemple ; les cotes sont prises en compte jusqu'au dixième de millimètre, extrême limite pour la précision du tracé.

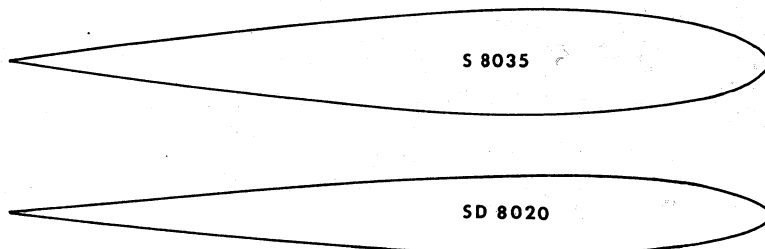
Exécution du dessin, crayon très affuté :

- c) sur une droite représentant l'axe du profil, délimiter les 62 mm de la corde, repérer les positions x' et tracer leurs perpendiculaires.
- d) sur les perpendiculaires pointer les épaisseurs y' de chaque côté de la corde,
- e) tracer les courbes du profil passant par les points y' ,
- f) tracer la courbe du bord d'attaque.

Dans le tableau B du dessin n° 17 nous avons les coordonnées choisies du profil NACA 66 006 de 6% d'épaisseur à 45% d'une corde de 86 millimètres.

TABLEAU A

SELIG S 8035		SELIG SD 8020	
x	y	x	y
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00288	0.00888	0.00276	0.00645
0.00613	0.01352	0.01065	0.01345
0.01620	0.02279	0.02318	0.02041
0.03071	0.03186	0.04024	0.02697
0.04964	0.04028	0.06179	0.03287
0.07283	0.04794	0.08774	0.03802
0.10018	0.05456	0.11789	0.04233
0.13150	0.06012	0.15203	0.04574
0.16655	0.06445	0.18987	0.04824
0.20504	0.06758	0.23106	0.04982
0.24668	0.06940	0.27523	0.05051
0.29111	0.07002	0.32196	0.05034
0.33792	0.06939	0.37077	0.04938
0.38669	0.06767	0.42116	0.04770
0.43694	0.06488	0.47261	0.04536
0.48818	0.06120	0.52456	0.04246
0.53988	0.05671	0.57647	0.03909
0.59152	0.05161	0.62777	0.03535
0.64253	0.04601	0.67789	0.03135
0.69236	0.04015	0.72627	0.02722
0.74042	0.03418	0.7737	0.02308
0.78613	0.02833	0.81560	0.01908
0.82890	0.02276	0.85538	0.01532
0.86817	0.01770	0.89118	0.01188
0.90320	0.01332	0.92247	0.00876
0.93335	0.00955	0.94885	0.00591
0.95817	0.00629	0.97017	0.00330
0.97745	0.00329	0.98625	0.00131
0.99135	0.00097	0.99646	0.00027
1.00000	0.00000	1.00000	0.00000



Les deux profils SELIG proposés ont une épaisseur maximum avancée vers 30%.

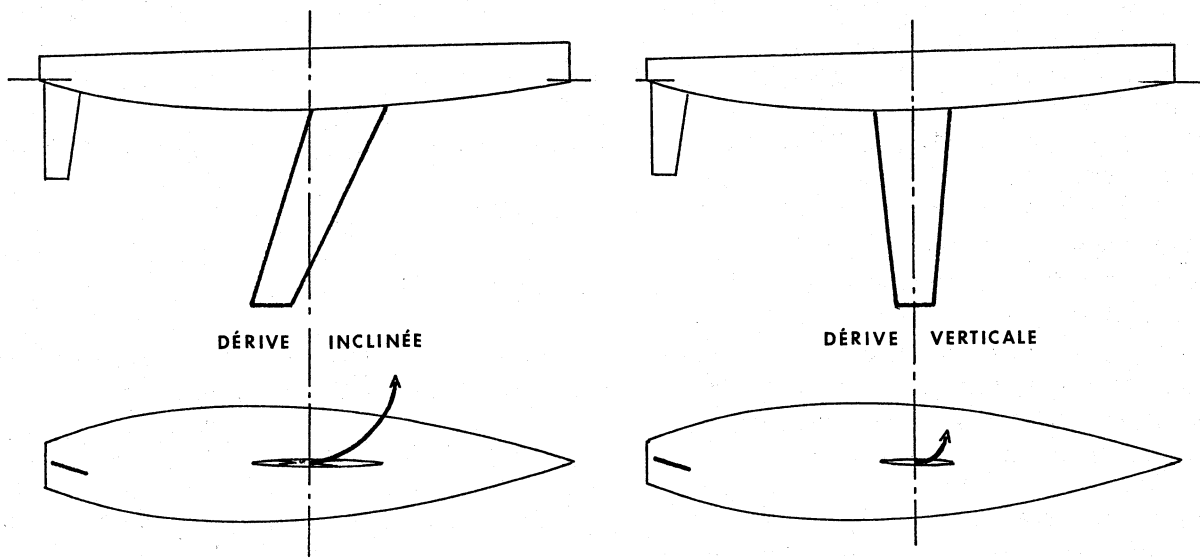
Le S 8035 pour un safran.

Le SD 8020 pour une dérive de petit temps.

RAYON DE VIREMENT DE BORD

PDF Compressor Free Version

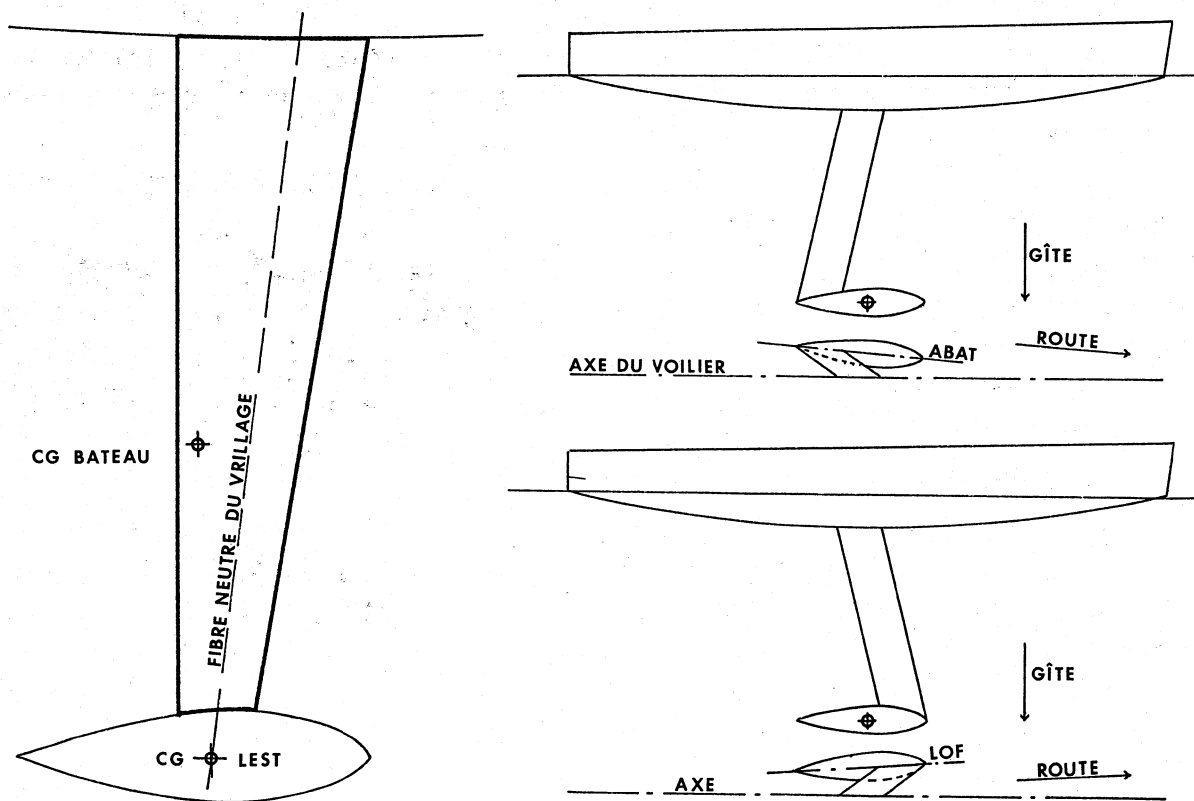
18 a



rv

POSITION DU LEST SUR LA DÉRIVE

18 b



rv

LE DESSIN DE CONTOUR DU PLAN DE DÉRIVE

La longueur du plan de dérive est une caractéristique importante puisqu'elle conditionne à la fois le moment stabilisant du bateau par le bras de levier qu'elle constitue, et l'allongement qui à partir du rapport de 6/1 améliore le coefficient de portance, valeur rarement dépassée en VRC. Les plans de dérive à bords étroits parallèles donnent les meilleurs rapport portance / traînée.

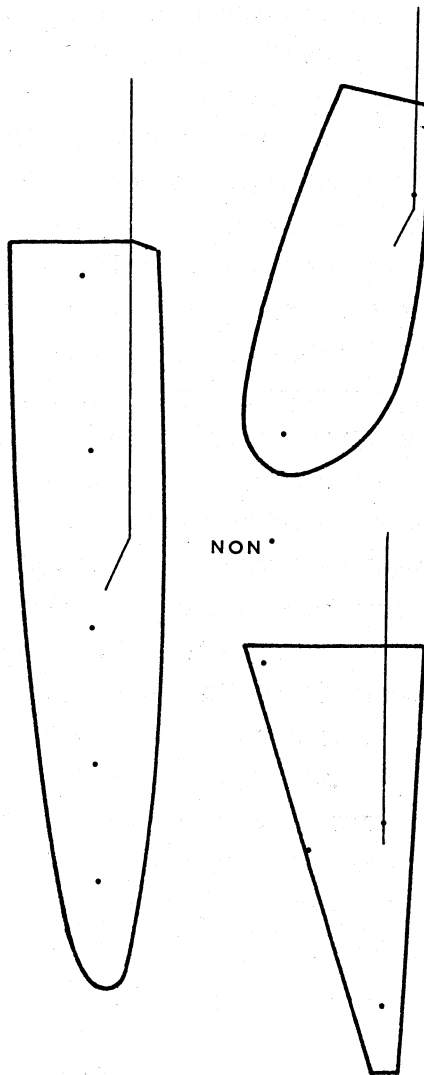
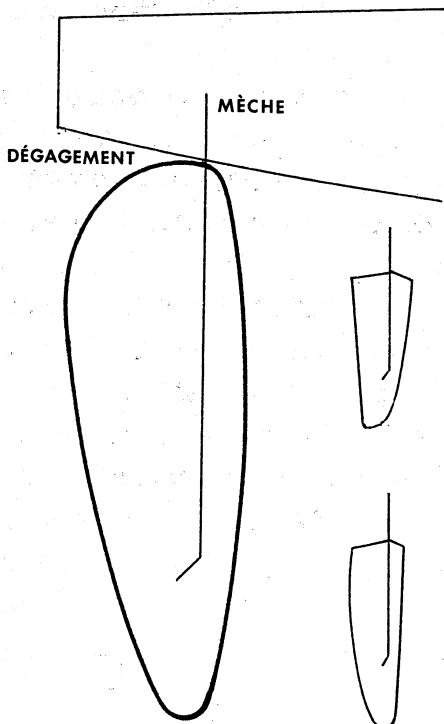
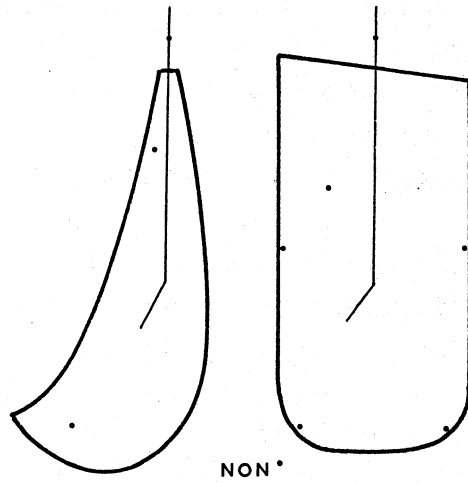
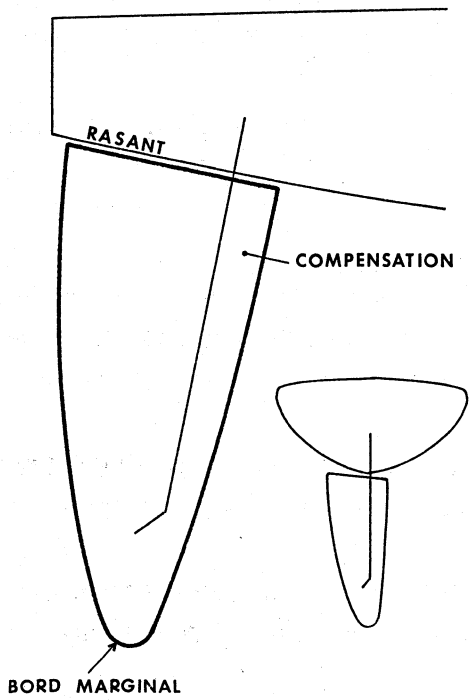
L'allongement a cependant ses limites sur un voilier radiocommandé pour différentes raisons :

- a) les règles de jauge selon la classe,
- b) la rigidité mécanique imposée par le lest,
- c) une surface antidérive répondant à l'option prise dans la conception générale, bateau de petit temps ou bateau de brise ; on augmentera sensiblement la surface dans le cas d'une carène plate et à l'inverse on la diminuera pour une carène profonde de façon à conserver une bonne surface antidérive,
- d) les lignes de contour du plan devant tenir compte du traitement du profil notamment en regard de l'épaisseur et de la résistance mécanique de l'ensemble,
- e) la perte de surface à la gîte dans les conditions de brise (dessin n° 9).
- f) l'inclinaison arrière de la dérive dans l'axe de symétrie verticale du bateau apporte un surcroît de portance pour des inclinaisons entre 20° et 40°, mais n'oublions pas :
 - que cela diminue la manœuvrabilité du bateau,
 - qu'il faut tenir compte de la position du lest pour ne pas soumettre la dérive à un effort de vrillage trop important (dessin n° 18), l'idéal étant de situer la fibre neutre de la dérive (celle qui ne travaille pas aux efforts de torsion, placée vers l'épaisseur maximum), au centre de gravité du lest ; quel que soit le sens de vrillage de la dérive, il y a là une tendance à ramener l'angle d'incidence vers zéro, d'où une perte de portance,
 - que la position du centre du plan de dérive conditionne en grande partie la position du centre antidérive du bateau (voir un prochain paragraphe sur la stabilité).

Les lignes de forme du plan se font souvent au grè du coup d'œil de l'architecte, c'est sa note personnelle. Il semble pourtant que l'on ait tendance à diminuer la largeur aux extrémités et à dessiner une ligne courbe sur le bord de fuite. Dans ce cas on remarque qu'une épaisseur régulière sur la longueur de la dérive entraîne une évolution des profils par la variation de l'épaisseur relative. Les coefficients de portance et de traînée varient, on a alors aux extrémités des profils plus porteurs.

Pour conserver l'intégralité d'un profil sur toute la longueur d'une dérive à largeur variable, il faut respecter les coordonnées du profil (tableau A), quelle que soit sa position sur la longueur ; dans ce cas on obtient une épaisseur réelle variable et une épaisseur relative constante.

PDF Compressor Free Version
PLAN DE SAFRAN 19



LE DESSIN DE CONTOUR DU PLAN DE SAFRAN

Le safran est comparable à une dérive, sauf sur deux points :

- il est amené à travailler à des angles d'incidence élevés,
- une extrémité, voire les deux bords marginaux sont libres, les écoulements des filets d'eau y sont normalement tourbillonnaires.

Les safrans des voiliers radiocommandés sont dit suspendus, ils ne comportent pas d'aïlleron sur leur avant. C'est dans le haut que sera placé un maximum de surface pour éviter de faire subir à la mèche un effort de flexion trop important. La mèche est placée en arrière du bord d'attaque, la surface située sur son avant, entre 15 % et 20 % de la surface totale, produit une compensation de l'effort à fournir par la commande qui devient plus sensible (dessin n° 19). Attention à ne pas trop compenser, car si le centre de poussée situé aux environs de 25% est en avant de la mèche, on verra dans une manœuvre de virement le bateau s'engager soudainement, c'est un véritable coup de frein qui est donné dans ce cas-là.

Le safran est un élément dont il faut tenir compte dans le plan antidérive d'un voilier radiocommandé. Sa position reculée lui permet même de pouvoir ajuster la position du centre antidérive qui joue un rôle fondamental dans l'équilibre de la marche au près. Car en modifiant plus ou moins sa surface latérale on déplace le centre antidérive du bateau au millimètre près, une action suffisante entre un réglage correct et le meilleur assurant la stabilité optimum.

L'allongement améliore le rendement mais diminue l'angle de décrochage, on doit donc rester prudent sur ce point dans le dessin du safran.

Dans certains documents consacrés à la voile grandeur, il est préconisé pour le haut du safran de lui faire raser la carène, de manière à bien canaliser les filets d'eau, ce qui implique une carène plate dans la zone de débattement. L'inertie d'un voilier grandeur, tel un quillard, justifie sans doute le safran rasant, mais la légèreté et la vivacité d'un voilier radiocommandé dont les formes arrière sont plutôt rondes, ne plaide pas en faveur d'un safran rasant, d'autant que les virements de bord sont de faible rayon autour d'une dérive verticale servant de pivot. La disposition rasante constitue alors un frein, l'arrière du bateau balayant la surface de l'eau dans son mouvement giratoire.

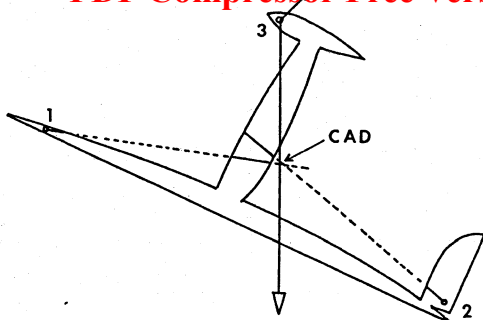
Le servo de commande de gouvernail a généralement un fort débattement de 40° à 45° de part et d'autre du point zéro, il est vrai que l'on va rarement si loin en agissant sur le manche de commande, cependant on facilite les virements très courts, fréquents en voile radiocommandée, en pratiquant un dégagement entre safran et carène (dessin n° 19), l'efficacité de la manœuvre en est accrue, l'eau s'échappant sous la carène.

Dans cette configuration les extrémités du safran sont libres et il s'y produit un tourbillon marginal créé par le passage de l'eau côté sous pression vers le côté basse pression (intrados vers extrados), il en résulte une tendance de traînée relativement importante. Il est démontré que cette traînée marginale est minimum quand les variations des pressions des écoulements sur la longueur du plan suivent une loi elliptique. Ce qui se traduit pour un profil donné à ce que les largeurs varient selon une forme elliptique ou demi-elliptique du plan.

CENTRE DU PLAN ANTI DÉRIVE

20

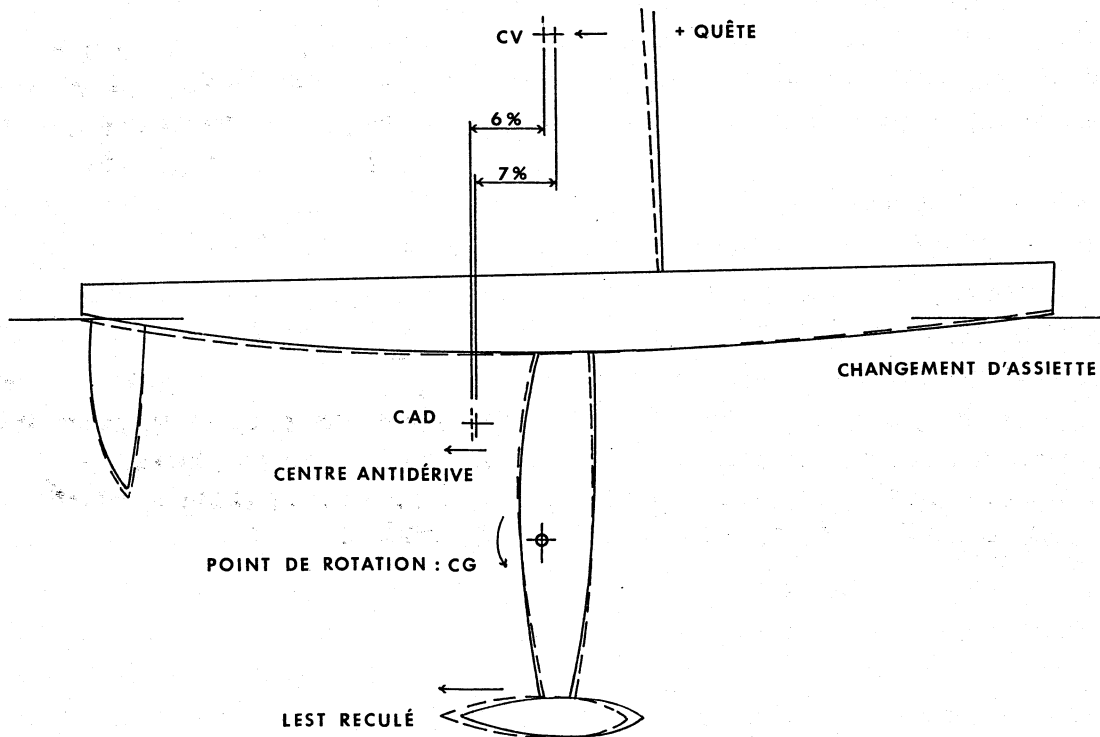
PDF Compressor Free Version



rv

RECHERCHE DU MEILLEUR ÉQUILIBRE PAR DÉPLACEMENT DU LEST

21



rv

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES MOYENNES DU PLAN ANTIDÉRIVE

22

rv

CLASSE	SURF. TOTALE dm ²	SURF. DÉRIVE dm ²	SURF. SAFRAN dm ²	RAPPORT DÉRIVE-SAFRAN	ALLONGEMENT		ÉCART CAD / CV	ÉCART DES CV EXTRÊMES
					DÉRIVE	SAFRAN		
M	9,9	3,6	1,5	2,4	5,6	3,6	6,2% L	2% L
1 MÈTRE	7,8	3,1	1,1	2,8	3,5	3,6	6,2% L	2% L

PLAN ANTIDÉRIVE ET STABILITÉ

Le rôle des appendices dans la stabilité est fondamental. L'analyse de leurs formes vers le meilleur rendement possible doit s'accompagner d'un équilibre entre la force vélique développée par la voilure et la force de réaction du plan antidérive. Les points d'application de ces forces sont les centres géométriques des surfaces.

En ce qui concerne le centre de voilure, se baser sur le gréement médium. Quant au plan antidérive d'un voilier radiocommandé il comprend le plan longitudinal vertical de toutes les parties immergées: la carène, la dérive, le lest, le safran.

La recherche de ces centres se fait géométriquement sur la planche à dessin ou avec un bon programme ordinateur, mais on utilise aussi d'une manière simpliste la solution par gravité (dessin n° 20) pour connaître la position de ces centres :

- découper la surface à échelle réduite, au 1/5^e par exemple, dans une feuille de carton genre bristol épais,
- suspendre le découpage ainsi qu'un fil à plomb successivement à trois extrémités,
- repérer les trois verticales du fil à plomb, le point de croisement est le centre.

Dans le cas d'un voilier radiocommandé le centre de voilure est normalement en arrière du mât et le centre antidérive en arrière de la dérive, dans le vide, on ne peut donc le situer que sur plan.

Les caractéristiques des appendices et du plan antidérive sont données par le tableau n° 22 pour un classe M et un classe 1 mètre. On y notera l'écart entre le centre de voilure CV (médium) et le centre antidérive CAD s'établissant entre 6 % et 7 % de la longueur de flottaison. C'est dans cette tolérance de 1 % (13 mm en classe M et 10 mm en classe 1 mètre) qu'il faut rechercher l'équilibre le meilleur en déplaçant les centres de certains éléments constituant les surfaces :

- a) le centre de voilure, en jouant sur la position du pied de mât ou en modifiant les surfaces de foc et de grand-voile,
- b) le safran, en modifiant sa largeur ou sa position sur le bateau,
- c) la dérive, en la décalant dans le puits,
- d) le lest, en le repositionnant à quelques millimètres près (dessin n° 21), l'assiette du bateau étant modifiée, l'écart entre CV et CAD augmente (lest vers l'avant le bateau a tendance à être plus mou) ou l'écart diminue (lest vers l'arrière le bateau devient plus ardent).

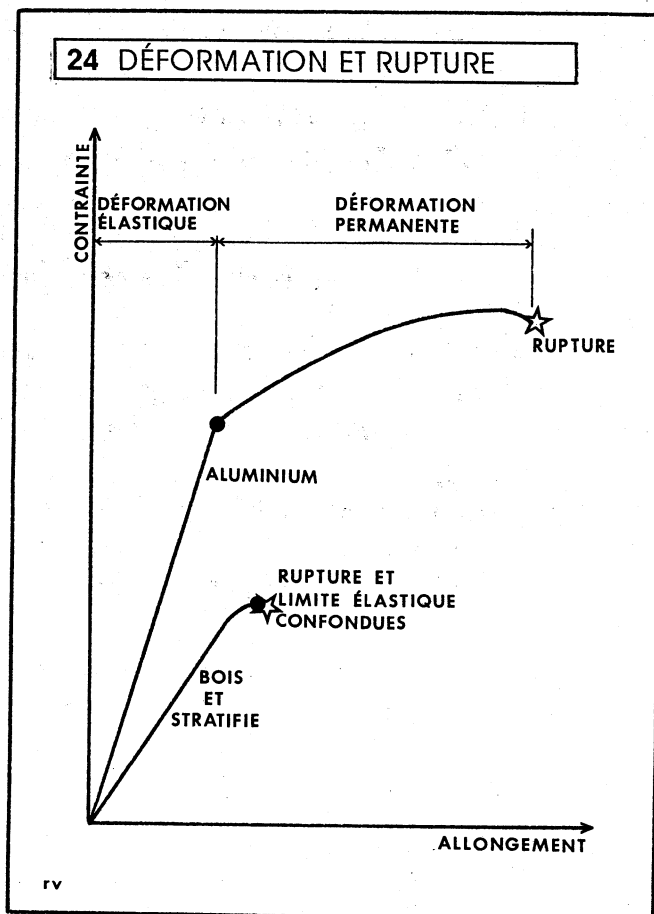
Dans tous les cas, il est bien entendu que la recherche du meilleur équilibre se fait en navigation, et de préférence par comparaison en compétition.

PDF Compressor Free Version

23 ÉLÉMENTS DE COMPARAISON DE LA RÉSISTANCE À LA FLEXION D'UNE POUTRE*			
MATÉRIAU	DENSITÉ	RÉSISTANCE À LA RUPTURE	RIGIDITÉ RELATIVE
Bois dur	0,55	5,5	1730
Stratifié carbone	1,4	12	*890
Aluminium	2,7	12	2630
Acier	7,8	24	2690

* La longueur et le poids de la poutre sont identiques.

* Le stratifié carbone est une seule peau, pleine.



PDF Compressor Free Version

TECHNIQUES DE RÉALISATION

Les différentes techniques de fabrication des dérives et safrans sont tributaires des matériaux employés et du savoir faire dans la mise en œuvre. Quoi qu'il en soit, l'objectif à atteindre est double et indissociable de la bonne marche du voilier.

Tout d'abord il s'agit de respecter les formes, celles de la section, c'est-à-dire le profil, et celles du plan de contour telles qu'elles ont été définies précédemment. Ensuite il faut obtenir la solidité et la rigidité indispensables, non seulement aux conditions de navigation, mais aussi aux manipulations de mise à l'eau par exemple, où la dérive subit des contraintes particulières par la présence du lest et il en est de même des chocs infligés au safran dans un accrochage entre bateau. Il ne faut donc rien négliger en ces domaines dans toute la mesure où fiabilité et disponibilité permanentes sont des points clés assurant la sécurité du voilier, à l'image du bon fonctionnement de la radiocommande. En matière constructive c'est sur ce double objectif que doivent se concentrer tous nos efforts.

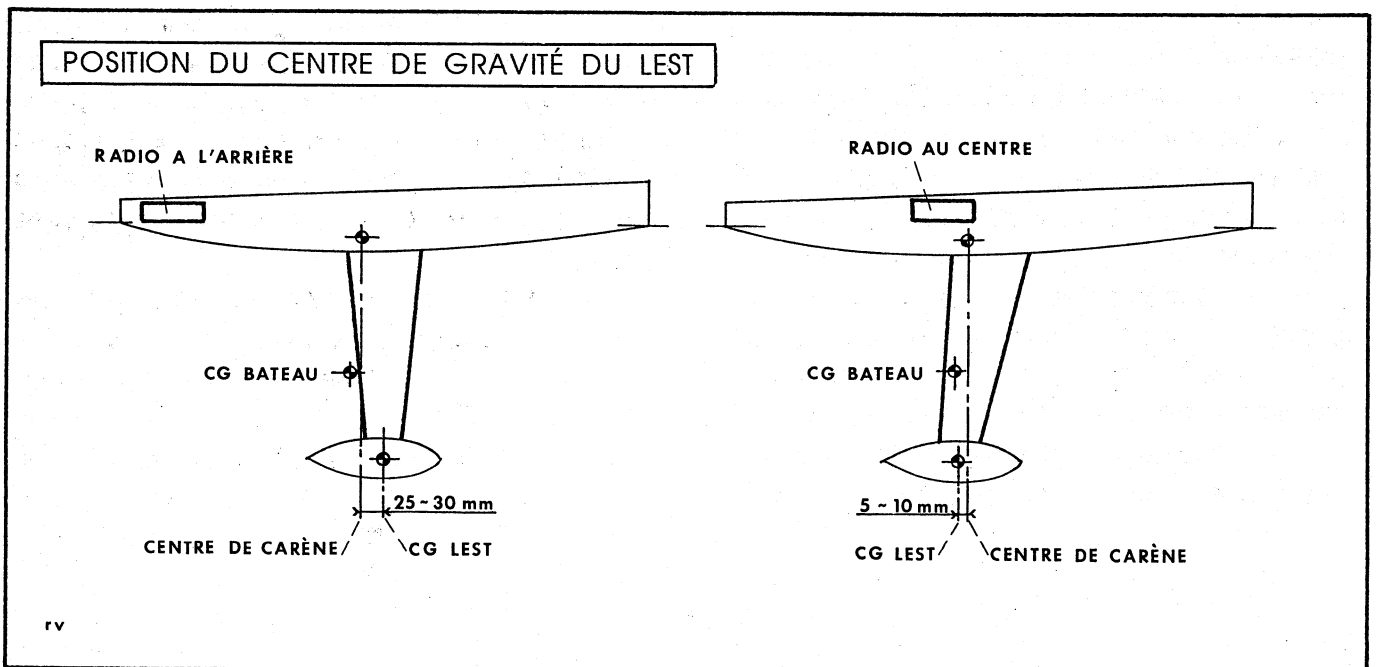
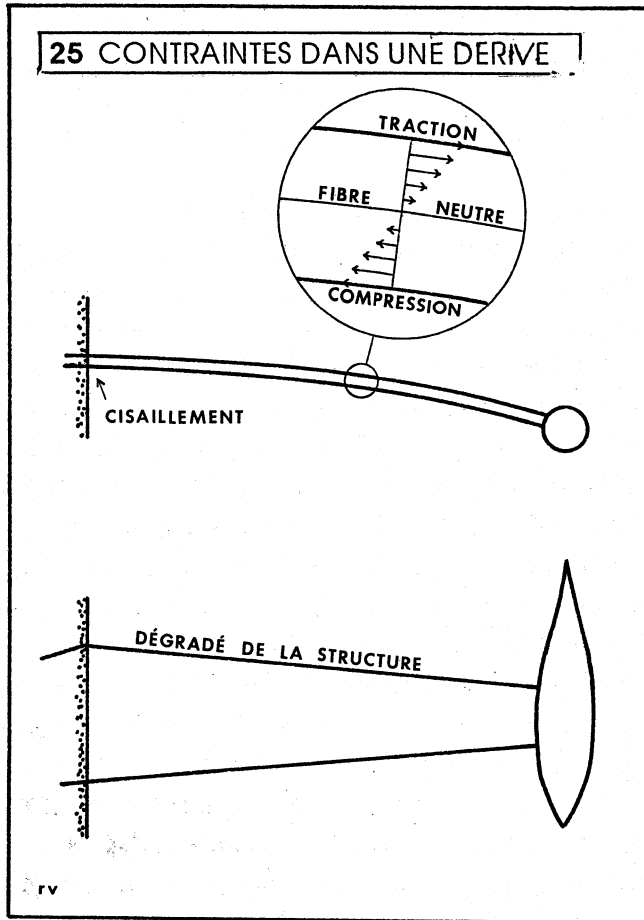
La dérive et le safran sont soumis à des phénomènes hydrodynamiques semblables, mais leur mode d'attache au bateau les différencie compte tenu du rôle de chacun, en conséquence de quoi l'étude de la réalisation du safran sera séparée de celle de la dérive.

Techniquement la fabrication vise à obtenir la solidité et la rigidité nécessaires, sans aller dans des excès, notamment dans celui du poids. Eh oui, la chasse aux grammes nous obnubile toujours. Mais ces deux notions dépendent essentiellement de la résistance des matériaux, ce n'est pas une mince affaire, et va bien au-delà de ce qu'un modéliste recherche. Cependant pour être efficace, sans pour autant se lancer dans des formulations mathématiques parfaitement valables, il est bon d'avoir l'information nécessaire et admettre tout simplement les éléments de comparaison entre les matériaux, vis-à-vis de leurs caractéristiques, et face aux forces auxquelles ils doivent réagir (tableau n° 23).

La solidité c'est la résistance du matériau à la rupture, la limite à laquelle il se brise. La rigidité est liée à l'élasticité, le matériau s'allonge et revient à sa position originelle jusqu'à sa limite élastique, s'il est contraint au-delà de cette limite il se déforme, il y a alors déformation permanente et dommage pour la structure (schéma n° 24).

Une personne à l'humour bien pensant, évoquant les caractéristiques des matériaux précisait que : " La solidité n'est pas la même chose que la rigidité... Un biscuit est rigide, mais pas solide. L'acier est solide et rigide. Le nylon est solide, mais pas rigide. Quant à la gelée de groseille, elle n'est ni l'un ni l'autre ! ".

Il faudra donc être attentif aux caractéristiques des matériaux et à leur mise en œuvre dans la structure d'une dérive ou d'un safran.



PDF Compressor Free Version

LA DÉRIVE

ELLE EST SOUMISE A DES CONTRAINTES

Le travail que l'on demande à une dérive est de participer au maintien du cap en s'opposant à toute déviation du bateau non sollicitée par la gouverne. La résultante de la force de portance qu'elle développe et de la traînée qu'elle engendre joue ce rôle, elle se manifeste sur la partie avant du profil, en arrière du bord d'attaque.

Cependant c'est le poids du lest qui applique une dure contrainte en extrémité pour constituer le principal des forces de stabilisation, ce qui impose une structure bien pensée.

Mécaniquement, la constitution d'une dérive s'apparente à une poutre, travaillant transversalement en flexion dès que le bateau gîte. Elle a comme point d'appui le fond de carène et comme point de fixation le pont. En navigation le voilier atteint des gîtes à 45° et c'est jusqu'à cette limite que nous considérerons devoir obtenir un maximum de rigidité, la solidité devant se manifester jusqu'à 90°, c'est-à-dire jusqu'à l'horizontale.

Toute structure dont on veut voir conserver son intégrité doit être en mesure de produire des forces de réaction égales aux plus grandes forces extérieures qui peuvent lui être appliquées, c'est une affaire de conception. Il s'agit aussi dans tous les procédés de fabrication d'être attentif à l'effet «miroir» de façon à ce que la matière répartie sur les deux côtés du plan de symétrie soit de même structure et qu'elle réagisse de manière identique aux contraintes, que le bateau gîte à tribord ou à bâbord.

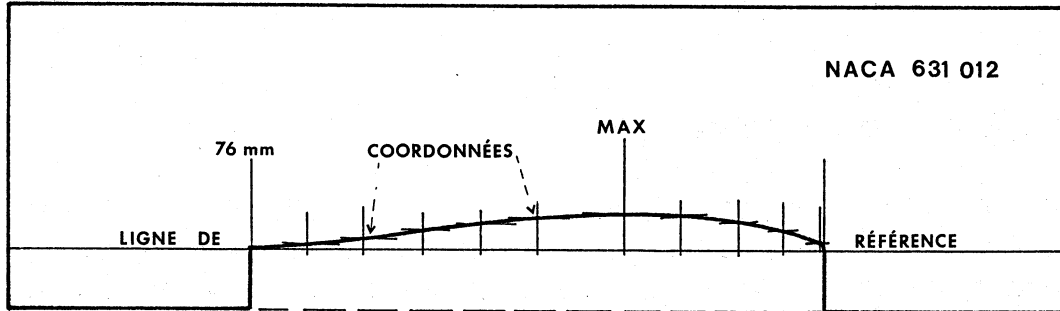
Concrètement, inclinée à 45° la dérive réagit en se déformant, à 90° il en est de même, sa structure doit alors lui permettre de résister aux contraintes imposées. En considérant le pire des cas, dérive à l'horizontale, on peut constater une contrainte de traction sur la face supérieure où la matière est étirée et une compression sur la face inférieure, ces déformations s'amenuisant à mesure qu'on se rapproche du centre pour n'avoir aucune déformation sur l'axe longitudinal ; on nomme cet endroit fibre neutre, parce qu'elle n'est pas sollicitée (dessin n° 25).

A l'encastrement dans la carène la dérive poutre est soumise à un cisaillement dû à un effort tranchant. L'accroissement des charges le long de la structure va de l'extrémité côté lest pour être maximum à l'encastrement. La construction devra donc se faire en dégradé depuis l'encastrement, où elle sera la plus résistante, jusqu'au lest où la structure sera moins robuste pour répondre aux exigences de la résistance des matériaux (dessin n° 25). Une dérive de forme trapézoïdale répond à ces principes, faute de quoi on risque, soit de voir la structure se briser à proximité de son point d'encastrement là où elle est le plus sollicitée, soit de l'alourdir inutilement.

Si nous n'avons pas encore parlé de l'effort de torsion, c'est qu'avec un voilier bien conçu, cette contrainte là n'existe pas ou peu. Ce sujet a été évoqué dans un précédent chapitre traitant de la conception des VRC, vous y trouverez la solution. Mieux vaut prévenir que guérir et avoir un lest bien positionné à l'extrémité de la dérive, condition sine qua non pour éliminer le risque de torsion ; restent cependant les vibrations possibles en eau agitée, alors ne négligeons pas cette contrainte éventuelle dans la construction.

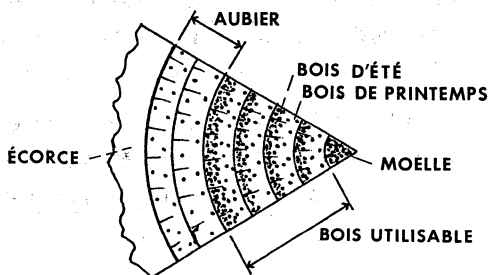
PDF Compressor Free Version

26 TRACÉ D'UN GABARIT DE PROFIL



rv

28 COUPE DE BOIS



rv

29

COMPARAISONS DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES
DES BOIS UTILISÉS EN CONSTRUCTION NAVALE

ESSENCE	DENSITÉ	RÉSISTANCE À LA RUTURE	RIGIDITÉ RELATIVE
Acacia	0,85 à 0,95	7	?
Chêne	0,60 à 0,80	4	1150
Teck	0,65 à 0,75	5,5	1300
Iroko	0,65 à 0,75	5,5	1050
Sipo	0,55 à 0,65	6	1150
Acajou Gd Bassam	0,50 à 0,55	5,5	950
Pin d'Orégon	0,50 à 0,55	4,5	1150
Spruce	0,40 à 0,45	4	1000
Red Cédar	?	3,5	1000

EN PRÉALABLE, CONFECTIONNER LES GABARITS DES PROFILS

Avant d'entreprendre les fabrications de la dérive et du safran, il est nécessaire de découper des gabarits aux formes des profils choisis.

Sur une plaque d'aluminium de 0,5 mm ou 1 mm d'épaisseur, tracer finement à l'aide d'une pointe sèche les coordonnées et la courbure des 1/2 profils. Bien délimiter les extrémités et repérer la position de l'épaisseur maximum (dessin n° 26).

Dégrossir la forme et terminer à la lime «de Genève» pour un travail précis.

FABRIQUER UNE DÉRIVE EN BOIS MASSIF

Débiter une dérive dans une planchette de bois est une solution aisée, les formes sont dégrossies dans un premier temps, puis approchées et terminées par les opérations de finition avec une précision convenable. Le travail du bois autorise d'envisager les profils à courbure concave sur le bord de fuite tels que les NACA 64 009, 65 006 ou 631 012, mais attention au peu d'épaisseur sur l'arrière.

La fabrication commence par le découpage de la forme du plan qui est découpée et réduite aux épaisseurs des profils. Ces épaisseurs maximales sont ensuite repérées sur la longueur de la dérive et les bords de fuite et d'attaque sont profilés selon les gabarits.

Le choix du bois a une grande importance en regard de ses propriétés mécaniques et de sa sensibilité à l'humidité. Il doit être sec et rigoureusement dans le droit fil, sans nœud ni aubier (dessin n° 28).

L'essentiel de ses propriétés mécaniques est disponible dans le sens du fil, et elles ne sont généralement que le dixième perpendiculairement. Certains bois sont isotropes, c'est-à-dire que leurs propriétés sont identiques dans tous les sens, cas du chêne, du teck et de l'iroko, mais qui en contrepartie se fendent facilement.

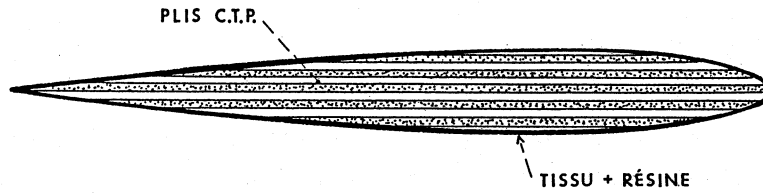
Le tableau n° 29 donne les références de la plupart des essences de bois dont on se sert en construction navale. Le critère de solidité retenu est la résistance à la compression, presque toujours inférieure à la résistance à la traction ; une estimation de la résistance à la flexion est également mentionnée.

Le bois est d'une grande instabilité dimensionnelle parce qu'il est sensible aux variations d'humidité, il gonfle, se déforme, se contracte. C'est son principal défaut auquel il faut remédier. Une dérive en bois doit être protégée, ce qui ralentit les échanges d'humidité avec l'extérieur. Le système de peinture employé se doit d'être cohérent, tous les éléments étant compatibles entre eux et provenant d'une même marque : sous couche pénétrante d'accrochage, sous couche, enduit de bouchage, sous couche, peinture de finition. Le tout chaque fois poncé de plus en plus finement, les sous couches et enduits à sec et la peinture finale au papier abrasif 1200 à l'eau. Rappelons que les meilleures conditions de mise en œuvre de la peinture de finition se font à des températures comprises entre 18° et 22°C.

L'entretien dans le temps d'une dérive en bois est un impératif permanent, la dégradation de l'état de surface, fissures, creux et bosses, doit être reprise sans tarder.

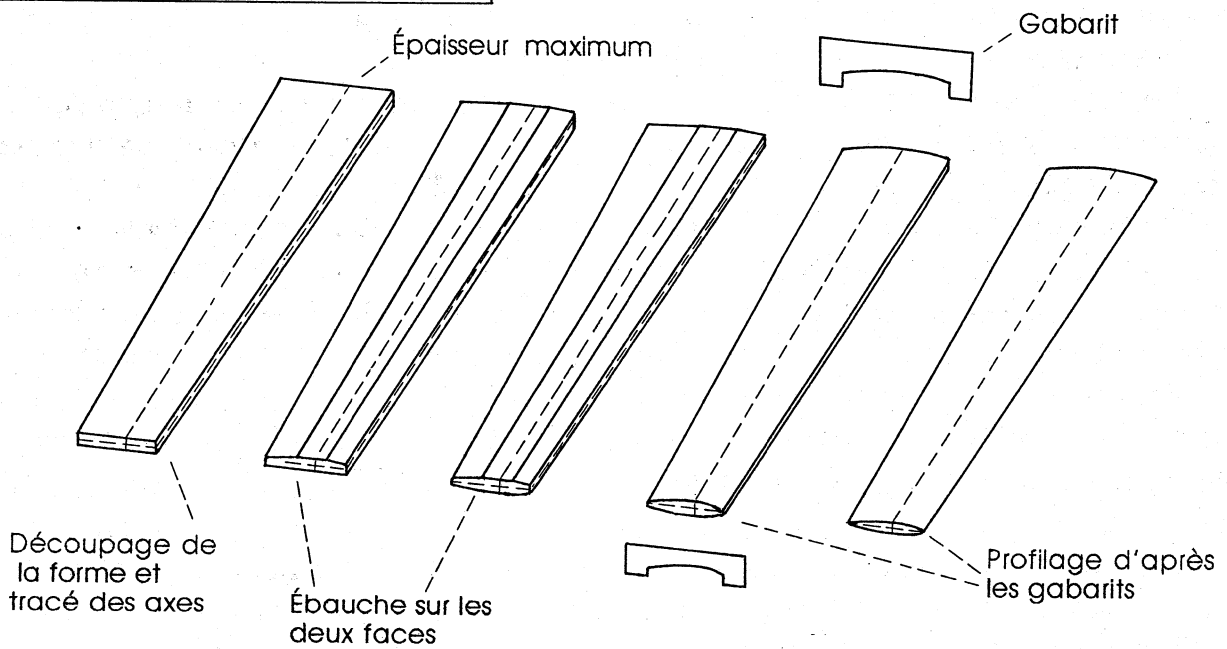
PDF Compressor Free Version

30 DÉRIVE CONTREPLAQUÉ



rv

30b PROFILAGE D'UN APPENDICE



rv

CONSTRUIRE UNE DÉRIVE EN CONTREPLAQUÉ

Le contreplaqué, abréviation CTP, se présente sous la forme de panneaux de bois d'okoumé de préférence, dont le fil est croisé à 90°, les différentes couches étant assemblées à chaud et sous pression avec une colle. Le CTP destiné aux usages maritimes est, en France, normalisé par le label CTBX qui garantit seulement que la colle est à base de phénol.

La structure du panneau, le nombre de plis, leur épaisseur et la qualité du bois sont les critères à retenir en matière de choix. Il apparaît que les panneaux à grand nombre de plis ont des propriétés nettement supérieures dans le sens du fil des plis extérieurs. Ce sont ces plis extérieurs qui résistent aux plus fortes contraintes de traction et de compression, ils doivent donc être plus épais, ce n'est pas toujours le cas. La forme donnée par le profil entame et diminue considérablement ces deux plis. On se rend compte qu'une dérive en CTP aura une faiblesse par le manque de peau de surface, il est important de la prévoir capable de résister aux contraintes imposées (dessin n° 30).

La solution : une couche de tissu de verre 150 à 200 g/m² ou mieux de carbone et un peu de résine époxy. Il existe une résine SICOMIN SR 5 000 à fort pouvoir mouillant des fibres du bois, excellent liant des tissus sur toutes les essences ; adhésive elle s'utilise pour les collages et chargée de microsphères convient pour les joints congés (genre KARMAN).

Cette stratification apporte en supplément une étanchéité dont le CTP a besoin et une simplification de l'entretien. Les travaux de finition comporteront ponçages, enduits, sous couches et peinture. Les peintures en bombe pour auto sont particulièrement bien adaptées par leur dureté et leur fini, elles supportent les ponçages extra fins à l'eau et les pâtes à polir.

UNE DÉRIVE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM, RARE EN VRC

L'aluminium métal à l'état pur se prête mal à la construction d'une dérive. Quelques métaux non ferreux s'y allient bien en petites quantités et améliorent ses caractéristiques mécaniques. De nombreux alliages d'aluminium sont obtenus par une alchimie complexe selon leur utilisation en tôles ou en profilés.

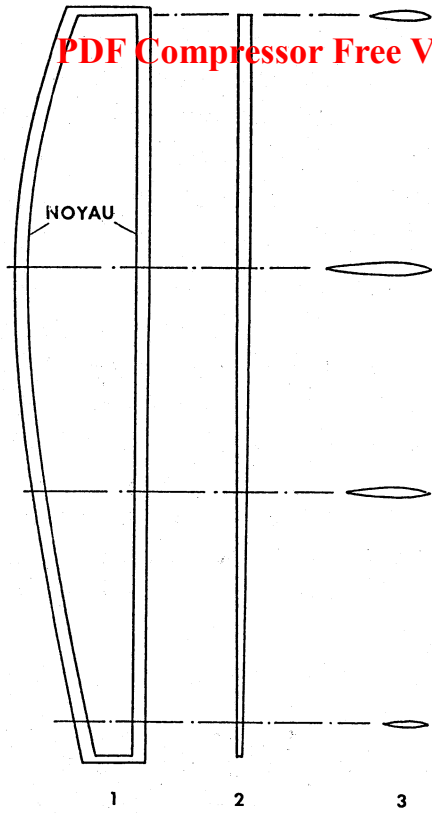
Se sont les tôles obtenues par laminage qui nous intéressent. L'alliage que l'on utilise en construction navale, l'AG4MC contient de l'aluminium évidemment, 3 à 4% de magnésium et du manganèse, du chrome, du fer à très faibles doses. Dans l'AZ5GU appelé communément duralumin, qui est un alliage à hautes propriétés mécaniques, on y trouve les métaux déjà cités, plus 2% de cuivre et 5 à 7% de zinc qui le rendent impropre à l'usage marin, trop sensible à la corrosion. En modélisme pour une dérive, le problème est mineur car le séjour dans l'eau est relativement court et une protection éventuelle par peinture limitera les dégradations.

L'usinage à la main demande pas mal d'énergie, il faut compter quatre fois deux heures à la lime spéciale aluminium pour une dérive de classe M de 5 millimètres d'épaisseur, qui sur la balance affichera un poids de 500 grammes. L'ajustage des formes convexes est précis et les deux critères solidité/rigidité ne pose pas de difficultés jusqu'à cette faible épaisseur. Hormis un usinage sur machine outil, les profils à courbure concave sont manuellement impossibles à réaliser. En tout état de cause le poids n'est pas favorable, car s'il est bien situé sous la flottaison, c'est dans le lest que l'on admet un supplément, pas ailleurs.

Le placage d'une feuille d'aluminium, pas forcément d'alliage, sur un noyau est une construction moins pesante. Le noyau en matériau plus léger est solidaire du placage par collage ; s'il est suffisamment consistant, il est utilisé comme matrice, la feuille d'alu est alors formée par pliage sur le bord d'attaque nécessairement rectiligne. Prendre la précaution de biseauter les deux faces au bord de fuite et intérieurement avant de procéder au collage.

27 NOYAU DE DÉRIVE SANDWICH

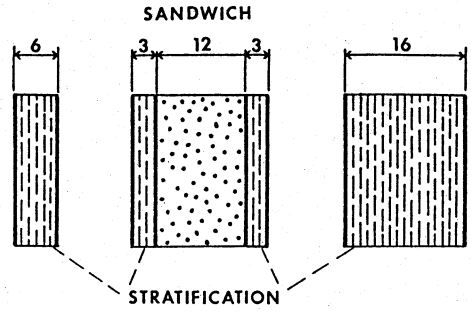
PDF Compressor Free Version



1 CONTOUR 2 ÉPAISSEUR 3 PROFIL

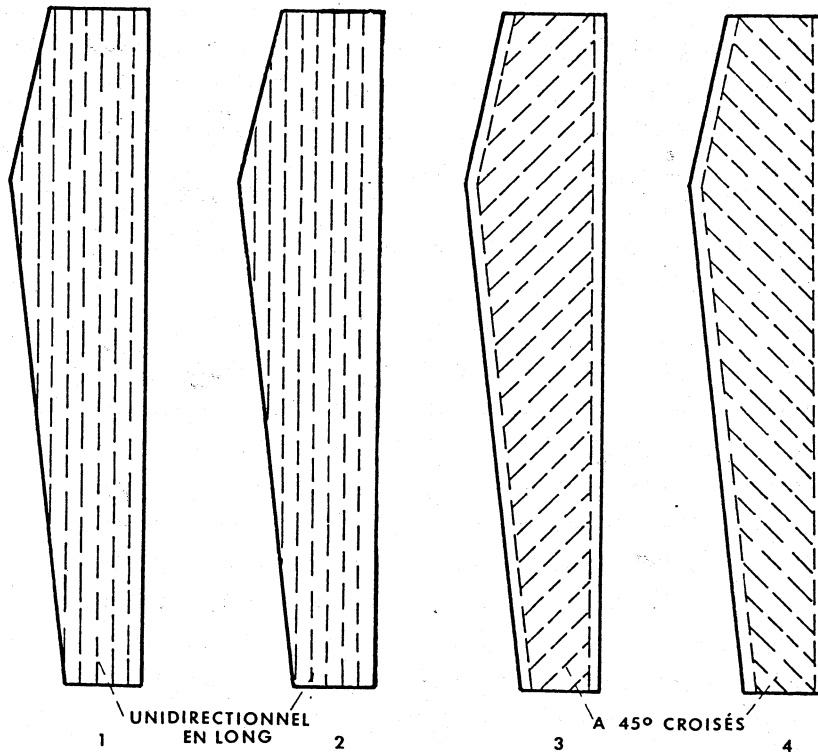
rv

31 COMPARAISON STRATIFIÉ/SANDWICH



rv

32 DÉRIVE STRATIFIÉE. SENS DES TISSUS SUR UNE FACE



1 UNIDIRECTIONNEL EN LONG 2 UNIDIRECTIONNEL EN LONG 3 A 45° CROISÉS 4 A 45° CROISÉS

GRAMMAGE
TOTAL PAR FACE
700 g / m²
MINIMUM

rv

LA DÉRIVE PRÉFÉRÉE DES MODÉLISTES EST EN STRATIFIÉ

En se référant à la résistance des matériaux, la meilleure solution du point de vue de la rigidité est la construction «en sandwich». Il s'agit de placer une peau de stratifié de faible densité de chaque côté d'un noyau en balsa (densité 0,15) ou polystyrène (densité 0,05), le but est de créer une poutre raide, solide et légère.

Des tests effectués entre trois stratifications sont significatifs (dessin n° 31) :

- un stratifié massif de 6 mm d'épaisseur,
- un sandwich composé d'un noyau de matière légère de 12 mm et de deux peaux de 3 mm,
- un stratifié massif de 16 mm.

Ces tests ont montré que le sandwich est 19 fois plus raide et 6 fois plus solide que le stratifié de 6 mm de même poids ; le stratifié de 16 mm a les mêmes performances en raideur que le sandwich mais son poids est 2,7 fois plus lourd.

La construction sandwich généralement adoptée en VRC classe M est faite de fibres de carbone, de résine époxy et de balsa ou polystyrène, ce qui assure rigidité et solidité à condition de rester raisonnable sur la légèreté. Pour 600 mm de longueur, un poids convenable va de 160 g à 180 g qui se répartit en 70 g à 80 g de tissus et autant de résine, plus 20 g de noyau. L'entretien est nul et la durée dans le temps sans limite.

UN NOYAU DANS LE SANDWICH

Tiré d'une planchette balsa dur, les formes du noyau ne peuvent être qu'amincies de l'épaisseur de la peau du stratifié, ce qui entraîne une diminution de largeur et d'épaisseur. On a donc une vue très différente de ce que sera la dérive en définitive. L'épaisseur de peau est aux environs de 0,7 mm selon les tissus de renfort et la quantité de résine d'imprégnation.

Même dimensionnement pour un noyau en polystyrène, dur de préférence, découpé au fil chaud, poids 5 grammes. L'écart de poids avec le balsa diminue à l'imprégnation car le polystyrène absorbe plus que le balsa.

Difficile à réaliser, mais augmentant les caractéristiques mécaniques de la dérive finie, c'est le balsa «debout» où la fibre est en travers et non plus en long. Le rôle du noyau n'est plus seulement de remplissage. A noter une augmentation de poids par absorption plus importante de résine.

Certains modélistes ont supprimé le noyau, soit qu'ils n'en ont pas introduit entre les peaux, soit que la dérive étant terminée le noyau de polystyrène est «volatilisé» avec de l'acétone qui le ronge complètement. Il apparaît toutefois que l'absence de noyau fragilise la dérive pour un gain de poids minime.

A noter que la jauge classe 1 mètre interdit les dérives creuses.

LES COMPOSANTS DU STRATIFIÉ : RENFORTS TISSUS ET RÉSINE

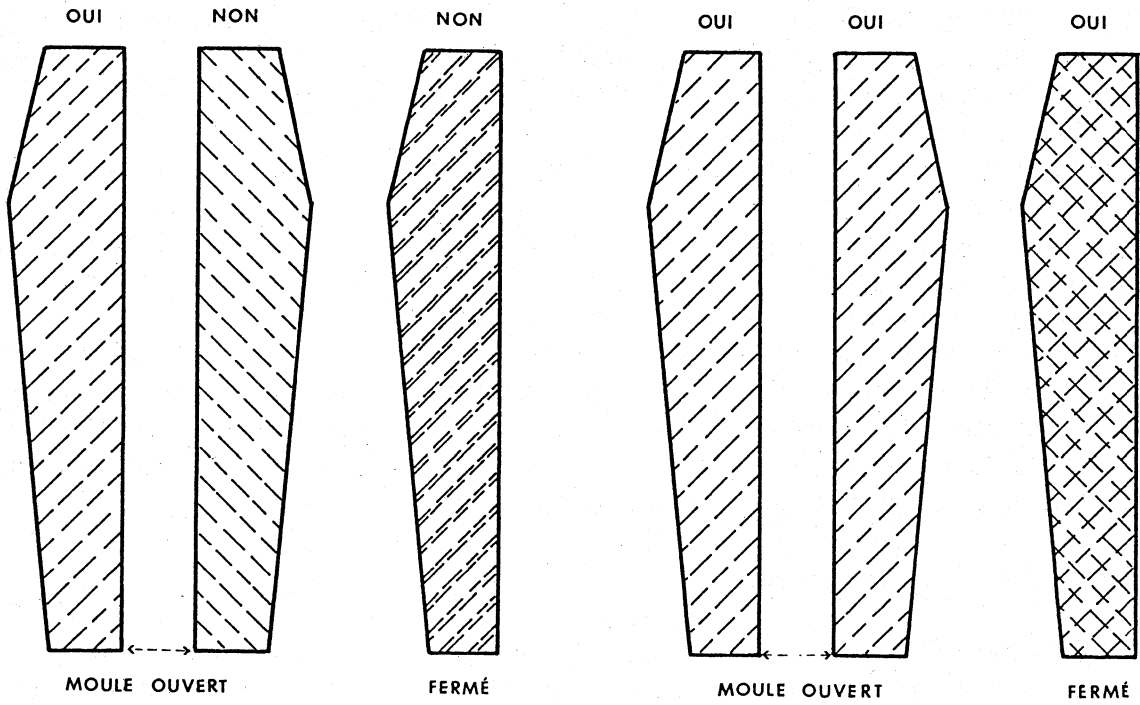
La stratification consiste à superposer plusieurs couches de tissus de renfort en les imprégnant de résine. Les qualités mécaniques de la fibre de carbone sont actuellement celles qui conviennent le mieux, et c'est une résine époxy qui y sera associée, la résine polyester n'ayant pas les qualités nécessaires.

Le grammage total de tissu carbone pour une face atteindra au moins 700 g/m². Les couches extérieures seront en unidirectionnel disposé dans la longueur de la dérive et représentant la moitié du grammage. L'autre moitié étant disposée en fibres croisées à 45° (ni à 60°, ni à 30°) (dessin n° 32). Cette structure est à réaliser sur les deux faces.

Attention pour ceux qui voudraient ajouter une couche en long et faire l'économie d'une couche croisée par face, les disposer correctement pour qu'elles soient croisées. Leur rôle est de s'opposer aux efforts de torsion toujours plus ou moins possibles avec le lest. Si sur les deux faces les couches se retrouvent inclinées dans le même sens, le vrillage de la dérive est inévitable (dessin n° 33). Recommandation pour deux couches croisées sur chaque face.

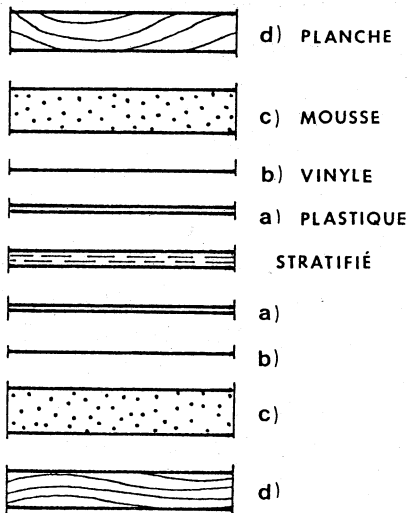
33 STRATIFICATION, UNE SEULE COUCHE À 45° PAR FACE

PDF Compressor Free Version



rv

34 MISE SOUS PRESSE



rv

LA PROCÉDURE DE FABRICATION SOUS PRESSE

Le procédé le plus employé par les modélistes VRC est le système de mise sous presse du stratifié sandwich, réalisable avec des courbures concaves de profil, mais ce système manque de précision quant au respect des formes qui dépendent pour l'essentiel du noyau.

La dérive stratifiée est placée pendant la polymérisation entre deux mâchoires matelas dont les dimensions débordent de 10 centimètres le pourtour et comprenant (schéma n° 34) :

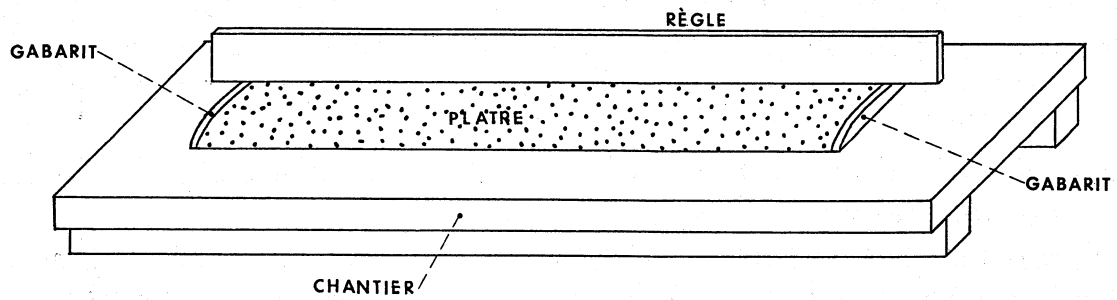
- a) deux feuilles de plastique transparent 1 mm, coupées à la forme du plan de dérive et centrées par des pointes fines à chaque angle, elles donnent l'état de surface,
- b) deux nappes vinyl de 0,7 mm formant un écran de protection des surplus de résine vers la mousse ,
- c) deux matelas de mousse relativement dure de 20 mm d'épaisseur qui épouseront la forme de la dérive et transmettront la pression de serrage,
- d) deux planches de bois épaisses de 22 mm formant des mâchoires, serrées à l'aide de boulons ou de serre-joints de façon à appliquer et maintenir la pression pendant toute la durée de la polymérisation jusqu'au démoulage.

Le processus de stratification de la dérive se fera comme suit :

- 1) Travailler dans un local ventilé dont les conditions ambiantes vont de 18° à 22° C avec une hygrométrie inférieure à 65%.
- 2) La veille préparer et disposer tous les éléments du système sous presse, les tissus de renfort coupés prêts à poser, tous les moyens nécessaires à la préparation du mélange résine/durcisseur et à l'imprégnation, pinceaux, gants, lunettes, produits de nettoyage, etc...
- 3) Maintenir les conditions ambiantes du local jusqu'au lendemain jour de la stratification.
- 4) Le travail se fait en alternance sur les deux côtés.
- 5) Traiter au démoulant les feuilles de plastique transparent, les lustrer et renouveler l'opération plusieurs fois.
- 6) Sur un côté de la feuille plastique, résiner et laisser polymériser.
- 7) Dès que la résine ne « pègue » plus, qu'elle n'accroche plus au passage du doigt, résiner à nouveau et poser de suite la première couche de tissu, imprégner et débuller.
- 8) Pour toutes les autres couches de tissu procéder de la même façon, résiner, poser le tissu, imprégner et débuller ; les couches sont disposées selon le dessin n°32.
- 9) Bien mouiller les bords de résine.
- 10) Placer le noyau d'un côté et l'autre côté sur le noyau en centrant les feuilles plastiques.
- 11) Placer la dérive dans le système de presse dessin n°34.
- 12) Mettre en pression progressivement pour laisser le temps de migrer au surplus de résine.
- 13) Après polymérisation complète et démoulage, procéder à l'ébarbage, figoler les bords d'attaque et de fuite par ponçage extra fin jusqu'au 1200 à l'eau.

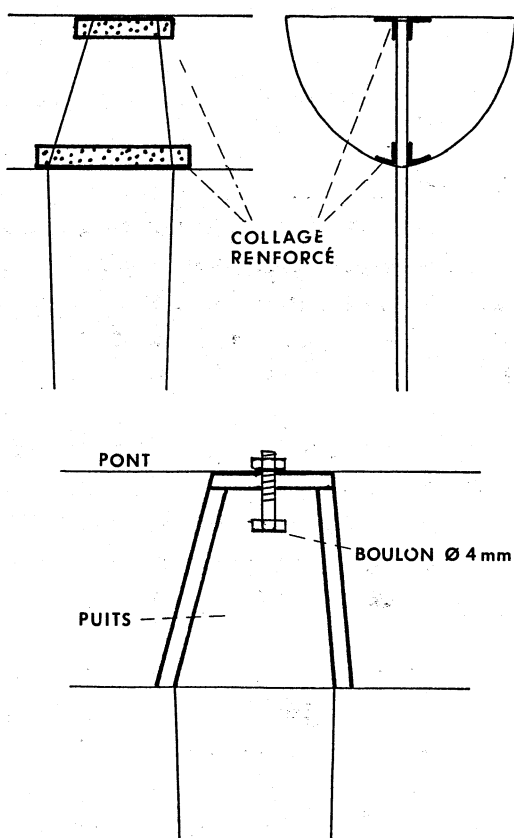
PDF Compressor Free Version

35 FORME PLÂTRE POUR UN MOULE



rv

36 FIXATION DE LA DÉRIVE



rv

LA FIDÉLITÉ DES FORMES D'UNE DÉRIVE MOULÉE

La procédure par moulage a été détaillée à propos des techniques pour une coque moulée. Dans les grandes lignes la technique reste la même en trois volets : la forme, le moule, le moulage.

En prévision d'un moule, la forme de la dérive qui servira au moulage est faite selon divers matériaux : bois massif, contreplaqué ou métal permettant la reproduction exacte des profils. Avec un plan de dérive rectangulaire ou trapézoïdale, il est possible pour la forme d'utiliser du plâtre à modeler entre deux demi-profils servant d'appuis à une règle de nivellement. Utiliser un chantier plan et renforcé (dessin n° 35).

Quel que soit le matériau et le mode opératoire, la qualité de finition de la forme doit être irréprochable. Le moule en fibre de verre et résine polyester sera exécuté lorsque le plâtre sera sec et traité comme le bois dans les opérations de finition.

Un moule très épais et très rigide assurera la rectitude du moulage de la dérive et à cette intention, des barres métalliques peuvent être noyées dans le plan de joint. Obtenir cette rectitude est aussi indispensable que la symétrie. Le moule est fait en deux parties, plan de joint dans le plan de symétrie de la dérive. Un système de centrage et de serrage est prévu sur le plan de joint. Une ouverture est disposée à l'extrémité supérieure du moule pour évacuer les surplus éventuels de résine, le moule fermé étant placé verticalement le temps de la polymérisation.

La pose des tissus et du noyau se fait dans les mêmes conditions et dans le même processus qu'énoncé précédemment pour la mise sous presse. Bien mouiller les bords de résine avant de fermer le moule, de façon à assurer une bonne liaison entre les deux faces. La fermeture du moule se fait progressivement. Après démoulage, un ébarbage est nécessaire, figoler le bord d'attaque et le bord de fuite.

CHOIX DE LA FIXATION DE LA DÉRIVE SUR LA COQUE

Deux solutions possibles pour fixer la dérive sur la coque :

- 1) - Prévoir un puits de dérive.
- 2) - La coller dans la coque. Disposition non autorisée par la jauge classe 1 mètre.

La première solution donne quelques avantages, la plus évidente est le démontage facilitant le transport, mais aussi la possibilité de pouvoir déplacer la dérive longitudinalement dans la recherche d'un meilleur équilibre du bateau. Ce système a besoin d'un ajustage parfait lorsqu'il est en position. La fixation est généralement faite par un boulon de \varnothing 4 mm dont la tête est noyée dans la dérive et la partie fileté débouchant sur le pont y est maintenue par un écrou (dessin n° 36).

Attention, les règles de jauge interdisent le déplacement en compétition, la dérive ne doit avoir qu'une seule position possible sur le bateau, compte tenu de l'influence d'une telle modification en navigation.

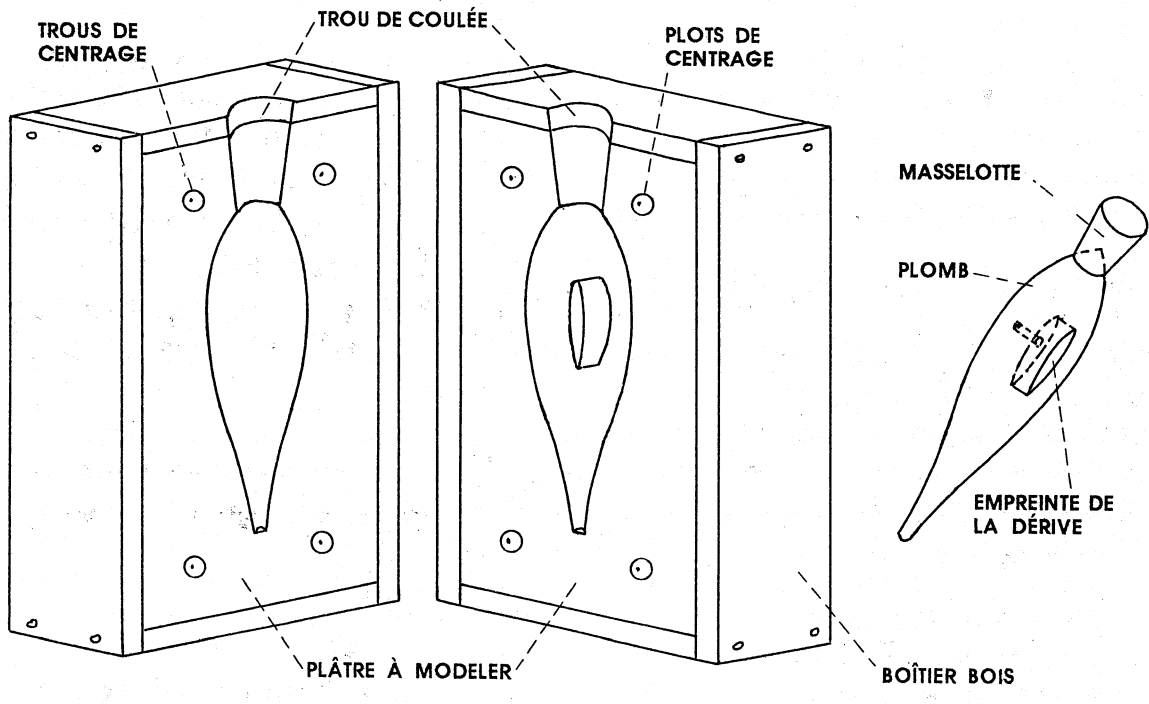
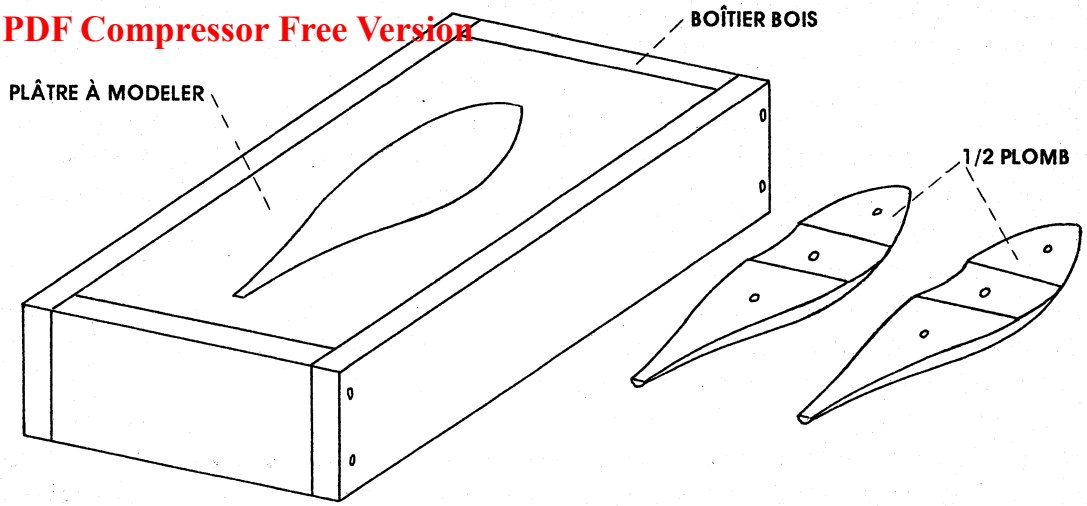
La deuxième solution a pour avantage un gain de poids de 20 à 30 grammes et l'assurance d'une position immuable. Il s'agit là d'une solution définitive (dessin n° 36), il faut être sûr du bon emplacement.

Une dérive collée est normalement engagée par le dessous de la coque pour sa mise en place, on a donc intérêt à prévoir un dessin trapézoïdal de la partie encastrée, le passage dans le fond de coque est à la forme du profil de dérive à cet endroit. Les parties recevant les renforts de collage sont poncées pour faire disparaître la cire de démoulage éventuelle. Les collages sont d'abord fait sans renforts de façon à bien s'assurer de la position dans l'axe de symétrie du bateau, de la position longitudinale et de celle du lest. Les bandes de tissu de renfort sont ensuite collées à l'époxy dans les angles sur 15 à 20 mm. Pour éviter les coulures, de l'adhésif est placé à l'extérieur de la coque de chaque côté de la dérive.

Un décollement ultérieur pour le déplacement d'une dérive est très très problématique, mieux vaut ne pas l'envisager.

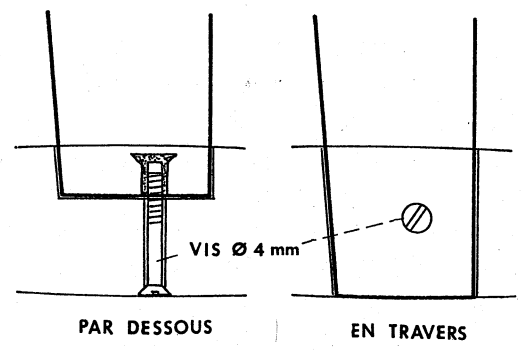
40 MOULES POUR UN LEST

PDF Compressor Free Version



rv

37 LA FIXATION DU LEST



rv

LE LEST

MOULAGE ET FIXATION DU LEST

On s'interroge toujours sur le poids du lest à adopter, il est tributaire du devis de poids du bateau et du volume immergé possible (voir les chapitres "Dessin des voiliers" et "Réglages des voiliers").

Dans sa forme la plus aérodynamique, le lest a une section circulaire et un rapport longueur/diamètre égal à 4,5 approchant le dessin du profil NACA 643 018, pour un \varnothing 55 mm et un longueur de 230 mm le poids fini est aux environs de 3,400 Kg. Un lest de forme trapue augmente le diamètre et par là même sa résistance à l'avancement ; un lest fin et long diminue la résistance à l'avancement mais augmente la sensibilité au tangage.

Le plomb est le matériau employé dans la fabrication du lest, la solution la plus facile de moulage consiste à couler deux 1/2 plombs dans un 1/2 moule en plâtre à modeler (temps de séchage du moule : 2 semaines par temps sec). Les plombs ont leur face plane dressée et l'emplacement de la dérive dégagé à la râpe, d'où une perte de poids de 150 à 250 grammes. Prévoir des vis d'assemblage pour faire la finition extérieure et la fixation sur la dérive, ensuite après finition procéder au collage des deux 1/2 plombs au sintofer.

La coulée d'un lest entier dans deux 1/2 moules fermés se fait verticalement en prenant soin d'avoir une "masselotte" suffisante sur l'avant du lest pour le dégagement des gaz et le retrait du plomb au refroidissement. Une forme métallique de l'empreinte de la dérive dans le lest peut être incluse dans l'un des 1/2 moules.

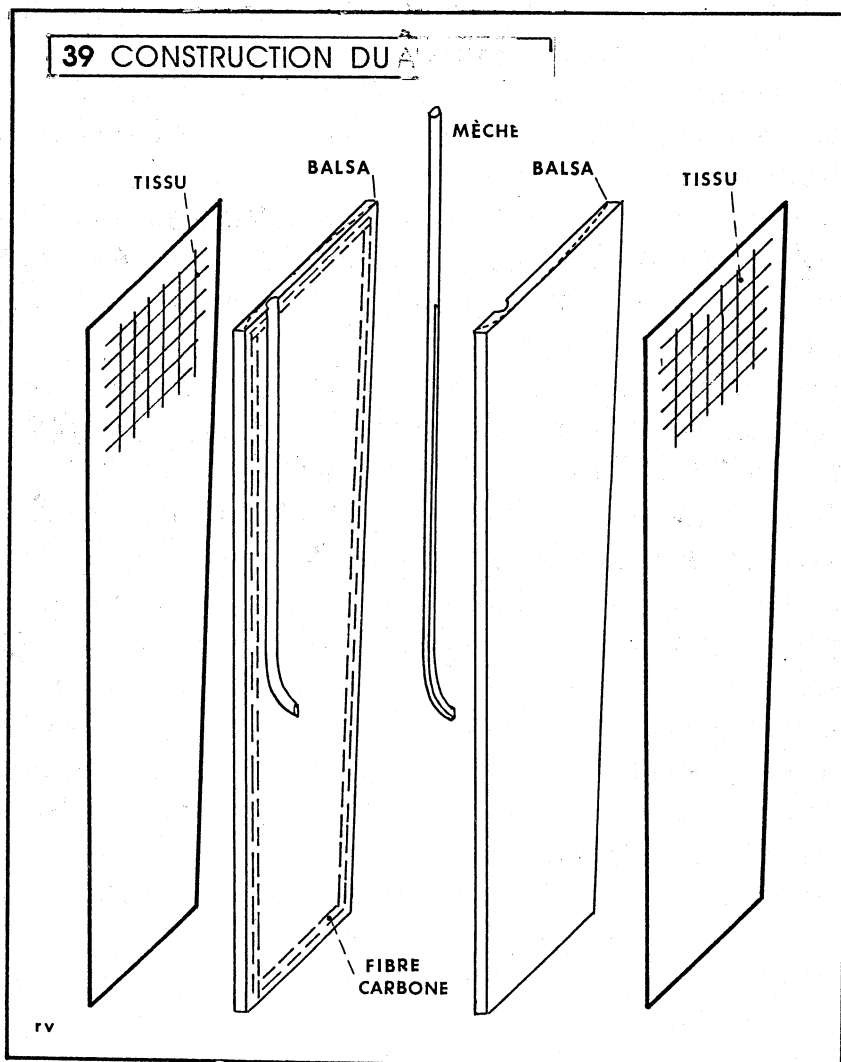
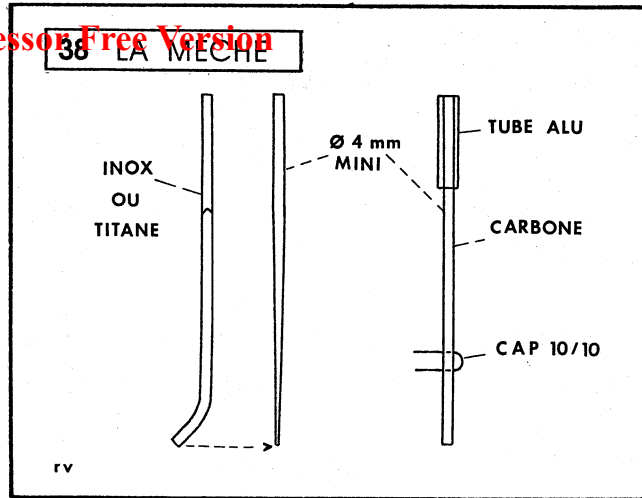
Avec une dérive démontable dans un puits, le lest peut être fixé définitivement. Ce n'est pas le cas pour une dérive collée car le poids du lest impose dans le transport et les manipulations des contraintes inutiles dommageables aux collages.

Un lest démontable est fixé selon deux méthodes (dessin n° 37) :

1) - Par en dessous au moyen d'une vis à métaux de \varnothing 4 mm se vissant dans un insert taraudé (pour assemblage de meubles) noyée dans le bas de la dérive ; la dérive s'engageant de 15 à 20 mm dans le lest. Veiller à ce que l'insert noyé dans la dérive appuie bien sur la peau extérieure d'un sandwich. Une dérive en alliage d'aluminium est taraudée directement. Pour ajuster le raccord lest/dérive, recouvrir le bas de la dérive avec de l'adhésif d'emballage. Fixer le lest et colmater l'interstice entre lest et dérive avec du sintofer ; après durcissement démonter le lest, décoller l'adhésif et poncer le colmatage.

2) - Par une vis à métaux \varnothing 4 mm positionnée en travers du lest et de la dérive ; on a intérêt dans ce montage à ce que la dérive traverse complètement le lest.

PDF Compressor Free Version



LES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION

Deux critères sont retenus dans la fabrication du safran :

- 1) - Le respect des formes, on a vu par ailleurs son influence sur le réglage du bateau.
- 2) - La solidité et la rigidité de la mèche, le safran restant toujours dans l'alignement de la dérive.

Sur ce deuxième point le diamètre minimum de la mèche est de 4 mm en acier inox ou en titane. La différence entre ces deux métaux est sensible sur le poids, le titane de densité 4,5 est 1,7 fois plus léger que l'acier inox de densité 7,8. Pour une longue mèche inox de 250 mm pesant 22 g, la même en titane pèse 13 g pour une rigidité et une solidité équivalentes. A ce diamètre une mèche reste sensible au choc et peut se déformer dans un accrochage entre bateaux ou dans un choc de manipulation.

Les mèches en carbone de \varnothing 4 mm pesant 4 g pour 250 mm sont très fragiles et des précautions sont à prendre :

- a) - Eviter les chocs de toute nature.
- b) - Avoir un ou deux safrans de rechange ; en compétition le remplacement à l'identique est autorisé après avis du Comité de course.
- c) - La section de la mèche n'étant pas ronde et présentant généralement un jeu important dans la jaumière, gainer la partie supérieure avec un tube alu collé à l'époxy, ce tube et la jaumière doivent s'ajuster sans forcer et sans jeu. La jaumière sera la plus longue possible pour minimiser au maximum l'effet du jeu dans le diamètre (dessin n° 38).

Le safran est débité dans une planchette de balsa puis recouvert d'un tissu de faible grammage imprégné de résine et mis sous presse ou simplement posé, poncé et poli. L'état de surface se doit d'être extrêmement lisse, le travail de finition demande de la perfection.

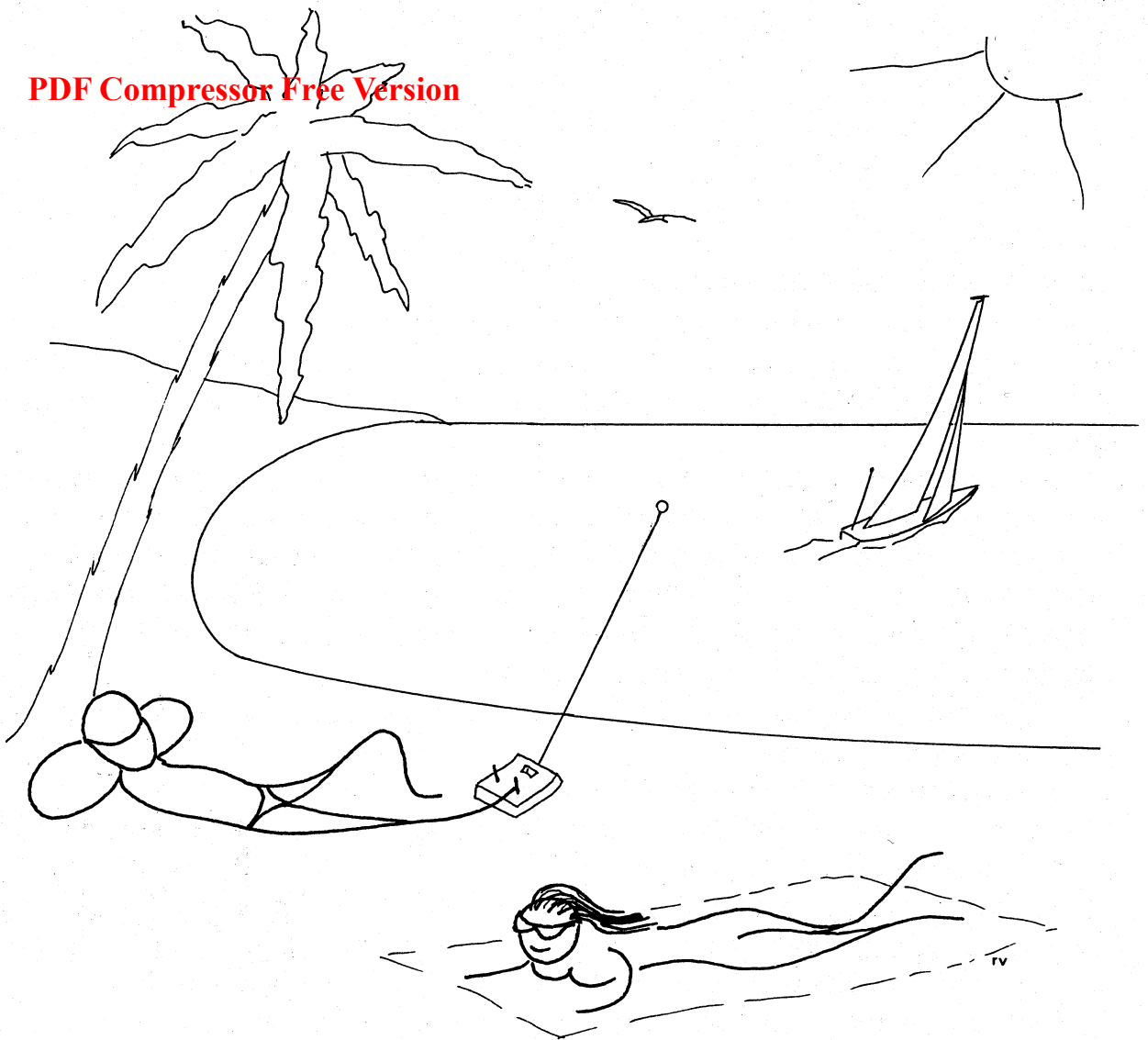
Pour un safran de 6 mm d'épaisseur on découpe dans du balsa de 30/10° deux formes du plan de safran à fibres légèrement croisées (dessin n° 39).

La mèche, recourbée à l'intérieur du safran, est incrustée à demi dans les deux découpes. Avant de coller l'ensemble à l'époxy, de la fibre de carbone est placée sur le pourtour intérieur entre les planchettes balsa, elle durcit les bords et précise le plan de symétrie au moment du ponçage donnant le profil. Le collage se fait sur une surface plane en veillant à ce que la mèche soit bien positionnée.

Commencer le ponçage en donnant la forme de contour, puis amener les épaisseurs aux bonnes mesures et également réparties de part et d'autre du plan de symétrie. Repérer la position des épaisseurs maximums des profils et poncer bord de fuite et bord d'attaque aux formes des gabarits des profils.

Selon les matériaux employés, notamment pour la mèche, le système de finition et le volume du safran, le poids total varie de 50 g à 15 g.

PDF Compressor Free Version



Le ciel, le soleil et la mer ...

... le rêve !

LES CARACTÉRISTIQUES D'UNE RADIOCOMMANDE POUR VOILIER

Le choix est vaste devant la quantité de matériels mis sur le marché par les fabricants. Le besoin d'être rationnel apparaît donc dans le cadre d'une utilisation exclusive à la voile radiocommandée. Avant d'acquérir un ensemble radio, renseignez-vous quelles sont les bandes de fréquences autorisées et les fréquences occupées par les modélistes susceptibles d'émettre habituellement en même temps que vous. L'ensemble de base est à 3 voies proportionnelles FM à quartz interchangeables, il est constitué :

- d'un émetteur à manches de commande longs, dont l'un est cranté pour le treuil et l'autre à retour au centre automatique pour le gouvernail, il a la possibilité d'inversion du sens de rotation des servos, et une prise de charge pour la batterie d'accus d'alimentation,
- d'un récepteur léger et petit à 3 voies,
- d'un servo standard rotatif, couple minimum de 2,5 Kg/cm, pour le gouvernail,
- d'un servo treuil à poulie, couple de 7 Kg/cm pour les voiles ; ce treuil de préférence à réglage du nombre de tours, pèse moins de 100 grammes et la vitesse de rotation est de 1 seconde pour 1 tour de manière qu'à un virement de bord par temps de brise, les voiles soient manœuvrées aussi rapidement que le bateau, la lenteur d'exécution étant un handicap,
- de deux batteries d'accus 5 éléments à charge rapide, 6 volts 600 mAh pour la réception, donnant une durée de fonctionnement par temps médium équivalente à celle de l'émetteur,
- d'un chargeur à sorties multiples, une pour la batterie d'émission et plusieurs pour les batteries réception et la maintenance de charge.

Tout autre supplément est évidemment possible, comme ajouter des commandes de réglage des voiles. La multiplication des commandes visant à affiner les réglages des voiles est un choix tentant, mais il faut savoir qu'en dehors de la complexité des montages et des suppléments de poids, le pilotage lui aussi se complique. Cela devient une affaire d'expert parce que le pilote et le bateau ne sont pas physiquement en accord. L'un est sur terre, l'autre est sur l'eau, et la difficulté pour le pilote est de manœuvrer en fonction du comportement du bateau et non pas de ce qu'il ressent. Les commandes doivent être précises et faites au bon moment sous peine d'effet nul ou parfois inverse. Alors la prudence est généralement de mise face aux risques d'inefficacité encourus, il est conseillé au débutant d'attendre et de se familiariser d'abord avec les subtilités de la navigation à voile en se servant de deux commandes.

Les différentes technologies déterminent les coûts, il est bon de ne pas tomber dans des excès de faiblesses, d'où découlent les désagréables pannes, avec un voilier tournant en rond au milieu du plan d'eau. L'objectif à prendre sérieusement en considération est celui "d'incident zéro". Et la qualité du matériel ne suffit pas, il faudra pour y arriver procéder à une installation correcte alliée à une maintenance continue, surtout côté réception car les manipulations et la présence d'eau ont la fâcheuse tendance à perturber le fonctionnement, et il en faut peu !

LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les modélistes voile RC ont cet avantage de faire naviguer leurs bateaux ensembles dans le jeu de la régatée, oui mais à la condition que chaque ordre donné commande une seule fonction sur un seul bateau. C'est par la modulation des ondes hertziennes que se fait la sélectivité et la transmission des ordres, la modulation d'amplitude AM ou la modulation de fréquence FM.

L'émetteur transmet par son antenne, et en circonvolution autour d'elle, une onde électromagnétique à haute fréquence modulée par le quartz, c'est l'onde porteuse. L'action sur un manche de commande relié mécaniquement au potentiomètre du codeur, modifie la forme du signal d'antenne, soit en amplitude soit en fréquence.

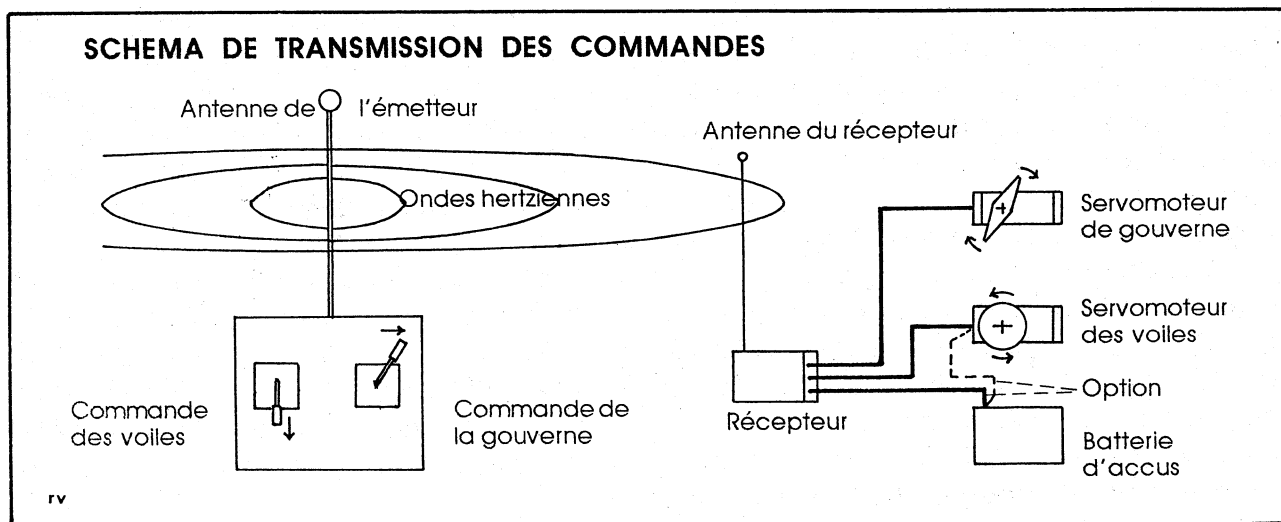
L'onde transmise est captée par l'antenne du récepteur, puis décodée et dirigée vers une voie de réception alimentant un servomoteur, celui-ci actionne un mécanisme et un potentiomètre. Dès l'accord entre le signal codé du manche et la position du potentiomètre du servo, l'action du mécanisme est stoppée par l'arrêt de l'alimentation du servo. Le palonnier de gouverne ou la poulie de treuil sont alors dans une position correspondante proportionnellement à celle du ou des manches, des commandes simultanées pouvant être effectuées.

Après la charge complète des accus d'émission et de réception, la mise en service d'un ensemble de radiocommande commence par le déploiement total de l'antenne d'émetteur pour préserver le bon état de l'électronique. Ensuite, mettre l'émetteur en service et en second le récepteur. L'arrêt de fonctionnement se fait d'abord par le récepteur avant l'émetteur, on évite ainsi le fonctionnement intempestif des servos et leur blocage possible en fin de course, source de pannes graves.

LES FRÉQUENCES

La radiocommande des modèles réduits est subordonnée à une autorisation administrative, délivrée sous forme de licence payante, par le Ministère des Télécommunications (Centre de gestion des réseaux privés, Noiseau, BP 75, 94002 Créteil, Tél. 01 45 95 33 00). Cette autorisation fait l'objet d'une loi punissant d'amende l'auteur d'infraction (Loi n° 84-939 du 23.10.1984 au journal officiel).

Les radios doivent obligatoirement fonctionner dans l'une des gammes de fréquences autorisées. Dans une même flotte de bateaux chacun a sa fréquence, deux bateaux sur la même fréquence ne peuvent être pilotés correctement, il est bon de s'équiper au fil du temps de plusieurs jeux de quartz, d'une même bande bien évidemment. Dans cette optique, que les modélistes équipant leur radio FM de quartz hors bande, sachent qu'ils risquent de créer de surcroît des problèmes de fréquences préjudiciables aux autres.

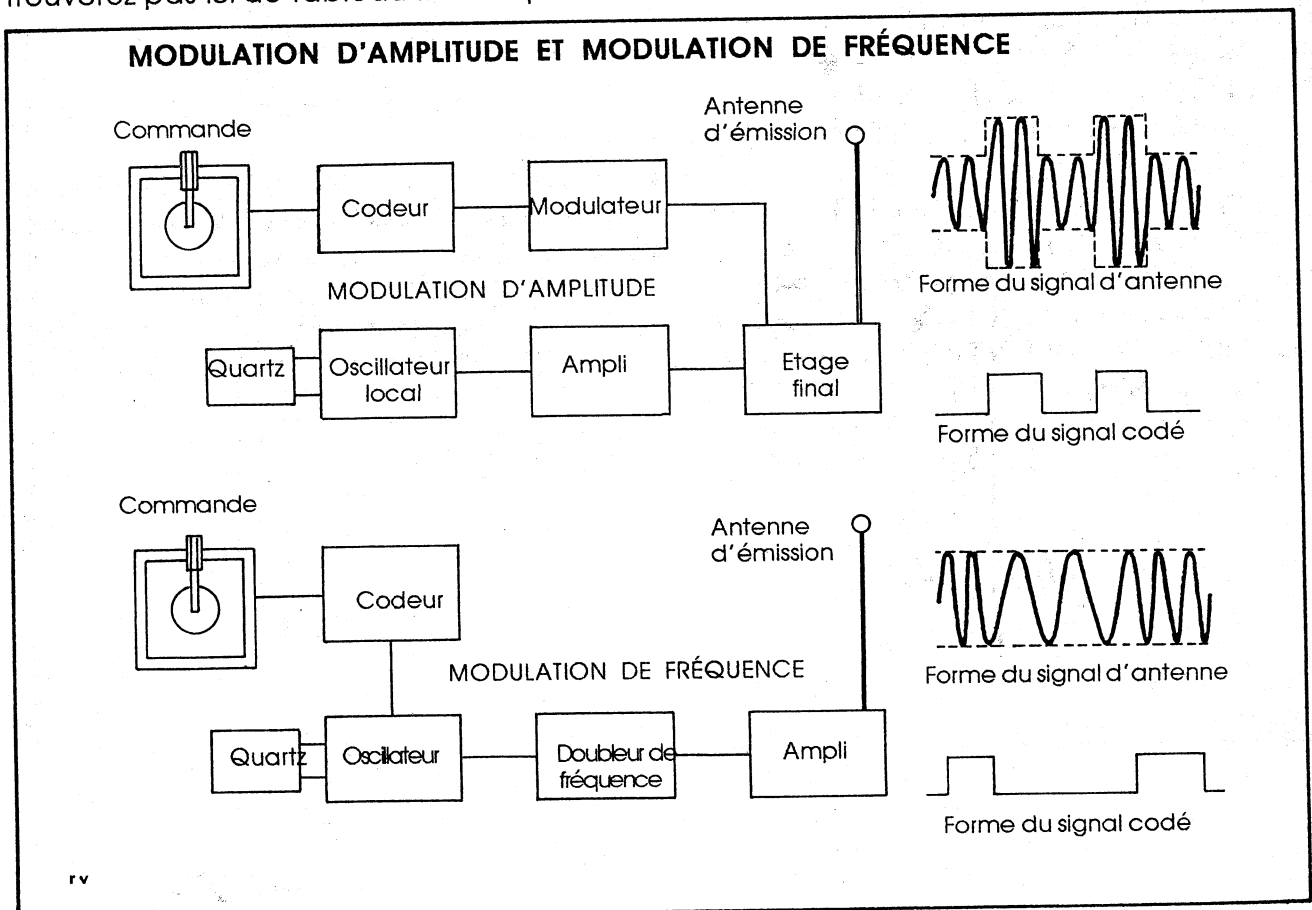


LA MODULATION D'AMPLITUDE ET LA MODULATION DE FRÉQUENCE

La fréquence a pour unité de mesure le Hertz (Hz), du nom d'un physicien allemand, correspondant au nombre d'oscillations d'une onde électromagnétique pendant une seconde, exemple : 41,120 Mhz (mégahertz) valent 41 120 000 Hz ou 41 120 kHz (kilohertz).

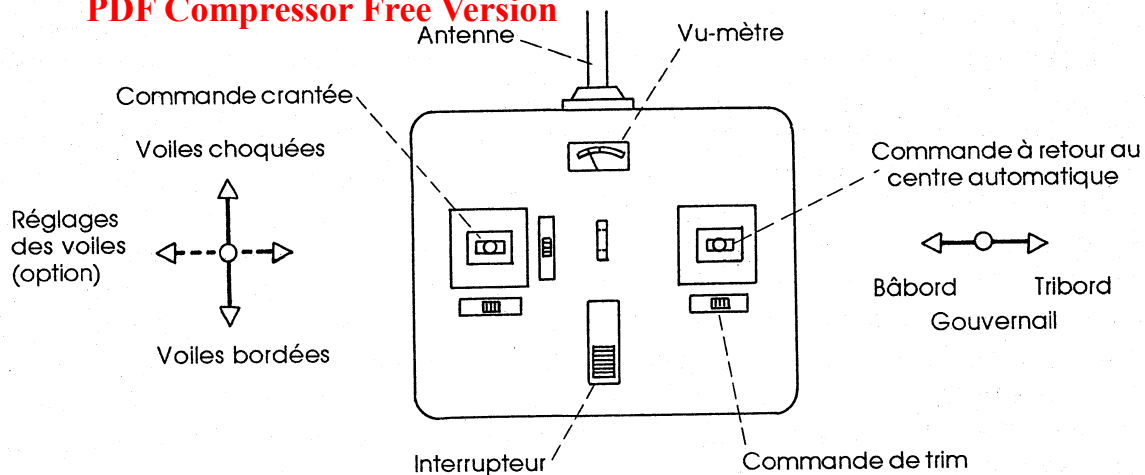
En modulation d'amplitude AM, la fréquence est modulée par la puissance de sortie à l'émission dès qu'un ordre provenant d'une commande est donné. Elle a pour avantage de permettre une conception simpliste des ensembles radio qui sont peu chers. Mais ce système manquant de filtrage a l'inconvénient majeur d'être fréquemment perturbé par des ondes parasites entraînant des troubles dans la transmission des ordres. Les pertes de pilotage sont difficilement admissibles, même si elles n'occasionnent pas directement de dommages au voilier. Un écart de 20 kHz est nécessaire avec d'autres émetteurs, qu'ils soient AM ou FM pour avoir une sélectivité suffisante entre eux en navigation, exemple : 26,815 Mhz - 26,835 Mhz - 26,855 Mhz, ce qui limite le nombre d'émetteur pouvant fonctionner ensemble.

En émission FM, c'est la fréquence qui est modulée sur l'oscillateur piloté par le quartz. Plus sélectifs, et filtrants mieux les fréquences parasites, un écart de 10 kHz suffit entre les émetteurs. Dans les schémas de fonctionnement d'un ensemble FM, il existe un décalage de fréquence de 455 kHz entre l'émetteur et le récepteur pour des raisons techniques complexes, mais aussi pour limiter les coûts prohibitifs. Ce montage radio donne lieu à une "fréquence image" perturbatrice dès lors que des émetteurs sont sur des fréquences hors bande autorisée en France, mais autorisée à l'étranger. Exemple : une radio équipée d'un quartz 41,170 Mhz autorisée en France sera perturbée par une radio équipée d'un quartz $41,170 - 455 = 40,715$ Mhz, fréquence autorisée en Allemagne et en Suisse. Cette situation préoccupante fait l'objet d'un projet de normalisation des bandes de fréquence au sein de la Communauté Européenne, raison pour laquelle vous ne trouverez pas ici de tableau les indiquant.



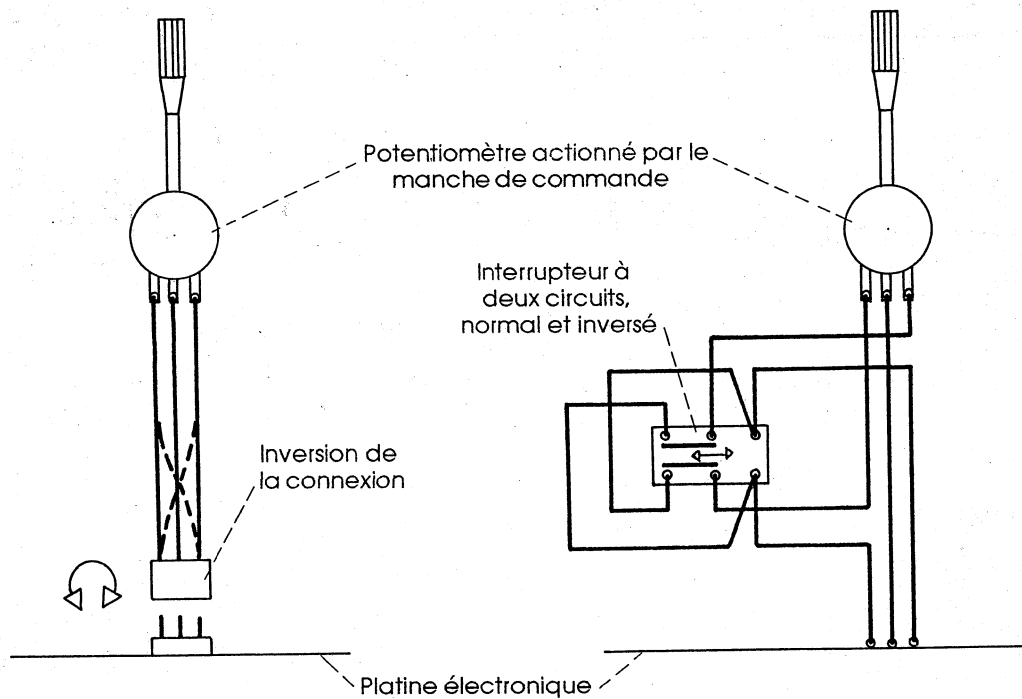
COMMANDES DE L'EMETTEUR

PDF Compressor Free Version



Disposition pour un pilote droitier.

INVERSION DU SENS DE FONCTIONNEMENT DES SERVOS



LA PRATIQUE DE L'ÉMETTEUR EN VRC.

Quelle que soit la forme du boîtier, généralement ergonomique, il a sur le dessus un ou deux anneaux destinés à la fixation d'une sangle. Cette sangle passée autour du cou laisse les deux mains libres et facilite les manipulations du bateau au moment de la mise à l'eau et du retrait. Une protection contre la pluie s'avère utile, un sac plastique enfilé sur l'antenne est rapidement inefficace avec le vent qui s'y engouffre, des solutions plus élaborées existent.

La précision du pilotage dépend, en partie, de la longueur des manches de commande, plus ils sont longs, plus la sensibilité est grande. La commande de la gouverne est placée à droite pour un droitier, à gauche pour un gaucher. Le débattement du manche est horizontal, déplacé vers la droite le voilier vire sur tribord, vers la gauche le virement est sur bâbord. Lorsqu'on lâche le manche, il revient au centre, le retour automatique se fait par un ressort, à l'intérieur du boîtier, dont la tension est réglable.

La commande des voiles est sur le deuxième manche en débattement vertical. En tirant le manche vers soi, les voiles sont bordées dans l'axe du bateau pour la navigation au près, de la même façon qu'en dériveur l'écoute de voile est tirée vers soi pour border. En poussant le manche, les voiles sont choquées, c'est la navigation aux allures portantes jusqu'à se mettre perpendiculaires au bateau au vent arrière. Ce manche est cranté, conservant la position qu'on lui donne.

Chaque manche est couplé mécaniquement à un système de réglage fin appelé "trimeur" ou "trim" dont la position normale est au centre du débattement. L'inversion du sens de rotation des servos se fait sur l'émetteur, soit par un commutateur inverseur manœuvrable sur le boîtier, soit par l'inversion des prises sur un bornier de la platine électronique à l'intérieur de l'émetteur.

Les commandes sont dites "proportionnelles" car aux positions intermédiaires des manches correspondent des positions intermédiaires de la gouverne ou des voiles. Elles peuvent être manœuvrées en simultané.

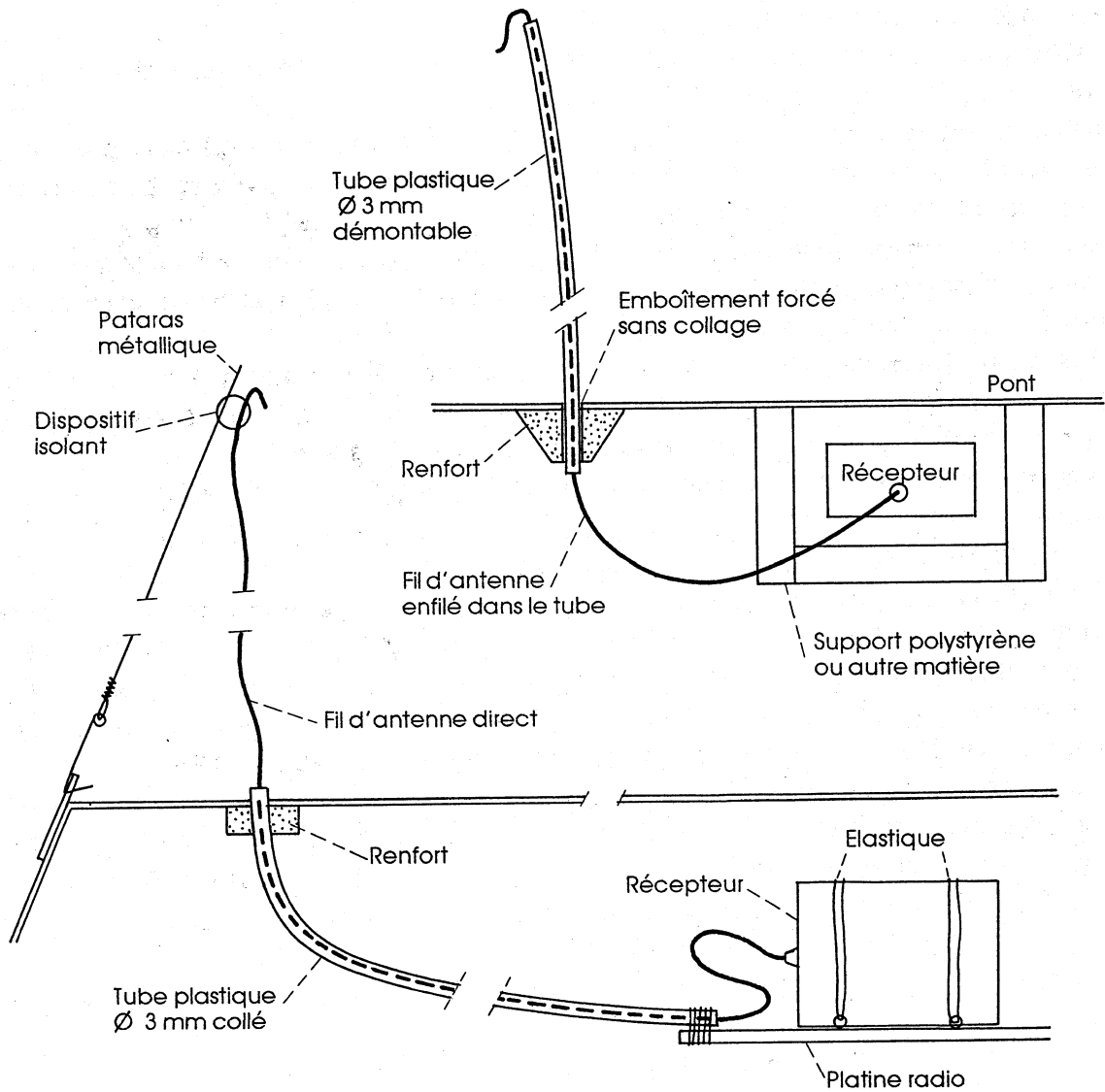
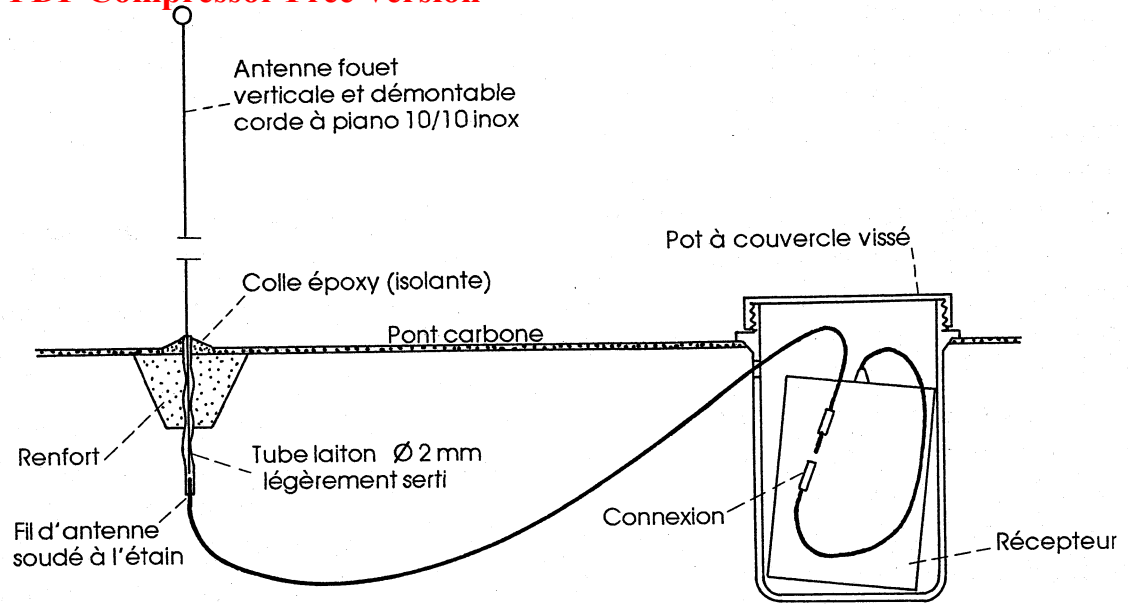
Un vu-mètre à aiguille ou à diodes de différentes couleurs indique le niveau de charge de la batterie d'accumulateurs rechargeables, préférable aux piles. Dans la mesure où le boîtier le permet, les éléments accumulateurs sont reliés entre eux par des liaisons soudées à l'étain, les risques de pannes par mauvais contact ou oxydation sont ainsi évités.

L'antenne télescopique est déployée entièrement et maintenue verticalement. Pour éviter les accidents aux yeux des personnes environnantes, il y a lieu de protéger l'extrémité de l'antenne télescopique avec une bulle de la grosseur d'une balle de tennis de table (article de pêche, de golf...). Elle peut être remplacée, avantageusement pour le côté pratique, par une antenne fouet, souple et de faible longueur constituée par des spires de fil cuivre, l'ensemble étant recouvert d'une gaine.

On observe des pertes de contrôle dans les zones à proximité d'immeubles, de clôtures grillagées, de barrières ou d'infrastructures métalliques, là où les ondes sont réfléchies et engendrent des interférences d'ondes parasites. Il est bon de s'en éloigner pour essayer de retrouver une bonne transmission des commandes radio.

INSTALLATION DU RECEPTEUR ET DE L'ANTENNE

PDF Compressor Free Version



LE RÉCEPTEUR ET SON ANTENNE

Le récepteur est installé à l'intérieur de la coque dans un endroit accessible, le changement de quartz se faisant sans bousculer la filerie ou les écoutes. Dans la mesure du possible le récepteur est éloigné des servos dont les moteurs, bien que protégés, peuvent émettre des parasites gênants surtout avec une radio en modulation d'amplitude AM.

Le récepteur est placé de préférence dans un logement séparé, en position haute et protégée des éclaboussures d'eau que l'on a parfois dans la coque. Les solutions les plus courantes en matière de protection envers les projections d'eau sont la baudruche caoutchouc soigneusement serrée sur le regroupement de la filerie, et le pot à crème de 150 cc (en pharmacie). La première solution, plus légère est gênante pour le changement de quartz et le rangement dans le bateau, les fils sont souvent manipulés et c'est une source de panne. Après chaque journée de navigation, le récepteur est sorti de la baudruche, mis à l'air libre et au sec pour évacuer les condensations. Il faut si peu d'humidité pour perturber la réception, la moindre goutte d'eau sur une borne du quartz ou sur le circuit imprimé suffit.

Une bonne réception est également conditionnée par l'installation de l'antenne dont la longueur de fil est accordée à l'émission. Le fil d'antenne, comme les autres fils radio est fragile, le manipuler le moins possible, une rupture provoque une perte de contrôle en distance. Quelle que soit son installation l'antenne doit assurer la garantie d'une bonne réception.

De façon à pouvoir libérer le récepteur du bateau pour entretien, ou dans le cas d'un récepteur éloigné de l'antenne, le fil est coupé à 150 mm du boîtier et raccordé par de petites fiches bananes isolées à la gaine thermorétractable. La partie d'antenne extérieure peut être faite d'une corde à piano 10/10 inox de 400 à 450 mm de longueur, dont l'extrémité est protégée ou recourbée en boucle. La corde à piano s'engage dans un tube laiton long de 30 mm et de \varnothing 2 mm extérieur légèrement serti. Ce tube fixé au pont est isolé de la coque si elle est en carbone, il est maintenu par un petit bloc balsa en dessous. Le fil d'antenne du récepteur est alors raccourci de la longueur de la corde à piano et il est soudé dans le tube laiton à l'intérieur de la coque.

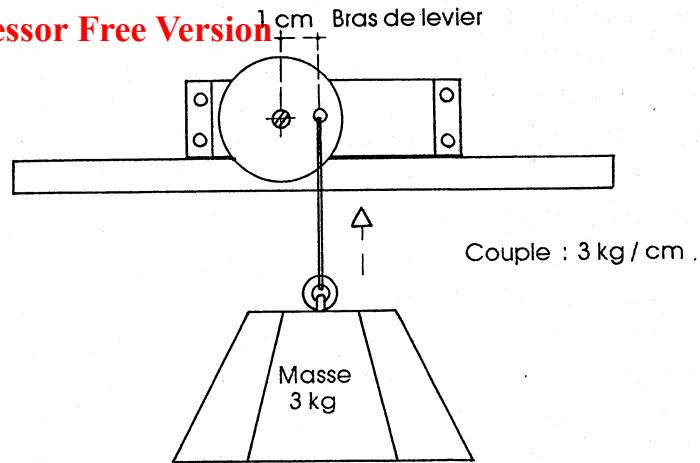
Autre montage, le fil d'antenne en entier est engagé directement dans un tube plastique à l'arrière du pont. Avec un gréement traditionnel on a la possibilité de maintenir en hauteur l'extrémité du fil au pataras.

Les antennes dont le fil se balade totalement dans la coque ou à l'horizontal sur un pont carbone sont inefficaces. Il en est de même lorsque le fil est tortillé ou fixé à un hauban, au pataras ou au mât s'ils sont métalliques. L'antenne doit être verticale et bien dégagée pour capter les ondes correctement lorsque d'autres émetteurs sont en service à proximité et que le bateau est éloigné. Pratiquement les antennes d'émission et de réception doivent être parallèles pour un maximum de rendement.

Sur le récepteur, les bornes de raccordement des servos ont trois fiches, le plus (+) et le moins (-) pour l'alimentation en courant 4,8 ou 6 volts ; toutes les fiches plus sont raccordées sur la même ligne, tous les moins sont sur une autre ligne. Les troisièmes fiches sont celles du signal radio commandant le fonctionnement des servos, elles sont indépendantes les unes des autres. L'ennui majeur c'est que les connexions ne sont pas normalisées entre fabricants, chacun a son modèle de même que son système de détrompeur interdisant toute erreur d'inversion.

COUPLE D'UN SERVOMOTEUR

PDF Compressor Free Version



rv

LES CONNECTEURS DES SERVOS

FUTABA		Noir - Rouge + Blanc Signal
GRAUPNER		Brun - Rouge + Orange Signal
HITEC		Noir - Rouge + Jaune Signal
MULTIPLEX		Rouge + Noir - Jaune Signal
ROBBE		Noir - Rouge + Blanc Signal
SAMWA		Rouge + Bleu - Blanc Signal
SAMWA		Rouge + Noir - Noir Signal

rv

L'UTILISATION DES SERVOMOTEURS.

PDF Compressor Free Version

Utilisés pour transformer en énergie mécanique les ordres reçus, ils sont caractérisés par leur couple, produit par une force à l'extrémité d'un bras de levier ou au fond d'une gorge de poulie. L'unité de mesure habituelle du couple pour les servos est le kilogramme par centimètre (kg/cm).

Un servo standard rotatif 3 kg/cm est préconisé pour la manœuvre du gouvernail. Cela veut dire qu'il est capable de soulever 3 kg au bout d'un bras de 1 cm, ou 1 kg avec un bras de 3 cm, ou 2 kg à 1,5 cm. Ce qui est amplement suffisant à une gouverne avec safran compensé à 15 %, selon sa largeur l'effort produit sur le safran est estimé de 0,8 à 1 kg.

Un servo treuil de 7 kg/cm avec une poulie de \varnothing 32 mm à fond de gorge est capable de produire un effort de $7 / 1,6 = 4,375$ kg (1,6 cm pour le rayon de \varnothing 32mm) sur l'écoute des voiles. Avant d'être capelée sur la bôme, l'écoute passe dans un ou des filloirs où une partie de la force disponible, évaluée à 10 %, est absorbée par les frottements, il reste donc 90 % soit $4,375 \times 0,9 \approx 4$ kg. En supposant sur la bôme un capelage à 20 cm de l'axe de rotation où sont appliqués ces 4 kg, le couple sur la bôme est de $4 \times 20 = 80$ kg/cm.

En gréement à balestron, l'effort de 4 kg est totalement disponible, et si l'on tient compte de la compensation de la surface de foc à 28 % de la surface totale, lorsqu'il faut border les voiles l'effort est utilisé sur la surface restante non compensée à l'arrière de la grand-voile, soit $100 - (28 + 28) = 44$ % de la surface totale, la manœuvre des voiles en est grandement facilitée.

En gréement traditionnel, l'effort se répartit entre l'écoute de grand-voile et l'écoute de foc dans la proportion des surfaces, exemple : grand-voile 60 %, foc 40 %. Effort disponible sur les bômes : voile $4,375 \times 0,6 \times 0,9 = 2,3$ kg et foc $4,375 \times 0,4 \times 0,9 = 1,5$ kg. Bon en classe un mètre, c'est juste suffisant en gréement traditionnel classe M ou à balestron bloqué gréés en jeu C à surfaces maximums de jauge, là le treuil doit border la surface totale.

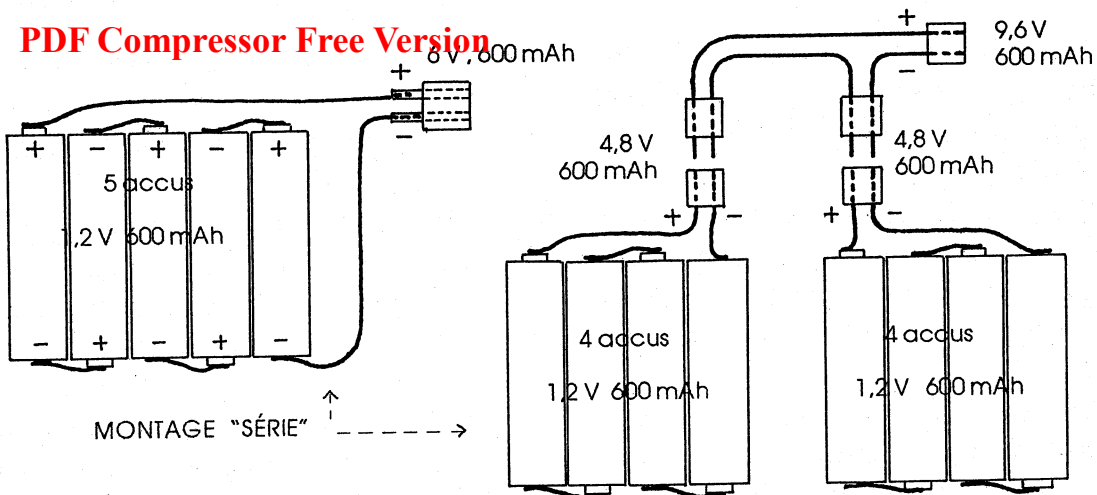
En plus du couple, le choix d'un servo est tributaire de la vitesse de rotation, du poids et des dimensions, de la fabrication étanche ou non, de la pignonnerie nylon ou métallique, de l'axe de sortie monté sur palier ou sur roulement.

Un servo peut travailler dans toutes les positions, en vertical comme en horizontal, en long comme en travers. Toutefois à propos d'étanchéité, rarement assurée sur les servos, un minimum consiste à protéger l'électronique en fond de boîtier en introduisant un peu de pâte à joint (sanitaire ou auto) qui arrêtera la migration de l'eau dans le passe-fils du cordon d'alimentation, de même qu'un peu de graisse autour de la sortie de l'axe est une bonne précaution.

La marque du servo peut être différente de celle du récepteur, le seul inconvénient est celui de la connexion. Deux possibilités si le connecteur ne correspond pas, soit se procurer un cordon précâblé avec les connecteurs adéquats (pas évident), soit couper les fils et raccorder le cordon qui convient en respectant les polarités, souder les jonctions à l'étain et les isoler avec un peu de gaine thermorétractable.

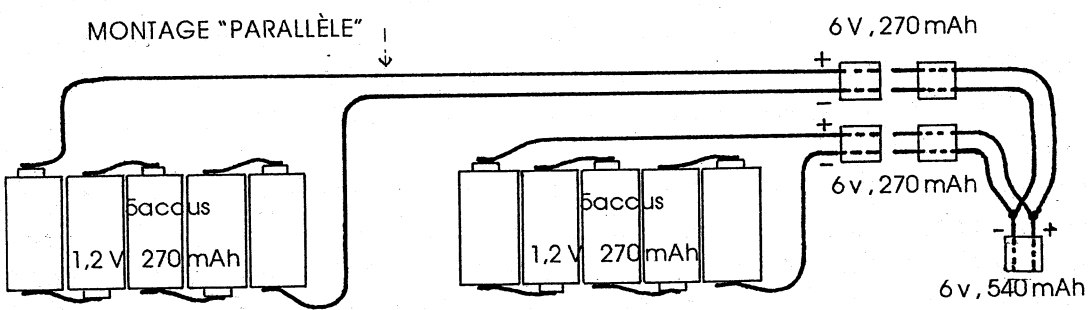
LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS

PDF Compressor Free Version

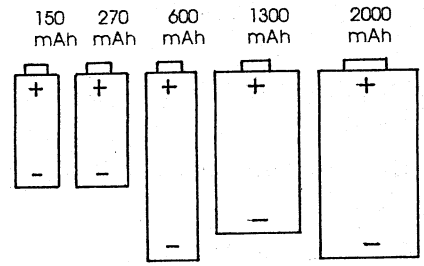


MONTAGE "SÉRIE" →

MONTAGE "PARALLÈLE" ↓



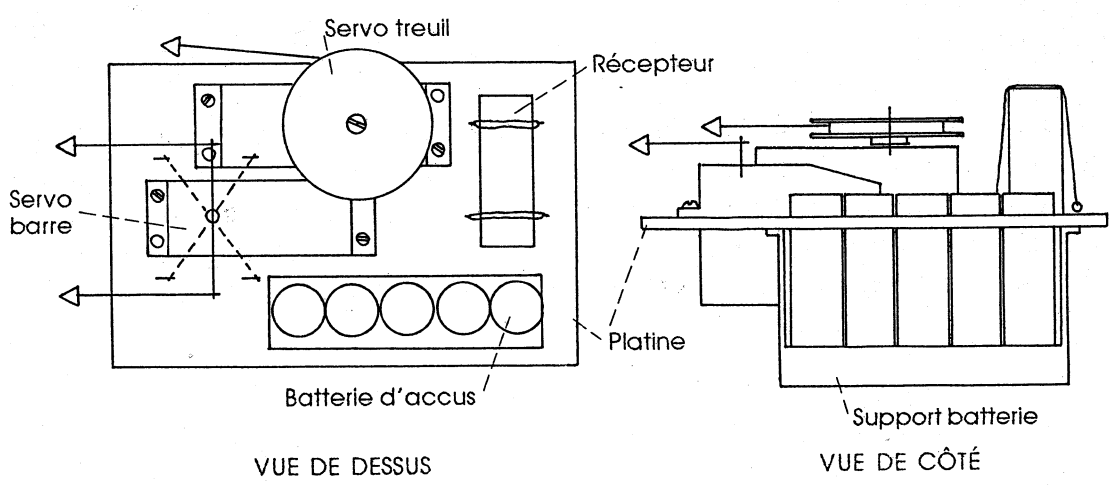
ÉLÉMENTS ACCUMULATEURS		
Capacité en mAh	Dimensions en mm	Poids en g
150	12 x 29,5	9
270	14,5 x 30	14
600	14,2 x 50	26
1300	23 x 43	48
2000	26 x 50	70



Echelle 1/2

rv

PLATINE RADIO A BORD DU VOILIER



rv

LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS

Elles sont composées d'éléments au cadmium-nickel (Cd-Ni) rechargeables. La tension nominale est de 1,2 volt (V) par élément, l'anode (le +) est composée d'un hydroxyde de nickel, la cathode (le -) est formée avec du cadmium, l'électrolyte est une solution chimique d'hydroxyde de potassium. L'énergie emmagasinée sous forme chimique est transformée en énergie électrique lorsqu'on alimente extérieurement un circuit résistant (lampe, électronique, moteur...). Il se produit alors de la chaleur et un dégagement gazeux (hydrogène), remarquer les petits trous évents côté plus pour l'évacuation des gaz, ne jamais les obstruer sous peine de destruction de l'élément, surtout en charge rapide.

La nature du composé chimique et son volume font varier la capacité de l'élément accumulateur, exprimé en milliampèreheure (mAh) : 270, 600, 1300, 2000 mAh, c'est-à-dire l'intensité du courant à fournir pendant une heure. Notons à ce sujet qu'un treuil en plein effort consommant 800 à 1000 milliampères (mA) peut être correctement alimenté par une batterie 270 mAh, le fonctionnement du treuil à ce niveau de consommation étant de courte durée. Les éléments cadmium-nickel supportent des décharges de courant allant jusqu'à 5 à 10 fois leur capacité nominale. Face à l'appel d'intensité du treuil, les piles sont déconseillées à la réception.

Les éléments accumulateurs montés "en série", le pôle plus (+) raccordé au pôle moins (-) de l'élément suivant, les tensions s'ajoutent pour obtenir : avec 4 éléments 4,8 V, avec 5 éléments 6 V, avec 8 éléments 9,6 V. Sur les bornes d'extrémités libres, conventionnellement un fil rouge est raccordé au plus (+) et un fil noir au moins (-). La prise de courant est obligatoirement une prise femelle avec détrompeur interdisant une inversion de raccordement fatale à l'électronique.

Si, pour des questions de place, d'équilibre du bateau, ou de choix, deux batteries alimentent la radio, elles doivent impérativement être de même tension et de même capacité. Lorsqu'elles sont raccordées "en parallèle", les plus (+) ensembles, les moins (-) ensembles, la tension nominale (V) est conservée, mais la capacité (mAh) est doublée.

LA CHARGE DES BATTERIES D'ACCUS

Dans la majorité des cas les batteries doivent être chargées à courant constant au 1/10 de leur capacité, pendant 12 à 14 heures. Avec des accus neufs, il faut 2 à 3 cycles de charge et décharge pour avoir une capacité maximum. Selon leur constitution certains éléments sont dits "à charge rapide", ils peuvent pendant une heure recevoir une charge équivalente à leur intensité nominale, ou dans certains cas une intensité double pendant une demi-heure. Lorsqu'un accumulateur a atteint sa pleine capacité, il ne faut pas continuer à le charger, mais maintenir périodiquement un faible courant de charge (30 à 50 mA) compensant l'auto-décharge de ses éléments. Un élément a une tension de 1,2 V en milieu de capacité, monte à 1,5 V en fin de charge et descend à 1 volt en phase de décharge au moment du non fonctionnement de la radio.

Une batterie Cd-Ni doit être déchargée jusqu'à 1 V par élément avant d'être rechargée. Un très bon chargeur décharge avant de charger et maintient un courant faible en fin de charge, ce cycle donne la pleine capacité de l'accu. Dans la réalité, les chargeurs mis à la disposition des modélistes ne sont pas aussi sophistiqués, sauf les chargeurs rapides alimentés par l'allume cigare des véhicules, tout au moins en ce qui concerne la limite de pleine charge.

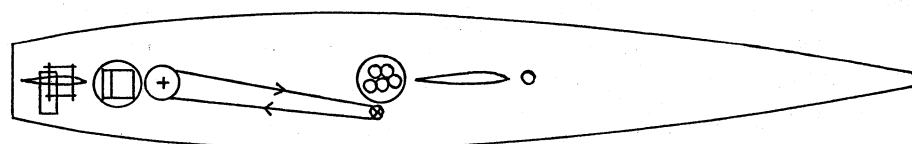
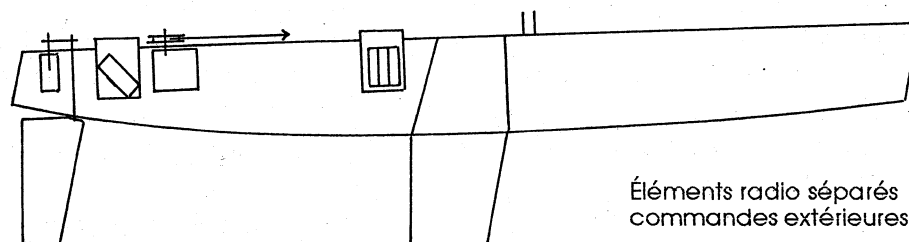
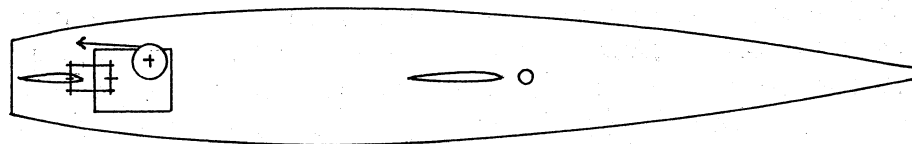
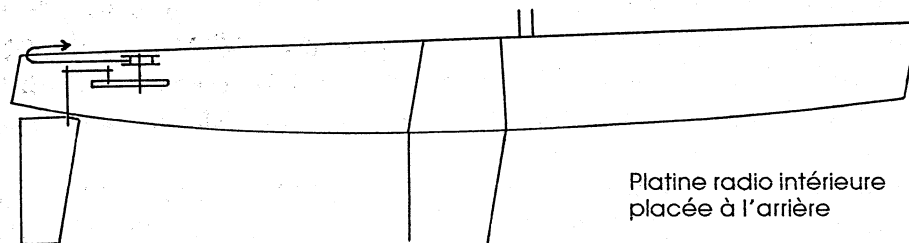
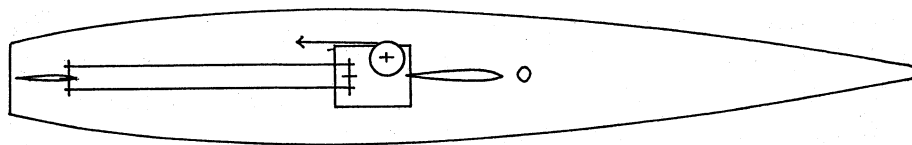
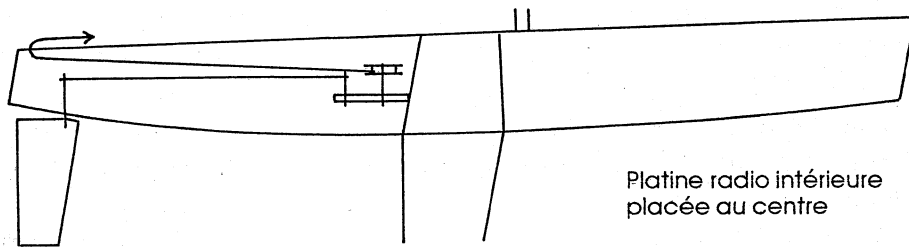
Voici la pratique des modélistes voile : le soir en rentrant ils mettent leurs batteries en charge et le lendemain matin, c'est tout bon pour un nouveau départ. Si l'on veut avoir une radio toujours disponible, après la charge de la nuit régler le chargeur sur une faible intensité et raccorder-le sur une minuterie journalière, réglée sur 2 à 3 heures de fonctionnement, pour maintenir la charge au fil des jours. Des accus Cd-Ni peuvent cependant sans inconvénient rester longtemps sans être chargés.

EXEMPLE DE TEST BATTERIE EN NAVIGATION *

Capacité batterie en mAh	270	600	1300
Temps d'utilisation	65	140	240
	Vent faible 1 à 2		
	Vent médium 3 à 4	50	110
	Vent fort 5 à 7	30	65
			190
			110

* Avec un servo barre et un servo treuil, marge de sécurité de 10 minutes déduite.

INSTALLATION DE LA RADIOCOMMANDE A BORD



LE CONTRÔLE DE CHARGE DES BATTERIES EN NAVIGATION

La radio, en fonctionnement, le contrôle de capacité restante est une préoccupation majeure en regard du principe "d'incident zéro". L'émetteur a sur la face avant un vu-mètre à aiguille ou à diodes de différentes couleurs indiquant le niveau d'énergie disponible à l'émission, de ce côté là tout va bien.

Beaucoup plus problématique est le contrôle de la batterie réception. La surveillance électronique à bord est ignorée des modélistes voile pour un certain nombre de raisons, ils préfèrent des moyens plus simples. La surveillance habituellement pratiquée est celle du temps de fonctionnement. Un test préalable de durée est nécessaire pour chaque type de batterie, alors une recommandation : avoir des batteries de même capacité et de même marque. En cas d'adjonction de servos, renouveler le test. Le temps est chronométré dès la mise en service de l'émetteur jusqu'à l'arrêt du fonctionnement des servos, un petit chrono (en plastique à quelques euros) est fixé au velcro sur le boîtier, et pour la récupération du bateau prévoir une annexe ou un pédalo.

En pratique par la suite, à chaque mise en service de la radio le temps de fonctionnement est chronométré jusqu'à l'arrêt, puis à nouveau déclenché en totalisant les temps. Il suffit de prendre une marge de sécurité de 10 minutes pour ne pas risquer la panne et changer de batterie. Autre pratique, si le temps de décharge de la batterie est de 2 heures en navigation par vent faible, elle est de 1 heure par temps de brise, au bout d'un an prendre une nouvelle marge de 5 minutes. A la quatrième année s'attendre au remplacement. Une longue expérience de ce système a donné satisfaction.

L'INSTALLATION DE LA RADIO À BORD DU VOILIER

Le choix de la position des éléments de radiocommande a déjà été évoqué au chapitre "Dessin des voiliers RC", dans les commentaires du dessin n° 12. Chaque voilier a normalement un plan d'installation radio, l'architecte le choisit en tenant compte de la conception globale, il y a donc lieu de s'en tenir là. Toute modification d'emplacement entraîne un nouvel équilibre.

Rappelons ici les trois options d'installation : radiocommande regroupée au centre ou à l'arrière, ou éléments séparés. Le récepteur, les servos, la batterie d'accus sont disposés à l'intérieur de la coque, la poulie de treuil, le palonnier de gouvernail pouvant être extérieurs. Quel que soit le choix de leurs positions, la carène ne sert pas de point d'appui aux fixations en raison des déformations qui s'en suivent. Le haut du bordé, le pont, le puits de dérive et la dérive sont utilisables.

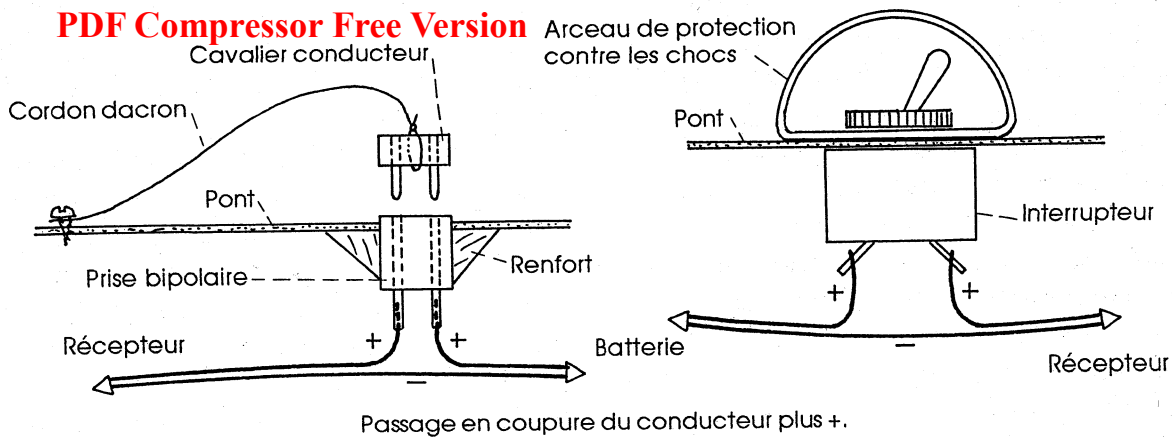
Le plus généralement le récepteur et les servos sont fixés sur une platine en contreplaqué 30/10 résiné, ou en stratifié, et s'appuyant sur deux barrots ou directement sur le bordé. Un collage renforcé est nécessaire pour résister aux efforts produits par le treuil. Plus original, la platine s'emboîtant sur le puits de dérive ou sur la dérive si elle est collée dans la coque, c'est un support résistant et là aussi les collages sont renforcés. La fixation par velcro des servos sur la dérive ou sur le puits est aléatoire, mais convient au récepteur et à la batterie d'accus si celle-ci n'est pas trop lourde ou volumineuse.

La fixation des servos au pont se fait par dessous une petite platine propre à chaque servo, les axes de sortie passant au travers, la poulie de treuil et le palonnier de gouverne étant extérieurs. Les platines sont ensuite fixées sur le pont, l'étanchéité faite avec une pâte à joint est nécessaire, ainsi qu'un peu de graisse neutre autour de l'axe. Ce type de fixation convient à une installation à éléments séparés où l'on a le récepteur dans un pot bien protégé. Il est déconseillé de fixer par velcro le récepteur sous le pont ou sous le couvercle de trappe car c'est là que se fixe la condensation dans la coque.

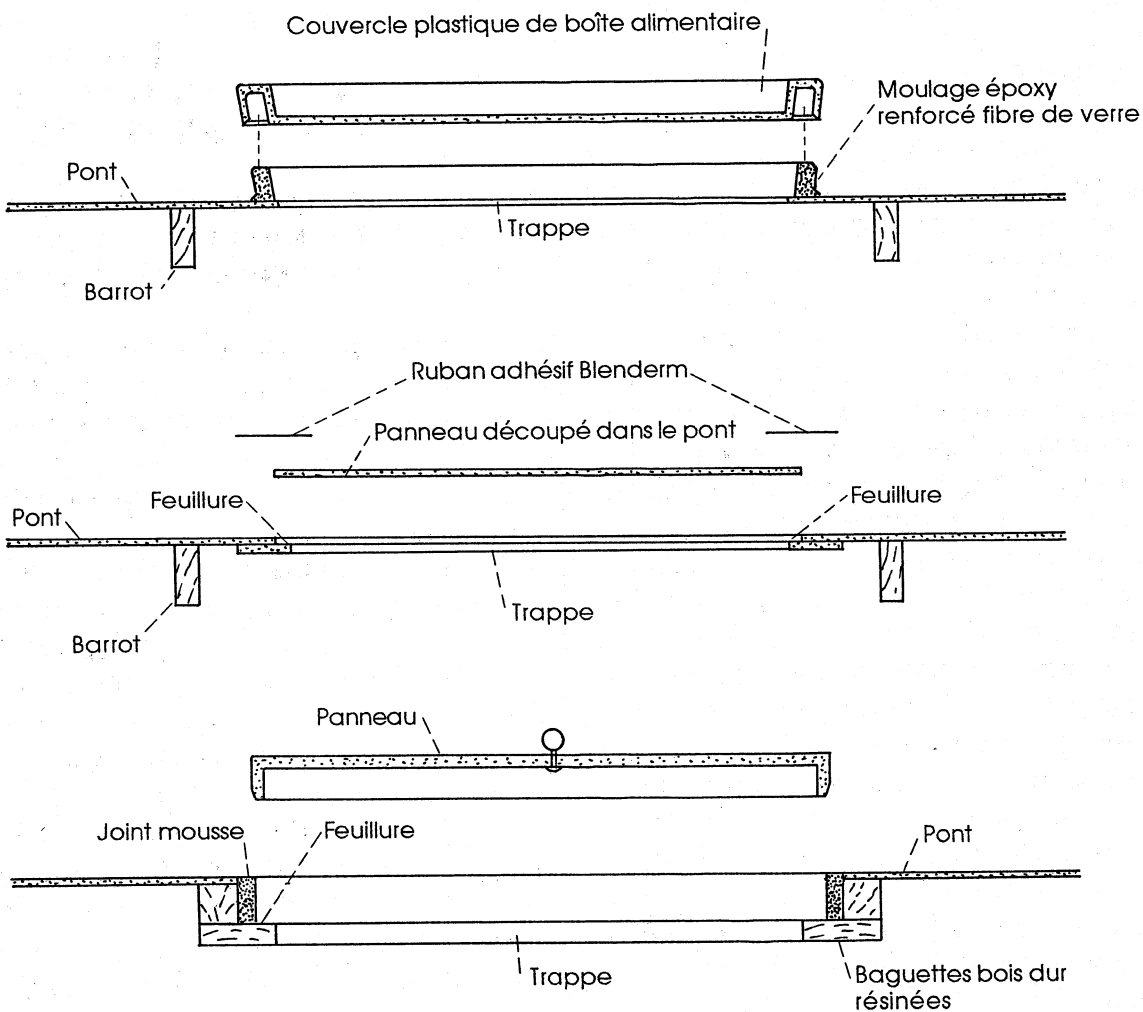
Dans tous les cas l'axe du servo barre est placé dans l'axe longitudinal du bateau, pour éviter le dysfonctionnement bâbord/tribord des palonniers devant former, en position au centre, des angles droits entre les bras et la tringlerie. Un décalage latéral de l'axe du servo est plus difficile à gérer.

COUPE-CIRCUIT ET INTERRUPTEUR

PDF Compressor Free Version



LES TRAPPES ET PANNEAUX



La position du treuil peut être décalée sans problème, elle détermine le montage du circuit d'écoute, soit à élastique de rappel, soit à circuit continu, voir les schémas.

La batterie d'accus par son poids sert souvent à figurer le centre de gravité du bateau et à équilibrer la répartition des masses sur le plan transversal, en définitif elle est fixée solidement. L'interrupteur du courant d'alimentation se doit d'être étanche car les contacts s'oxydent vite. Il est fixé au pont et précaution indispensable, le bouton de manœuvre est protégé par un arceau de telle façon qu'en cas de collision avec un autre voilier, le bouton ne soit pas poussé sur la position arrêt. Beaucoup de modélistes ont supprimé l'interrupteur et se contentent de débrancher la connexion de la batterie, mais le petit ennui c'est qu'extérieurement rien ne le signale et quelquefois le bateau est mis à l'eau sans avoir mis la radio en service...

Un système moins onéreux et plus sûr consiste à installer un coupe-circuit sur le pont : deux bornes isolées y sont fixées et un "pont" conducteur les reliant vient s'y enficher. Le fil du + d'alimentation est coupé, puis les deux bouts sont raccordés sous les bornes. Le "pont" retenu par un bout dacron fixé au pont est imperdable et bien visible. C'est un système très fiable du fait qu'il n'y a qu'une seule polarisation.

Pour l'installation de l'antenne, se reporter au paragraphe "Récepteur".

DES TRAPPES ET DES PANNEAUX

Tributaires de l'installation radio à bord, des trappes sont découpées dans le pont, elles rendent possible l'accès à l'intérieur de la coque et les panneaux garantissent la fermeture et l'étanchéité. Leur importance est mesurée car ils affaiblissent la structure globale de la coque qu'il faut parfois reprendre par des barrots de renforts. Les dimensions dépendent du volume des éléments à introduire au montage de la radiocommande ou aux remplacements des différents éléments.

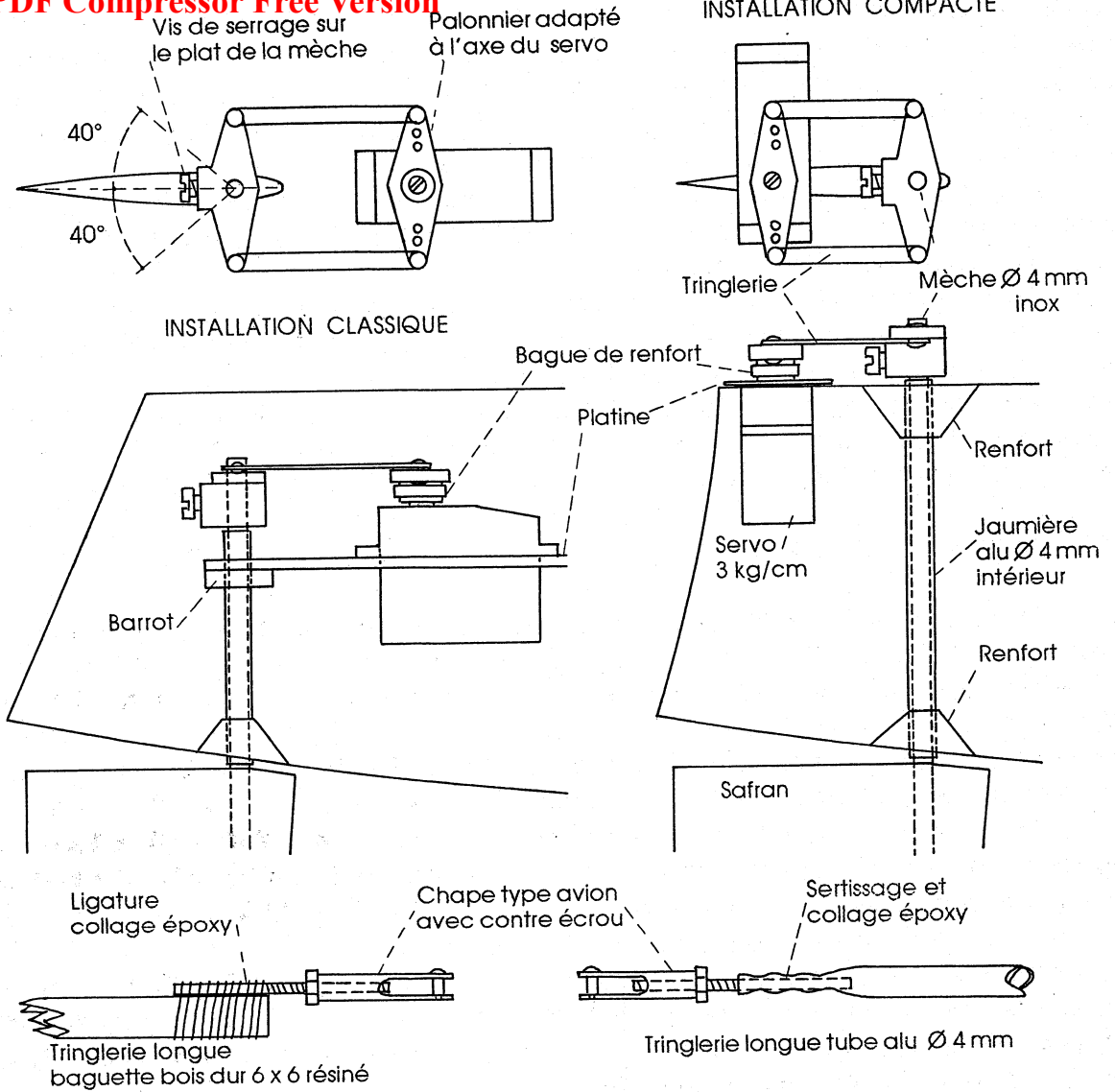
Les besoins d'accéder plus ou moins fréquemment déterminent le type de panneau. Le changement de batterie et le montage-démontage du safran sont des opérations répétitives à chaque séance de navigation, les panneaux pour être pratiques sont retirés et remis en place sans outils, ni accessoires. L'accès au récepteur est pensé dans l'éventualité d'un changement de quartz au départ d'une régata. La mise en place du circuit d'écoute à l'intérieur pose souvent des difficultés, et en mesure préventive, chaque année, parfois moins si l'usage est intensif, il est bon de renouveler l'élastique et le dacron avant qu'ils ne lâchent.

Les accès fréquents ont des panneaux en plastique souple provenant des couvercles des boîtes alimentaires ayant une fermeture par rainure. De l'araldite ou de la résine renforcée par une mèche de tissu de verre est coulée dans la rainure. Après polymérisation et démoulage, le moulage de la rainure est collé sur le pont après un léger ponçage. C'est une formule très employée et pratique, mais peut-être inesthétique au goût de certains. Plus léger le panneau obtenu par le découpage de la trappe, il est remis en place sur un petite feuillure, l'étanchéité étant faite par du ruban "Blenderm" (en pharmacie) dont le pouvoir adhésif sur une surface humide est acceptable, convient à des panneaux dont l'ouverture est occasionnelle. L'indépendance d'une batterie souvent remplacée, cas des petites capacités, ou du récepteur placé dans un pot à crème à couvercle vissé, accessible sur le pont, évite le remue-ménage des fils radio et des écoutes. Un joint cuir découpé dans une peausserie (sac ou gants usagés), et placé en fond de couvercle, assure l'étanchéité indispensable. Les panneaux coulissants ont besoin de beaucoup de place et sont difficiles à rendre étanches. Les panneaux avec joint souple en mousse ou en caoutchouc, s'emboîtant dans une feuillure doivent être très ajustés.

Est fortement déconseillé l'usage des feuilles plastiques adhésives genre "Vénilia" car leur faible pouvoir collant devient nul sur surface humide.

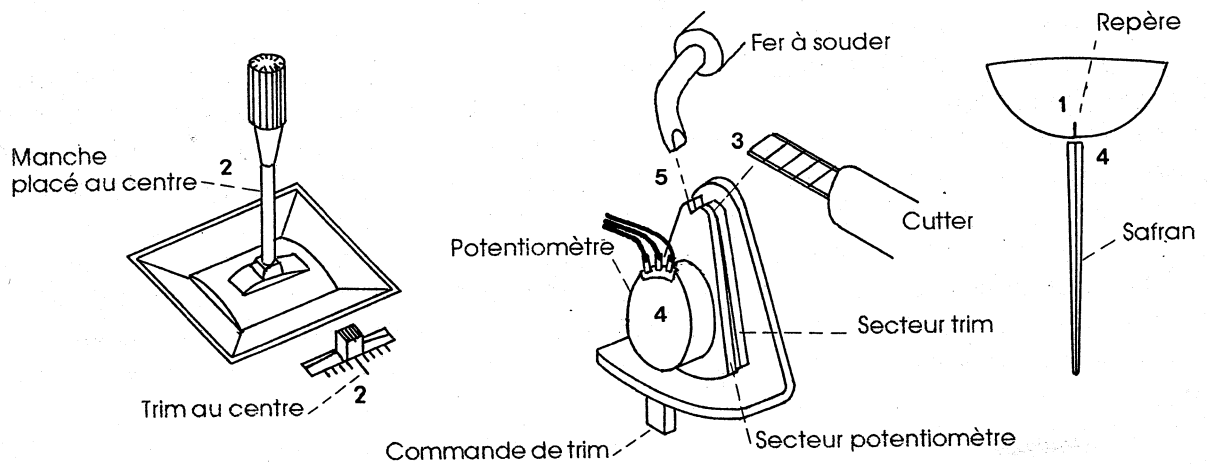
COMMANDE DE GOUVERNAIL

PDF Compressor Free Version



rv

REGLAGE DE LA COMMANDE DE GOUVERNAIL



rv

LE MONTAGE DU GOUVERNAIL

Un pilotage précis demande une commande précise, ne comportant aucun jeu mécanique, bien ajuster les tringles sur les palonniers et choisir un servo standard de 2,5 Kg/cm sans jeu dans la pignonnerie, ne pas hésiter à le sélectionner chez le fournisseur. Avec une double tringlerie réglable, le rattrapage des jeux dans les axes est possible. Il est impératif que le montage de toute la gouverne assure un retour au centre sans décalages.

Le servo a un axe cranté et il y a plusieurs façons de réaliser le palonnier en utilisant les accessoires fournis. En choisissant un grand disque, on repère les perçages de tringlerie sur la perpendiculaire à l'axe du bateau, mettre le servo en place et la radio en service manche et trim au centre. L'écartement des tringles par rapport à l'axe est de 15 mm environ, la forme du palonnier est découpée en vérifiant que les chapes de tringlerie ne viennent pas en butée avant les positions extrêmes bâbord/tribord.

Avec le palonnier en croix, utiliser les bras les plus longs, couper les autres. Il faut un peu de chance pour être bien perpendiculaire manche au centre, on a toujours un petit décalage visible à l'œil.

Autre montage, un palonnier façonné dans une plaque alu de 2 mm d'épaisseur est vissé sur le petit disque plastique des accessoires, ce qui permet d'avoir un écartement des tringles plus grand.

Deux précautions pour les palonniers en matière plastique : coller à la cyanolite une bague de métal autour du moyeu, elle empêche son éclatement ; utiliser un accessoire de la même marque que le servo, de petites différences de crantage existent entre fabricants.

L'angle de débattement du safran doit être limité à 40° tribord et 40° bâbord. A un angle plus grand le bateau réagit en ralentissant notablement, c'est plus un coup de frein qu'un virement. La limitation s'obtient par le calage des manches en butée et non pas par une différence d'écartement des tringles entre le palonnier du servo et celui de la mèche, les tringles sont parallèles, sans quoi ça risque de coincer.

Le palonnier sur la mèche a donc des perçages au même entre axes que le palonnier du servo, son moyeu est percé au diamètre de la mèche et comporte une vis de blocage serrant sur un plat de la mèche. L'épaisseur de métal du moyeu côté vis de blocage est conséquente pour ne pas voir le filetage lâcher au fil des serrages et desserrages. Si possible ce palonnier est d'une seule pièce usinée dans la masse.

La tringlerie est la plus courte possible, directe et sans renvoi, les câbles sont déconseillés, si la tringlerie est longue, utiliser du tube alu Ø 4 mm ou des baguettes résinées de 6 x 6 mm à minima, en fixant des chapes aux extrémités.

LE RÉGLAGE DU MANCHE DE GOUVERNAIL

Lors de l'achat de votre ensemble radio, veiller à ce qu'il y est aucun jeu mécanique dans le montage des manches de commande. Il est rare d'avoir un réglage de gouvernail où tout est parfaitement au centre. La correction au trim est alors nécessaire et le point milieu n'est plus celui marqué sur le boîtier émetteur (voir le chapitre "Équilibres et réglages du voilier"). Pour ramener le trim sur la marque milieu, procéder ainsi :

- 1 - Repérer sur le tableau la position milieu du safran (après essais en navigation).
- 2 - Émetteur en service, manche et trim au centre, le safran est décalé du repère.
- 3 - Ouvrir le boîtier émetteur, à l'aide d'un cutter désolidariser le secteur trim du secteur potentiomètre de la commande
- 4 - Faire tourner doucement le potentiomètre pour amener le safran sur le repère du tableau, sans décaler le trim.
- 5 - Avec un fer à souder, solidariser les secteurs trim et potentiomètre.
- 6 - Effectuer des manœuvres de contrôle de retour au centre. Fermer l'émetteur.

LES CIRCUITS D'ÉCOUTE DES VOILES, DISPOSITIONS COMMUNES

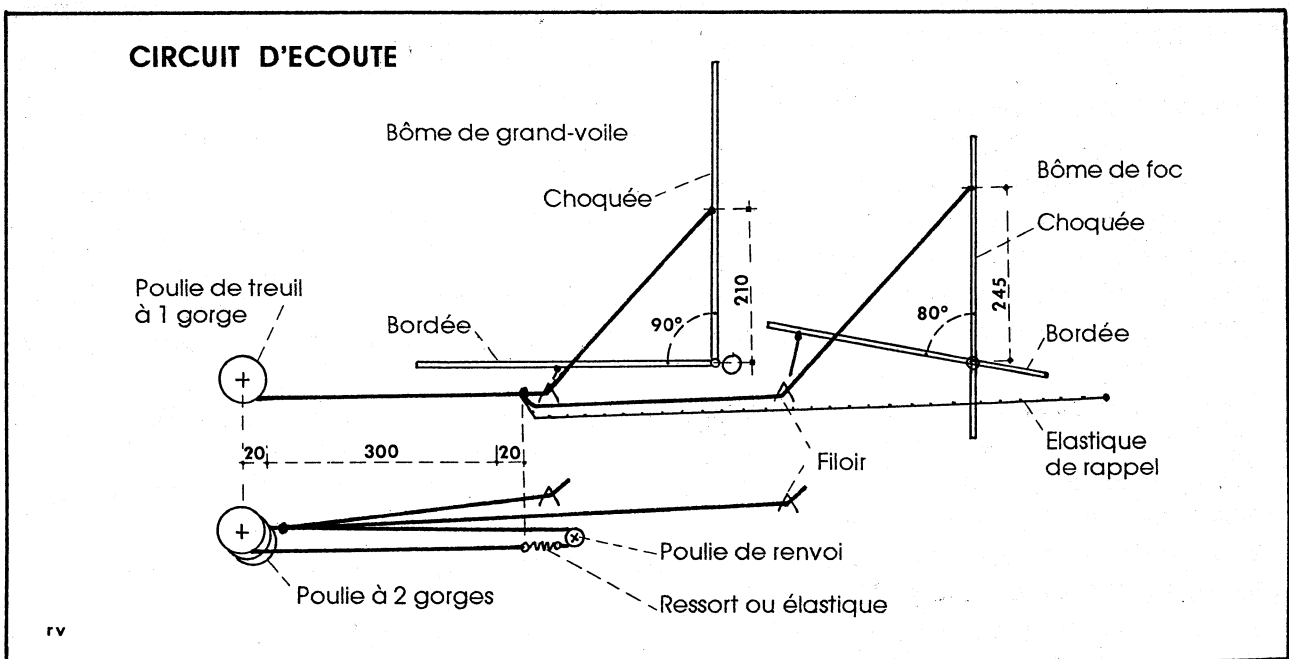
L'écoute de voile est en fil dacron 30 Kg (80 lbs), à allongement nul, point important dans le fonctionnement des réglages. La poulie du servo treuil enroule l'écoute pour border, ou la déroule pour choquer. Selon les montages, l'écoute est directe ou renvoyée par une poulie, et passe dans un filoir placé sur le pont un peu en arrière du capelage sur la bôme. Le capelage de l'écoute sur la bôme se fait de 190 à 210 mm de l'axe de rotation du gréement, vit-de-mulet ou mât selon le type, pour deux raisons essentielles : 1) La limitation du couple du servo treuil. 2) L'espace disponible à l'installation d'un circuit d'écoute le plus direct possible, les renvois étant consommateurs d'énergie.

La longueur d'écoute à manœuvrer correspond à la diagonale d'un carré à laquelle il est prudent d'ajouter la longueur due à la manœuvre du trim de la commande. Le réglage de longueur est ajusté voiles choquées avec un demi-tour de poulie en réserve. L'ajustage du nombre de tours de poulie nécessaire à la manœuvre des voiles est l'objet d'un prochain paragraphe.

Si l'installation de la radio s'impose à l'intérieur de la coque, les circuits d'écoute peuvent être intérieurs ou extérieurs. A l'intérieur, le montage demande beaucoup de rigueur, d'abord pour l'installer sans qu'il y ait d'embrouilles, d'écoutes qui s'enmêlent, qui s'accrochent ou accrochent les fils radio, ensuite pour en contrôler leur état et le bon fonctionnement. C'est une situation anormale pour un voilier, il suffit de jeter un coup d'œil sur les quillards grandeur pour voir toutes les écoutes sur le pont, et en voile radiocommandée il y a là aussi de bonnes raisons. Circuits directs, surveillance et maintenance facilitées et en prime séparation nette avec les fils radio, tout plaide pour une installation extérieure.

Avec les gréements traditionnels, l'écoute se divise en deux branches à partir du filoir de grand-voile sur le pont, l'une vers la bôme de grand-voile et l'autre vers la bôme de foc passant dans un filoir placé en arrière du capelage sur la bôme. Un bon réglage du foc par rapport à la grand-voile passe par une distance, de l'articulation de la bôme de foc au capelage de l'écoute, supérieure de 15 à 20 % à celle de la bôme de grand-voile. La bôme de grand-voile choque de 90°, celle du foc de 80° environ, au vent arrière les bômes sont parallèles.

Les sorties de pont ont l'inconvénient de ne pas être étanches, on a donc intérêt à diriger le tube de sortie vers l'arrière en direction d'une poulie de renvoi.



LE RÉGLAGE DE LA COMMANDE DES VOILES

Le réglage devient nécessaire dans le cas d'un émetteur non programmable et d'un treuil ne comportant pas de potentiomètre de réglage du nombre de tours de la poulie. Le problème est posé lorsqu'en manœuvrant le manche d'une position extrême à l'autre, le treuil déroule plus d'écoute qu'il est nécessaire pour passer les voiles d'une position bordée à une position choquée.

Exemple fréquent :

- Distance de l'axe de rotation de la bôme au vit-de-mulet : 210 mm.
- Longueur d'écoute nécessaire : $210 \times 1,4 = 297$ mm ($\sqrt{2} = 1,414$ diagonale d'un carré).
- Diamètre à fond de gorge de la poulie : 38 mm.
- Longueur d'écoute pour un tour de poulie : $38 \times 3,14 = 120$ mm ($\pi = 3,1416$).
- Nombre de tours de poulie pour dérouler 297 mm : $297 / 120 = 2,47$ soit 2,5 tours.

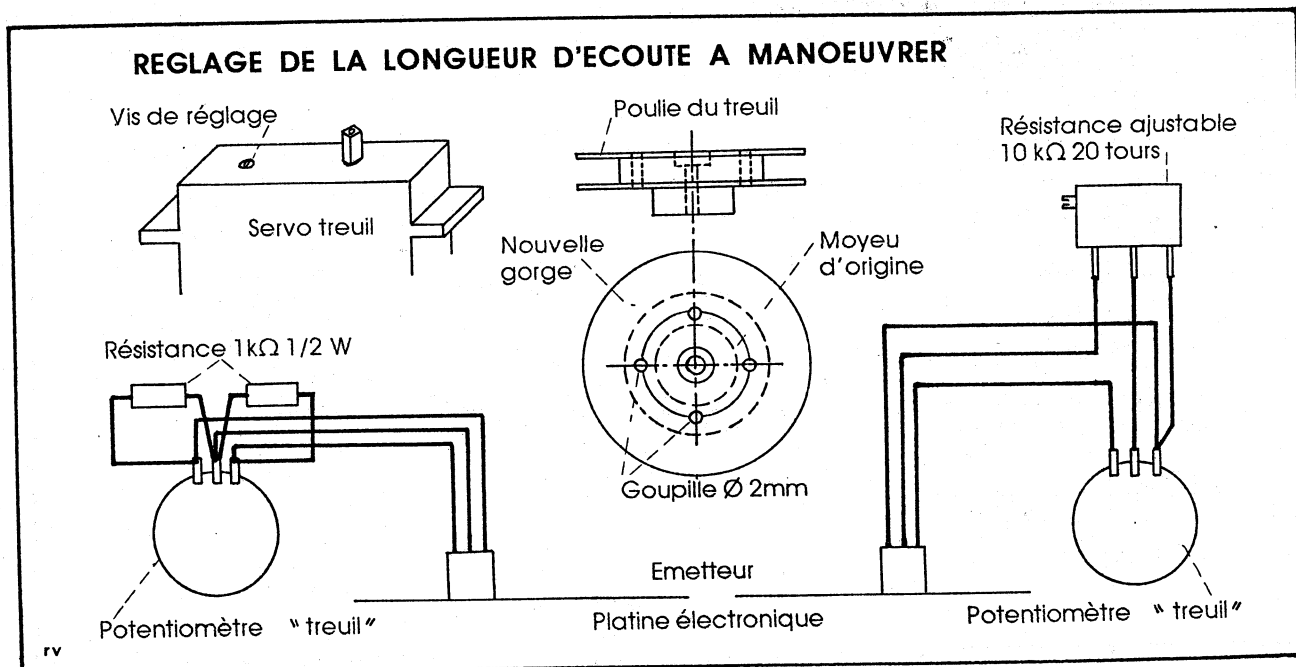
Or pour un débattement complet du manche, le treuil effectue 5 tours soit 600 mm d'écoute ! Que fait-on des 303 mm restant qui s'emmêlent en fond de coque ou sur le pont ? Notons que 5 tours sont inutiles pour deux raisons, l'une est que 600 mm correspondent à un capelage d'écoute à 424 mm du vit-de-mulet de la bôme et pose des problèmes pratiquement insolubles d'installation dans le bateau, l'autre est qu'il faut 5 secondes pour choquer les voiles et encore plus pour les border, c'est-à-dire plus du double de temps nécessaire à un virement de bouée, c'est beaucoup trop lent.

La solution souvent proposée est de limiter le nombre de tours en diminuant la longueur de débattement du manche, en conséquence la précision disparaît, le moindre déplacement du manche laisse filer trop d'écoute, solution déconseillée.

Deuxième solution, diminuer le diamètre de la poulie. On conserve le noyau et une gorge de diamètre adéquate est ajustée, collée et clavetée. Exemple pour 297 mm et 5 tours : $297 / 5 = 59,4$ mm par tour ; \varnothing de fond de gorge de la poulie : $59,4 / 3,14 = 19$ mm. Reste la lenteur de manœuvre.

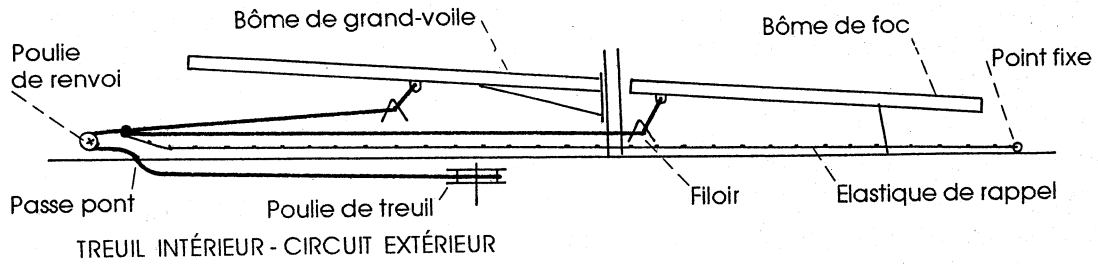
Troisième solution, voir schémas, de loin la plus radicale et à la portée de tous. A l'émetteur, aux bornes du potentiomètre du manche voiles, souder deux résistances de 1 K Ω (kilo ohm) 1/2 watt (repères de couleur : brun, noir, rouge) nombre de tours divisé par 2, ou une résistance ajustable 10 K Ω , 20 tours, nombre de tours réglable au besoin.

La position du manche en butée voiles bordées doit être franche, sans variations de position où l'on voit sur le bateau les bômes instables. Ce phénomène est dû à la souplesse du manche, à une butée inefficace, aux jeux mécaniques des articulations du manche. Essayer de remédier à ces défauts.

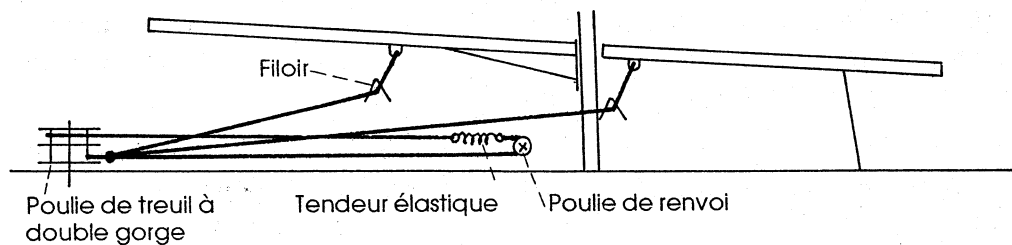
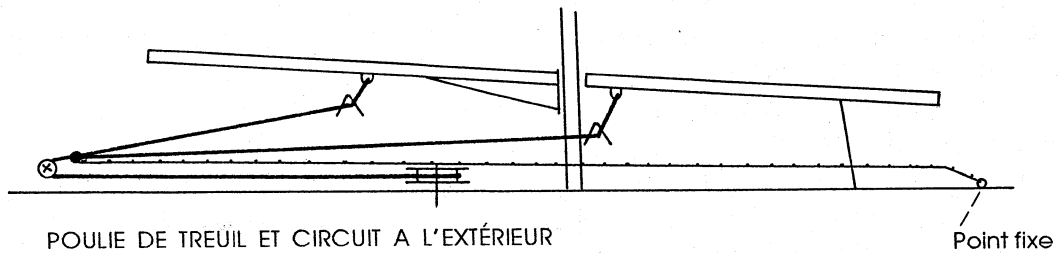
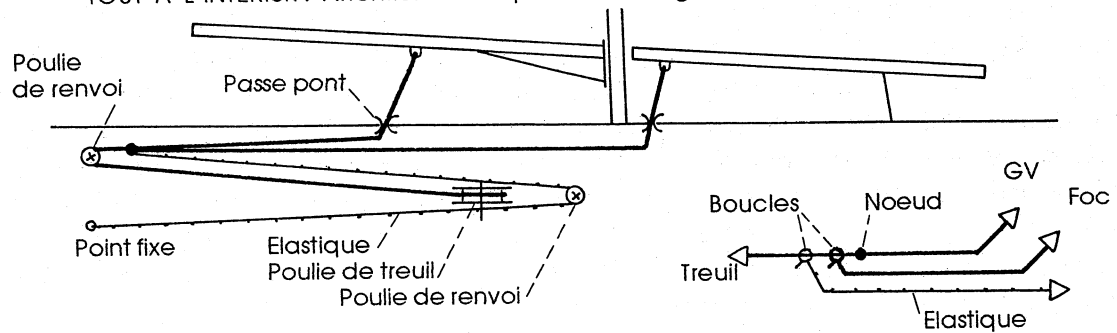


CIRCUIT D'ECOUTE POUR GREEMENT TRADITIONNEL

PDF Compressor Free Version

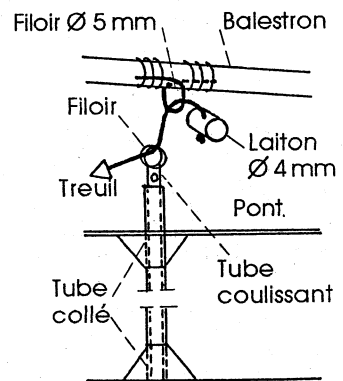
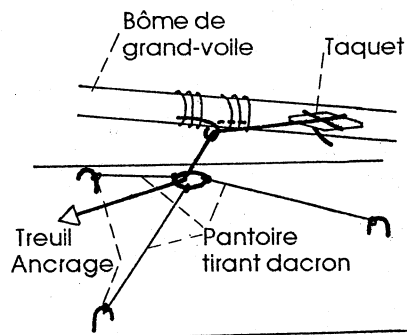
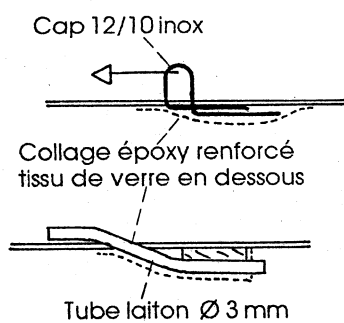


TOUT A L'INTERIEUR. Attention aux risques de mélanges dans ce montage.



rv

FILLOIRS DE PONT



rv

CIRCUIT D'ÉCOUTE À ÉLASTIQUE DE RAPPEL

Voir les schémas d'installation. L'élastique a pour rôle de tendre en permanence l'écoute sur la poulie, il est de section ronde, de petit diamètre et suffisamment long pour pouvoir fournir un allongement de la longueur d'écoute à enrouler. La poulie de treuil n'a qu'une seule gorge.

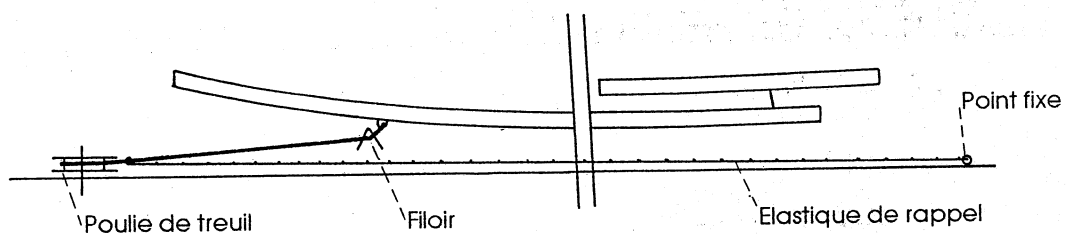
CIRCUIT D'ÉCOUTE EN CONTINU

Voir les schémas d'installation. Ce montage nécessite une poulie de renvoi et une poulie de treuil à deux gorges. L'écoute part d'un côté de la gorge basse de la poulie de treuil, passe dans la poulie de renvoi et revient sur la gorge haute de l'autre côté, de telle manière qu'une gorge déroule et l'autre enroule. Du côté gorge basse est capelée l'écoute de voile, du côté gorge haute un petit tendeur, ressort inox ou élastique, est inséré dans le circuit pour le maintenir toujours en tension. C'est du côté gorge basse que les voiles sont bordées. La distance entre la poulie de treuil et la poulie de renvoi est égale à la longueur d'écoute à manœuvrer, plus la longueur de manœuvre du trim.

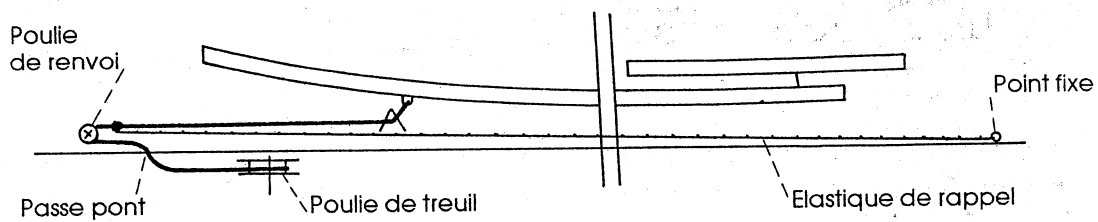
Le circuit d'écoute en continu n'a pas d'intérêt en montage intérieur, et pour éviter le mélange des écoutes sur le pont un élastique de rappel est nécessaire.

CIRCUIT D'ÉCOUTE POUR GREEMENT A BALESTRON

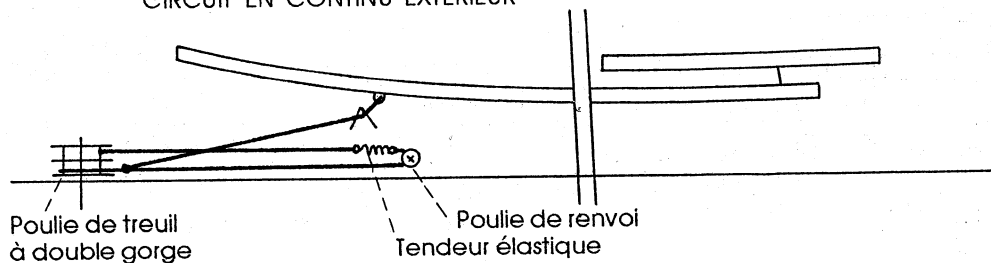
POULIE DE TREUIL ET CIRCUIT EXTÉRIEUR



POULIE DE TREUIL INTÉRIEURE ET CIRCUIT EXTÉRIEUR

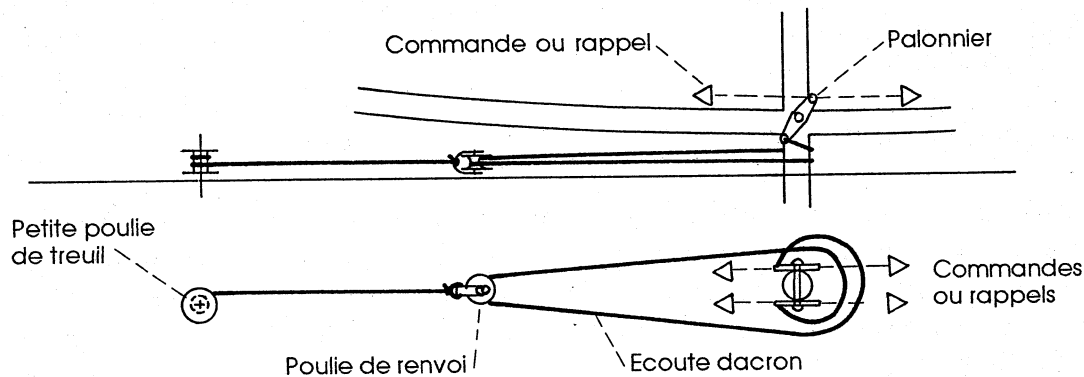


CIRCUIT EN CONTINU EXTÉRIEUR



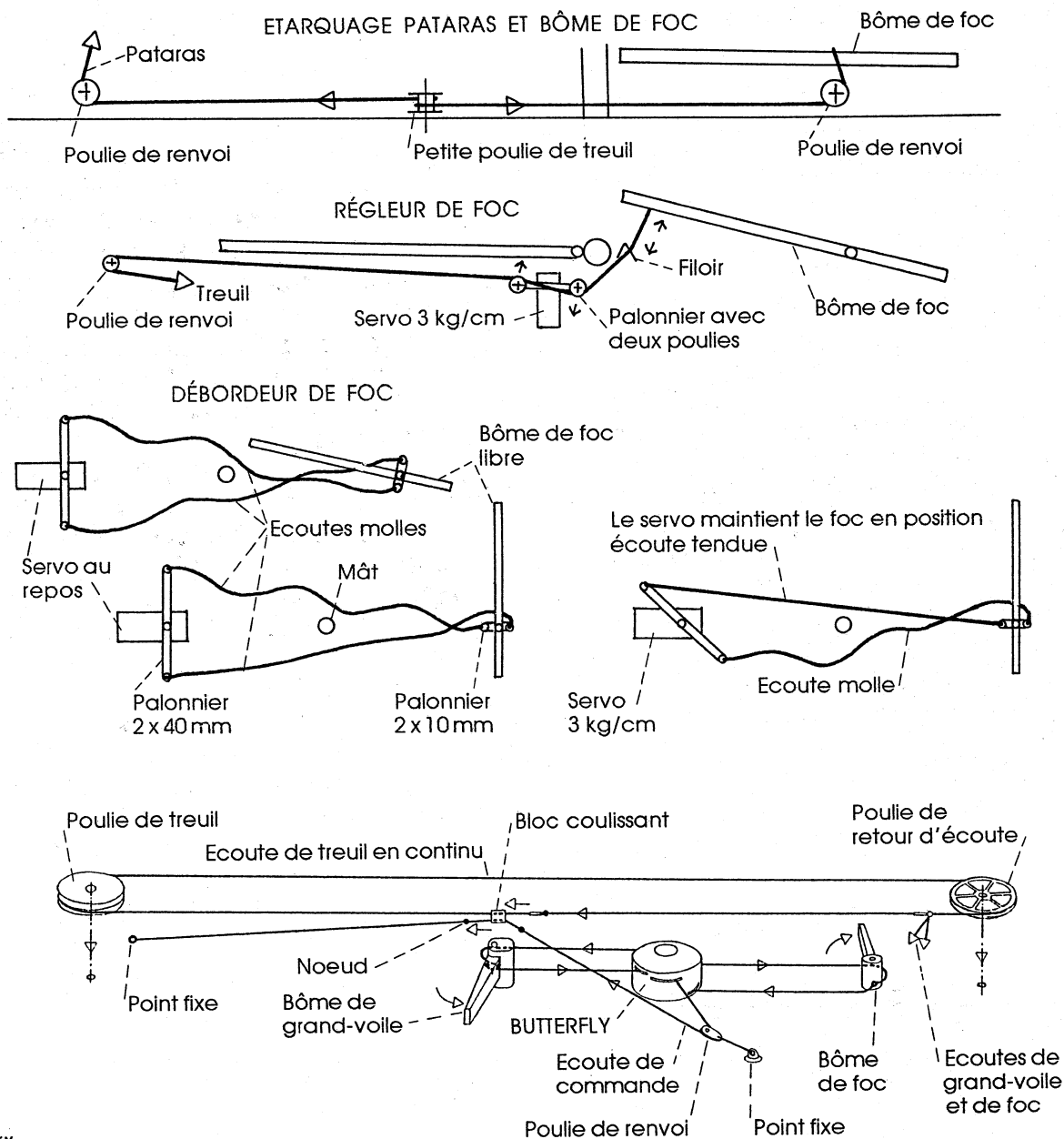
COMMANDE DE REGLAGE DES VOILES SUR GREEMENT A BALESTRON

PDF Compressor Free Version



rv

COMMANDE DE REGLAGE DES VOILES SUR GRÉEMENT TRADITIONNEL



rv

RADIOCOMMANDE DU RÉGLAGE DES VOILES SUR GRÉEMENT À BALESTRON

La difficulté provient de la rotation du mât qui doit être monté sur roulements pour réagir au mieux en ne produisant que l'effort produit par la commande. Les réglages fins nécessitent un 2° servo treuil 5 Kg/cm en arrière du mât à poulie de faible diamètre et démultipliée, manœuvrant en douceur et avec précision 10 mm d'écoute maximum, la commande sur l'émetteur se faisant sur le manche des voiles en débattement horizontal cranté. Un servo standard de 5 Kg/cm peut convenir, mais avec moins de précision.

Une écoute dacron 30 Kg partant de la petite poulie du treuil est frappée sur la manille d'une poulie mobile à roulements. Sur le mât à hauteur du balestron, deux palonniers métalliques usinés sont positionnés de part et d'autre sur le même axe. Du palonnier tribord, un bout dacron 30 Kg passe devant le mât et vient par bâbord dans la poulie mobile, puis file par tribord du mât pour venir sur le palonnier à bâbord. Le déplacement de la poulie mobile par le treuil provoque un déplacement des palonniers. Lorsque le mât pivote le bout circule dans la poulie mobile en conservant les positions de la commande. Prévoir un espace entre le dessous du balestron et le pont.

Sur les palonniers les commandes diverses sont reprises : ouverture et étarquage du foc, creux ou dévers de grand-voile.

RADIOCOMMANDE DU RÉGLAGE DES VOILES SUR GRÉEMENT TRADITIONNEL

Sur l'émetteur toutes les commandes de réglage des voiles sont faites à partir du manche "voiles" sur le débattement horizontal cranté, sauf la commande du système "butterfly".

L'ÉTARQUAGE du pataras et du foc se fait à partir d'un treuil à poulie de faible diamètre et très démultipliée ou d'un servo standard à palonnier 5 Kg/cm manœuvrant 10 mm d'écoute maximum au point de rotation de la bôme de foc et au pataras par l'intermédiaire de poulies de renvoi. Ce montage s'utilise dans les surventes, il permet d'étarquer le foc qui en a besoin dans ce cas là, et de faire déverser le trop plein d'air dans le haut de la voile par l'action du pataras sur le mât.

Le RÉGLEUR DE FOC. Son rôle est d'ajuster le réglage du couloir entre foc et grand-voile. Il nécessite un servo standard 2,5 Kg/cm. Le palonnier du servo est équipé de deux poulies sur roulement dans lesquelles passe l'écoute de foc. En manœuvrant, la rotation du servo modifie le circuit, et de ce fait l'écart foc/grand-voile.

Le DÉBORDEUR DE FOC. Au vent arrière par petit temps, la commande d'un servo 2,5 Kg/cm oblige le foc à se placer en opposition à la grand-voile. De chaque côté de la bôme de foc, un bras de levier de 10 mm est fixé au droit du point de rotation. Sur le servo un grand palonnier de 2 x 40 mm est relié aux bras de la bôme par deux bouts croisés en fil dacron. Les bouts au repos sont mous et n'entravent pas au vent arrière le passage bâbord-tribord. Par rotation du palonnier du servo, le foc est passé "en papillon" et le maintient dans la position choisie.

Le BUTTERFLY établit au vent arrière une position du foc opposée à celle de la grand-voile. Le circuit d'écoute des voiles est monté en continu, un bout est dérivé commandant l'action de l'inverseur butterfly. Il n'est nul besoin d'un servo supplémentaire, il suffit après avoir choqué les voiles, de pousser à fond le manche de commande des voiles. La pièce principale de ce système se présente sous la forme d'un boîtier rond le butterfly. De ce boîtier "top secret", on peut supposer qu'un train d'engrenages à effet inverse avec différentiel, actionné par le bout de commande entraîne deux poulies. Une à la partie supérieure enroule et déroule en continu deux bouts vers la bôme de grand-voile. L'autre à la partie inférieure avec deux bouts vers la bôme de foc tourne en sens inverse. Du fait du différentiel, quel que soit le côté où se positionne la grand-voile, le foc se place en opposition.

PDF Compressor Free Version

Papy ! C'est l'heure du dîner !

LES VOILES

LES QUALITÉS DES TISSUS ET MATÉRIAUX UTILISÉS

Les voiles sont le moteur du voilier, elles sont aussi l'élément le plus délicat du bateau. Le meilleur moyen d'acquérir les connaissances nécessaires est de se lancer sans complexes dans leur confection. Tout à un début, et ce chapitre à propos des voiles se propose d'être un guide à la maîtrise de leur confection. Quel que soit le genre de l'activité envisagée, loisir ou compétition, on ne peut qu'encourager les modélistes VRC dans cette expérience. La voile radiocommandée ne néglige rien et progresse avec son temps. Sachez que les plus grands maîtres voiliers ont commencé par faire des voiles pour eux-mêmes avant de devenir des professionnels réputés.

Les voiles méritent beaucoup d'attentions, elles méritent aussi d'être traitées avec sérieux. Avoir de belles voiles bien faites ne suffit pas, les établir correctement, les utiliser à bon escient, les stocker sans dommages sont tout aussi indispensables. Les voiles et le gréement, c'est une sorte d'union où l'un doit s'adapter parfaitement à l'autre, la réussite de ce mariage est une procédure :

- 1 - Choisir les dimensions des voiles.
- 2 - Construire les gréements correspondants.
- 3 - Confectionner les voiles adaptées à chaque gréement.

La technologie des matériaux n'est pas immuable, les tissus à voile ont maintenant un vaste échantillonnage. Jadis les marins disposèrent du lin d'Egypte, puis du coton de Chine, à notre époque les produits de synthèse issus du pétrole et de l'industrie chimique, le Dacron et le polyester les ont remplacés.

En VRC, certaines qualités sont demandées à un tissu ou à un matériau destinés à la confection des voiles :

- a) la facilité de manipulation où les pliures résiduelles, les éraflures, les marques de coups sont indésirables,
- b) l'absence de "mémoire", le tissu par sa tenue doit suivre les courbes qu'on lui donne sans revenir à sa position de stockage en rouleaux, voire de défaut de fabrication,
- c) la stabilité de forme dans le temps, ni fluage, ni distorsion après une surcharge de vent,
- d) avoir un bon lissage favorisant l'aérodynamisme et sa couche limite,
- e) aucune porosité, l'air ne doit pas passer au travers,
- f) aucune absorption d'eau produisant déformation et alourdissement,
- g) isotropie, résistances équivalentes dans le droit fil et le biais,
- h) résistance à la déchirure, à la suite d'une amorce de rupture, à l'abrasion due au frottement, au fageyement.

Toutes ces qualités sont recherchées dans les trois étapes principales de l'élaboration d'un tissu : le fil, le tissage, la finition.

LE FIL DE TISSAGE

Le fil est un assemblage de filaments rendus solidaires. On part d'un polymère de polyester solide que l'on va fondre et filer à grande vitesse au travers d'une filière. Les filaments micromillimétriques sont refroidis à l'air et étirés. Ils sont ensuite assemblés par torsion et soumis aux opérations d'encollage et de moulinage sur bobines. La définition de la grosseur du fil se fait par "le titre" dont l'unité est le "denier" et correspond au nombre de trous de la filière, c'est le nombre de filaments composant le fil.

LE TISSU À VOILE

La majorité des tissus à voile sont tissés à partir des fibres américaines Dacron de Dupont de Nemours. En fonction du grammage recherché, de la destination de la toile et des caractéristiques de ses métiers, le tisseur établit les paramètres de fabrication du tissu selon les termes d'une connaissance complexe, et autant de secrets de fabrication...

Une toile est constituée d'un assemblage croisé à 90° de fils longitudinaux, la chaîne, et transversaux, la trame. La toile sortant du métier a une consistance molle et rêche. Les travaux de finition vont du lavage au repassage en passant éventuellement par un bain de résine et polymérisation.

La technique et le traitement des matériaux permettent d'obtenir des tissus de bonne stabilité dimensionnelle, dont en particulier la maîtrise des déformations dans le droit fil de la chaîne et de la trame. Le contrôle des déformations dans les autres directions, notamment dans le biais se fait par différents procédés :

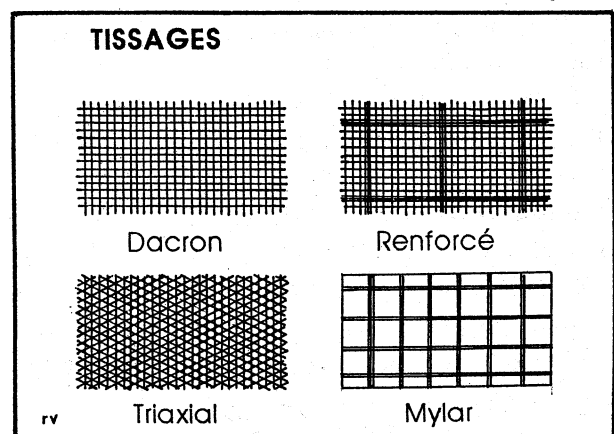
- l'élaboration d'un tissu aussi dense que possible par serrement maximum des fils,
- en incluant des fils supplémentaires dans le biais, on obtient un tissu triaxial,
- certains fils de trame et de chaîne sont renforcés (rip stop), formant un quadrillage,
- l'enduction sur une seule face d'une résine polyester,
- l'imprégnation sur deux faces d'une résine polyester pénétrant le tissu.

Dans les deux derniers procédés cités, l'espace existant entre les fils est rempli par la résine qui opère une véritable soudure des fils entre eux. Ainsi le rapport des résistances entre le droit fil et le biais serait de 1/3 pour un tissu non traité non renforcé, de 1/2 pour un tissu ayant une enduction sur une face et de 1/1 pour un tissu imprégné sur deux faces.

Le grammage des tissus est en fonction des fils utilisés et des quantités d'apprêt. Les unités en vigueur sont le gramme par mètre carré g/m^2 , et l'once américain oz équivalent en principe à $41,5 g/m^2$. Il y a en fabrication d'inévitables tolérances selon chaque étape technique, en particulier lors de la finition qui fait que le poids est plus théorique qu'exact.

Les tisseurs effectuent des tests de contrôle du produit fini portant principalement sur les caractéristiques mécaniques. Le tissu sera alors classé en 1^{er} ou second choix ou éliminé...

CORRESPONDANCE DE POIDS DES TISSUS		
ounce oz Américain	ounce oz Anglais	gramme / m ² Français
0,75	1	32
1,20	1,50	51
1,50	1,90	64
2	2,50	85
2,75	3,40	115
3	3,75	125
3,50	4,40	150



LE MYLAR, UN TISSU COMPOSITE

C'est un nom de fabricant donné à un matériau composite constitué d'un support textile enduit d'un film polyester. Cette enduction sur une face d'un tissu dacron apporte de la raideur et procure un supplément de résistance le rendant pratiquement isotrope. Le travail d'assemblage des laizes dans les petites largeurs est plutôt difficile, il encaisse mal les courbures de faible rayon. Cependant le mylar a l'avantage de donner des profils stables sans déformation, et l'inconvénient d'être sensible au fageyement et aux manipulations que l'on cherchera à éviter.

Son emploi en voile radiocommandée se fait habituellement dans les grammages de 60 g/m² et de 90 g/m², dont le tissu support a une trame et une chaîne larges formant une grille présentant des carrés ou des rectangles de 2 à 5 mm de côté. Les espaces entre les fils sont comblés par le film polyester, les modélistes le nomme "mylar grillé". Ce type de mylar est beaucoup moins sensible aux fageyements et aux manipulations.

Le large tissage ne facilite pas les coutures d'assemblage des laizes car le point n'enserme pas efficacement les fils du tissu, et le fil de couture déchire assez facilement le film polyester, un large point zig-zag a bien du mal à jouer son rôle de blocage. La couture est cependant nécessaire, se contenter d'assembler avec un adhésif seul est un peu juste, le collage n'est pas total avec la surépaisseur des fils.

Ce mylar grillé existe aussi avec un tissu support fait de fils kevlar ou d'un mixage fils dacron et fils kevlar. Il est vraisemblable d'ailleurs qu'une évolution des tissus support apporte d'autres formes de mylar.

UN FILM POLYESTER, LE STARLIT

Il est en principe destiné à la voilerie et insensible pratiquement à l'humidité, ce qui en fait une propriété particulièrement intéressante, et si on lui ajoute sa surface lisse et des assemblages sans coutures, on a en somme un matériau réunissant presque toutes les qualités.

Il se présente sous la forme d'un film polyester transparent (sans tissu support) dans différents grammages utilisables en VRC : 50, 70 et 100 g/m². Sa coloration dans la masse offre un plus dans la visualisation des profils et surtout dans le positionnement des voiles en navigation. Cependant, il semble que la coloration a tendance à modifier ses caractéristiques mécaniques, comme la sensibilité aux déchirures pour laquelle la pose d'un ruban de renfort sur le pourtour de la voile limite le risque.

LE PAPIER CALQUE POLYESTER

Ce papier calque est un film polyester maté deux faces et disponible dans les papeteries au rayon dessin. Le support est un film polyester translucide, théoriquement indéchirable, très stable. Les deux faces sont traitées donnant une apparence de dépoli pour permettre l'accrochage des mines de crayon et l'adhérence de l'encre. Ce traitement a l'avantage pour les voiles de les rendre plus visibles en navigation quant à leurs positions.

On le trouve en plusieurs épaisseurs dont la plus intéressante est le 50 microns -75 g/m². En feuille il n'a aucun sens d'utilisation, en rouleau il se traite en alternance d'enroulement comme un tissu. C'est en outre le produit le moins onéreux pour la confection des voiles, recommandé en première phase d'apprentissage.

Attention, un film acétate maté une face, support translucide est moins résistant que le polyester et surtout il craint l'humidité. Il est reconnaissable à l'aspect lisse et brillant de la face non matée. Les films non traités, très, très transparent n'ont aucune différence d'aspect entre polyester et acétate.

LES RUBANS ADHÉSIFS DOUBLE FACE

Il existe une gamme étendue de rubans adhésifs double face adaptés à une multitude d'applications d'assemblages. Précisons tout de suite que les rubans à transfert d'adhésif ne comportent pas de film support, ils sont plus délicats d'emploi notamment au repositionnement des assemblages, et pour ces raisons ne sont pas recommandés dans la confection des voiles.

Chaque référence de ruban adhésif double face a ses applications spécifiques selon les surfaces sur lesquelles elles sont appliquées et selon la qualité du jointage demandé. Les rubans utilisés en voilerie se présentent sous la forme de rouleaux de 50 m (ne pas lésiner sur la longueur), en largeur de 6 mm et 9 mm. Ces rubans ont un film support sur lequel les deux faces sont enduites de colle, l'une des faces recevant un ruban papier protecteur pelable facilitant les manipulations.

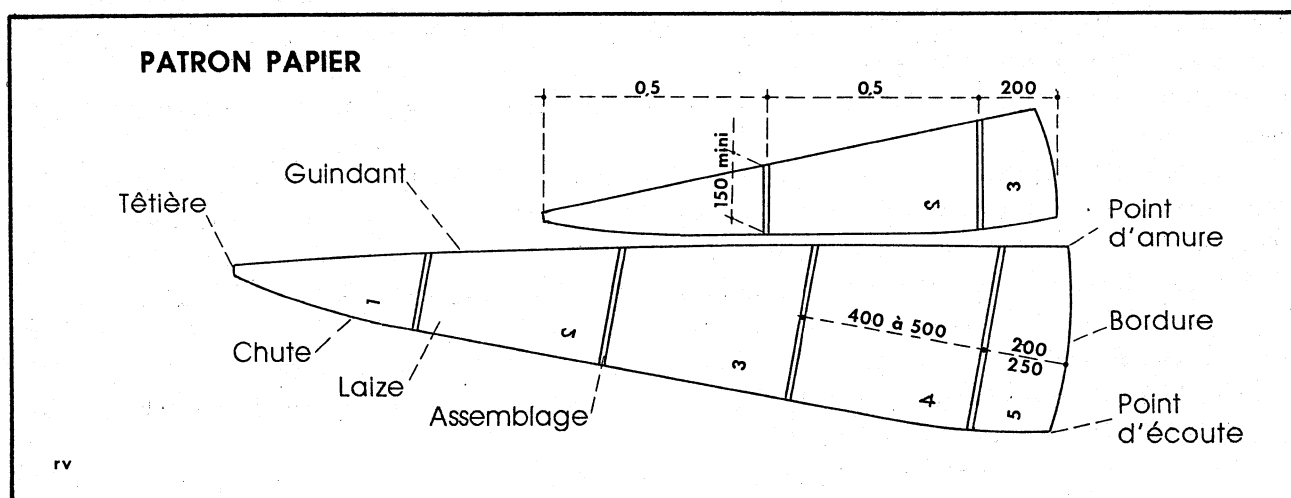
Les tissus et matériaux employés dans la confection des voiles présentent des surfaces de différentes nature. Le dacron tissé, imprégné ou non est plus ou moins lisse et il a en fait un pourcentage de surface de contact faible, l'adhésif sert à maintenir les assemblages en position avant les opérations de couture, le principal problème étant l'accumulation de colle sur l'aiguille. Le starlit et le papier calque polyester ont des surfaces parfaitement lisses et sont normalement assemblés sans couture, l'adhésif assure seul la qualité de l'assemblage. Le mylar à large tissage a une surface irrégulière où l'adhésif participe moyennement mais autant à la tenue de l'assemblage que la couture.

Par ailleurs, les voiles sont soumises à des conditions climatiques extrêmes : vent, pluie, soleil. En résumé, les caractéristiques des rubans doivent donc répondre à différents critères :

- non adhésion à l'aiguille,
- haut pouvoir d'adhérence,
- être repositionnable,
- tenue à l'humidité,
- tenue aux températures entre $- 5^{\circ}\text{C}$ et $+ 40^{\circ}\text{C}$,

La difficulté majeure est l'approvisionnement du produit adéquat dans le commerce de détail, il faut trop souvent se contenter de ce qui est disponible, la consommation étant limitée.

La marque TESA propose la référence 4959. Chez 3M, il est préconisé les 9571 et 9572, celui-ci sur support polyester, ils sont à fort pouvoir adhésif, pour des températures d'utilisation allant de $- 30^{\circ}\text{C}$ à $+ 70^{\circ}\text{C}$, et la formule exclusive de l'adhésif évite l'accumulation de colle sur l'aiguille, voilà une qualité rare offrant un avantage face au souci du point zig zag "sauté". Ces références de rubans conviennent à la confection des voiles VRC en dacron ou films polyester.



LE CHOIX DES TISSUS

1 Voiles de petit temps, vents de force 0 à force 1, de 0 à 5 km/h :

Un jeu de voile spécifique à ce type de temps demande beaucoup de facilité à se former au moindre souffle d'air, ce sont souvent des turbulences qui provoquent des changements d'amures fréquents, au grand dam du pilote. La mobilité du foc garantissant le couloir d'accélération de l'air sous la voile est primordiale. Selon le choix des tissus, plusieurs solutions sont possibles :

a) une grand-voile et un foc en starlit 50g,

b) une grand-voile composite, guindant en stralit 50g et le reste en starlit 70g où en papier calque polyester 50 μ (microns) - 75g, le foc étant en starlit 50g ou en mylar 40g.

Elles ont généralement un fort rond de guindant, surtout dans le haut. Ces voiles non cousues ont une utilisation soumise à modération, attention aux surventes.

2 Voiles de petit temps, vents de force 1 à 2, de 5 à 11 km/h.

C'est un deuxième jeu de voile dont les mesures de jauge sont identiques à celles du 1. Elles se différencient par un grammage plus fort, avec moins de rond de guindant et un foc en position avancée sur le gréement (question d'équilibre du bateau que nous verrons dans un autre chapitre).

Le tissu retenu pour le foc et la grand-voile est le mylar 60g, absorbant des surventes sans trop de dommages.

3 Voiles de petit temps, vents de force 0 à force 2, de 0 à 11 km/h.

Il est conseillé à un débutant d'opter pour cette formule de gréement unique, en utilisant des voiles mylar 60g citées précédemment. Ceux dont le pilotage est affiné se confectionneront un jeu de voile plus élaboré, avec une grand-voile et un foc à guindant starlit 50g et le complément en starlit 70g ou papier calque polyester 50 μ - 75g.

L'assemblage du starlit 50g du guindant se fait à plat et sans coutures.

4 Voiles médium, vents de force 3, de 12 à 19 km/h.

Ces voiles doivent être capables d'encaisser des à-coups sans déformations visibles. Foc et grand-voile sont généralement coupés dans des grammages de dacron apprêté ou de mylar 90g. Le starlit 100g convient mais le problème réside dans le fil de couture avec le risque de déchirure du sarlit.

5 Voiles de brise, vents de force 5 à force 8, de 20 à 75 km/h.

Les forts grammages utilisés en VRC sont pour ces voiles à toutes épreuves, le choix d'un 110 ou 140g dacron apprêté couvrant la gamme. Encore qu'avec un mylar 90g on puisse s'en sortir en prenant quelques précautions à l'usage. Par ailleurs la combinaison des deux, grand-voile en dacron et foc en mylar donne de bons résultats.

UN PATRON POUR LES VOILES

Confectionner ses voiles demande une petite période d'apprentissage, en se disant que les premières auront sans doute quelques imperfections. Mais après deux ou trois essais, l'espoir d'un résultat correct arrive.

Les processus proposés sont simples, méthodiques, rapides, étudiés pour vous faciliter l'ouvrage. Ensuite chacun choisira sa méthode et ses tours de mains.

Avant d'attaquer avec les ciseaux, la grand-voile et le foc sont dessinés aux dimensions réelles sur une feuille de papier fort, genre papier d'emballage, pour constituer un patron. Sur ce patron les assemblages des laizes sont dessinés des deux côtés, perpendiculaires à la chute. Prendre la précaution de prévoir une hauteur de 200 à 250 mm pour la laize du bas de façon à mieux former par la suite la poche de la voile. Les autres laizes étant réparties uniformément au mieux, en essayant toutefois d'être entre 400 et 500 mm de hauteur. La laize supérieure dont la largeur est inférieure à 150 mm est très difficile à former correctement.

Les laizes sont repérées alternativement bâbord-tribord par une numérotation commençant par le haut. Les patrons des voiles sont découpés en suivant les pourtours.

SCHÉMA DE MESURE DES VOILES CLASSE 1 MÈTRE

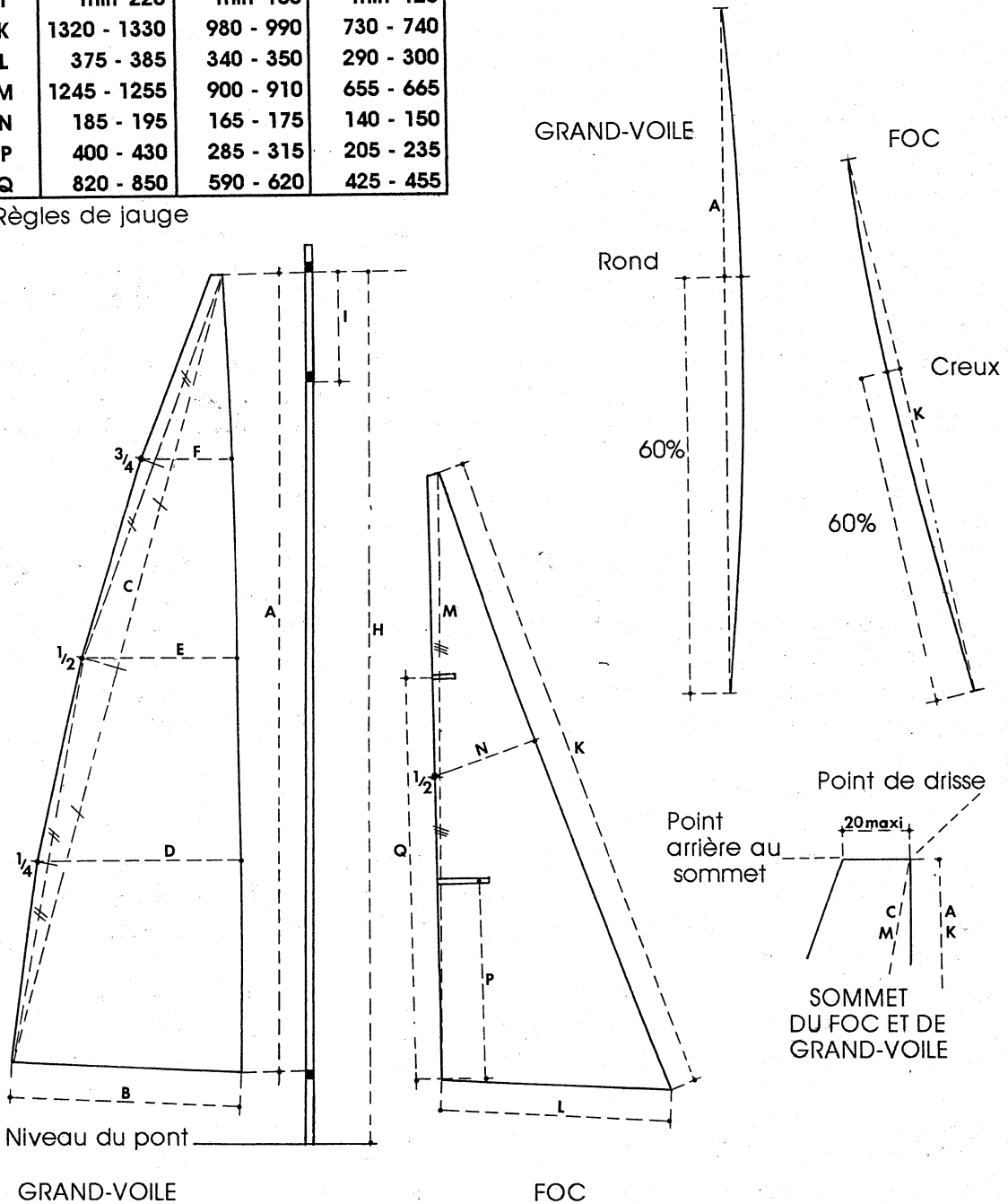
PDF Compressor Free Version

en mm	GRÉEMENT n°1	GRÉEMENT n°2	GRÉEMENT n°3
A	max 1600	max 1180	max 880
B	350 - 360	340 - 350	310 - 320
C	1610 - 1620	1200 - 1210	910 - 920
D	305 - 315	295 - 305	265 - 275
E	235 - 245	225 - 235	205 - 215
F	135 - 145	130 - 140	115 - 125
H	1660 - 1700	1240 - 1280	940 - 980
I	min 220	min 160	min 120
K	1320 - 1330	980 - 990	730 - 740
L	375 - 385	340 - 350	290 - 300
M	1245 - 1255	900 - 910	655 - 665
N	185 - 195	165 - 175	140 - 150
P	400 - 430	285 - 315	205 - 235
Q	820 - 850	590 - 620	425 - 455

Règles de jauge

ROND ET CREUX DE GUINDANT en mm				
		n°1	n°2	n°3
VOILE	Rond	12	8	5
	60%	960	700	530
FOC	Creux	2	2	3
	60%	800	590	440

A titre d'exemple



LES POINTS DE MESURE DES VOILES CLASSE 1 MÈTRE

Avant de procéder à la coupe du tissu, il est nécessaire de connaître les dimensions et les points de mesure des voiles définis par la jauge. Il est indispensable de se conformer aux règles en vigueur que l'on trouve dans un fascicule édité par la Fédération Française de Voile : "Règles de jauge pour voiliers radiocommandés", (quelques euros).

Les voiles de classe 1 mètre bénéficient d'un tableau des mesures de jauge à respecter avec un minimum et un maximum, il s'agit donc de se maintenir dans la fourchette mini maxi.

Les mesures nécessaires au tracé et à la coupe du pourtour des voiles sont expliquées ci-dessous. Tous les points de mesure définissant le contour de la voile ou du foc sont joints par des lignes droites, sauf le guindant qui peut avoir un tracé courbe, le rond de guindant. Les lettres indiquées sont celles du schéma de mesure.

Grand-voile :

- A** Mesure du guindant entre les deux bandes haute et basse placées sur le mât ; la voile ne doit pas déborder sur les bandes de mesure lorsqu'elle est établie et étarquée ; pour tenir compte de l'allongement du tissu de la voile à l'éтарquage, le guindant est coupé en retrait de 2 à 3 mm selon les qualités des tissus.
- B** Bordure, mesure du point d'amure au point d'écoute.
- C** Chute, mesure du point d'écoute au point de drisse (sur la têteière côté mât),
- D** Transversale au 1/4, perpendiculaire au guindant ; le point de chute se situe sur la médiatrice de la droite joignant le point d'écoute et le point de chute à 1/2.
- E** Transversale à 1/2, perpendiculaire au guindant ; le point de chute se situe sur la médiatrice de C.
- F** Transversale au 3/4, perpendiculaire au guindant ; le point de chute se situe sur la médiatrice de la droite joignant le point de drisse et le point de chute à 1/2.

Têteière, mesure au sommet limitée à 20 mm maximum, perpendiculaire au guindant.

Foc :

- K** Guindant, mesure du point d'amure au point de drisse.
- L** Bordure, mesure du point d'amure au point d'écoute.
- M** Chute, mesure du point d'écoute au point de drisse (sur la têteière côté guindant) ; le tracé de la chute joint le point d'écoute et le point arrière au sommet (têteière).
- N** Transversale à 1/2 perpendiculaire au guindant ; le point de chute se situe sur la médiatrice de M.

Têteière, mesure au sommet limitée à 20 mm maximum, perpendiculaire au guindant

TRACÉ DES VOILES D'UN CLASSE 1 MÈTRE

Grand-voile :

Le premier tracé est celui du guindant, la longueur maximum est précisée sur le tableau des mesures, reste à connaître les mesures du rond s'adaptant au cintre du mât. Se baser sur les valeurs suivantes de la flèche, à 60 % de la hauteur, avec un mât en tube alu de Ø 12 mm tringle à rideaux :

jeu de voiles n° 1 = 12 mm - jeu de voiles n° 2 = 8 mm - jeu de voiles n° 3 = 5 mm.

Ensuite repérer le point d'écoute au point de croisement des mesures B et C, continuer par les mesures de E, D, F et la têteière. Tracer le pourtour et les laizes au nombre de quatre maximum.

Foc :

Sous l'action du vent, l'étau de foc se creuse, en ayant un étau en corde à piano de 6/10° inox, le guindant a un tracé concave avec une flèche de 2 mm pour les jeux de voile n° 1 et n° 2, et de 3 mm pour le n° 3, placée à 60 % de la longueur.

Le point d'écoute est repérer avec les mesures L et M, puis à suivre les mesures de N et de la têteière. Tracer le pourtour et les laizes au nombre de trois maximum.

LES POINTS DE MESURE DES VOILES CLASSE M

Les points de mesure des voiles classe M sont précisés dans les règles de jauge, se procurer le fascicule auprès de la Fédération Française de Voile (quelques euros).

Sont expliquées ci-dessous les mesures utiles aux tracés des points de mesure et du contour des voiles. Les lettres de référence indiquées sont celles du schéma de mesure.

S La surface totale de jauge $S = (A \times B / 2) + (Q \times R / 2) +$ surfaces additionnelles éventuelles, le tout étant limité à 0,5161 m² maximum.

G Hauteur du bord supérieur de la bande de mesure basse sur le mât, par rapport au pont ; elle influence la longueur du guindant de grand-voile.

H La mesure maximum de H est de 2160 mm, hauteur du bord inférieur de la bande de mesure haute sur le mât, par rapport au pont ; elle influence la mesure du guindant de la grand-voile.

I La mesure maximum de I étant à 80 % de H, elle est mesurée depuis le pont jusqu'au bord inférieur de la bande milieu, elle influence la longueur de guindant du foc.

Grand-voile :

A Longueur de guindant mesurée sur le mât entre les bandes de mesure haute et basse ; la voile lorsqu'elle est établie et étarquée ne doit pas déborder sur les bandes. Le guindant de voile est alors coupé 2 à 3 mm plus court que la mesure pour tenir compte de l'allongement à l'éтарquage.

B Bordure, mesure perpendiculaire au guindant jusqu'au point d'écoute ; si le point d'écoute est plus bas que le point d'amure, la mesure de B est faite entre les deux points ; le point de chute sur la bordure est positionné en fonction de la forme de la bôme ; par rapport à la droite joignant les points d'écoute et d'amure, la flèche du rond de bordure est de 25 mm maximum ; la régularité du rond de bordure est acceptable quand le point d'amure et ensuite le point d'écoute sont superposés avec n'importe quelle partie de la bordure et que l'irrégularité entre les deux bords de la pliure ne dépasse pas 3 mm.

1/4 et X Le point de chute à 1/4 se situe sur la médiatrice entre le point d'écoute et le point de chute 1/2 ; la mesure 3/4 de B + 63 est perpendiculaire au guindant ; X est une mesure additionnelle éventuelle.

1/2 et Y Le point de chute à 1/2 se situe sur la médiatrice de la droite joignant le point d'écoute et le point de drisse (têtière côté mât) ; la mesure 1/2 de B + 72 est perpendiculaire au guindant ; Y est une mesure additionnelle éventuelle.

3/4 et Z Le point de chute au 3/4 se situe sur la médiatrice de la droite joignant le point de drisse au point de chute 1/2 ; la mesure 1/4 de B+72 est perpendiculaire au guindant ; Z est une mesure additionnelle éventuelle.

Foc :

Q Mesure du guindant entre le point d'amure et le point de drisse.

R Mesure du point d'écoute perpendiculaire au guindant. La bordure entre les points d'écoute et d'amure est une courbe définie comme pour la grand-voile en B.

1/4 et x Le point de chute au 1/4 est situé sur la médiatrice de la droite joignant le point d'écoute au point 1/2 ; la mesure 3/4 de R + 55 est perpendiculaire au guindant ; x est une mesure additionnelle éventuelle.

1/2 et y Le point de chute à 1/2 se situe sur la médiatrice de la droite joignant le point d'écoute au point de drisse ; la mesure 1/2 de R + 60 est perpendiculaire au guindant ; y est une mesure additionnelle éventuelle.

3/4 et z Le point de chute à 3/4 est situé sur la médiatrice de la droite joignant le point de drisse au point 1/2 ; la mesure 1/4 de R + 60 est perpendiculaire au guindant ; z est une mesure additionnelle éventuelle.

Grand-voile et foc :

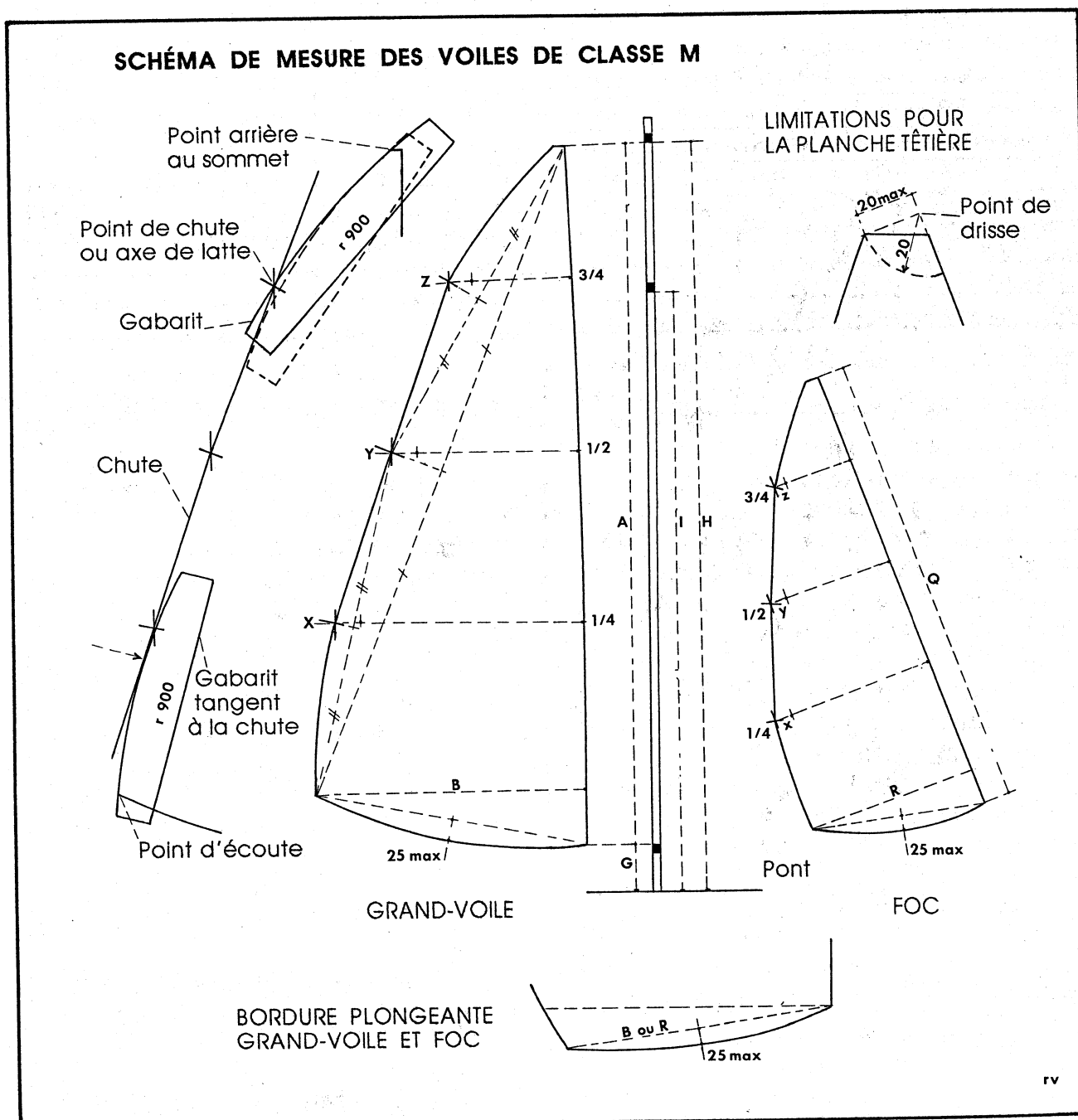
Têtière : la mesure au sommet est limitée à 20 mm maximum, perpendiculaire au guindant.

Chute : les trois points de chute donnent deux droites ayant pour origine le point 1/2, l'une vers le bas et passant par le point 1/4, l'autre vers le haut et passant par le point 3/4 ; elles sont en alignement, ou bien elles forment une convexité, le point 1/2 ne peut donc être en retrait des deux autres sous peine de pénalité de surface.

Mesure additionnelle : elle entraîne une surface additionnelle et se justifie par exemple pour avoir davantage de surface dans le haut de la grand-voile de petit temps (attention à ne pas être concave sur la chute) ; ou pour avoir dans le bas du foc une chute parallèle au mât (sans concavité de chute) ; ou pour compléter une surface totale qui n'est pas à la surface maximum de 0,5161 m², la surface additionnelle S_{ad} ne pouvant occasionner un dépassement de la surface maximum.

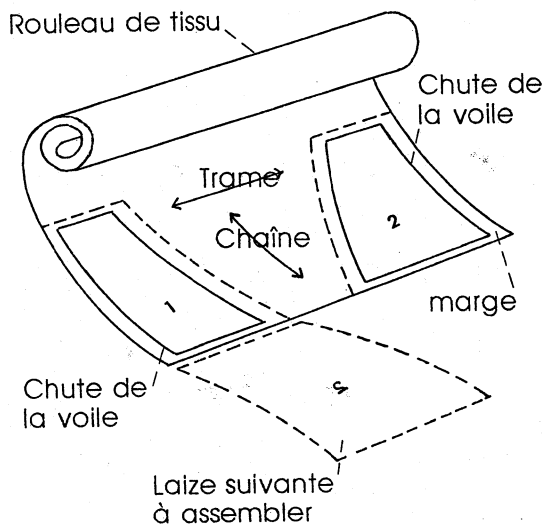
Grand-voile, $S_{ad} = A (2X + Y + 2Z) / 6$ et pour le foc $S_{ad} = Q (2x + y + 2z) / 6$

Rayon de raccordement de chute : le point d'écoute et le point arrière au sommet (à la têtère) sont raccordés par un rayon de 900 mm tangentant les droites de chute ; si le point de tangence est au-delà du point de chute 1/4 ou 3/4, ramener le rayon sur ces points qui doivent être mesurables sur la voile.



DIMENSIONS DES VOILES CLASSE M. EXEMPLES				JEUX DE BASE			JEUX SUPPLEMENTAIRES		
GRAND-VOILE				A	B	C	C1	C2	B1
A	Guindant		2115	1872	1633	1370	1120	870	
B	Bordure		370	413	440	440	430	397	
	Largeur au quart	$(3/4 b + 63) + X$	340	372	393	393	385	360	
	Largeur à la moitié	$(1/2 b + 72) + Y$	257+7	278	292	292	287	270	
	Largeur au trois quart	$(1/4 b + 72) + Z$	164+5	175	182	182	179	171	
RG	Rond de guindant		37	18	13	11	9	6	
FOC									
Q	Guindant		1159	1057	936	856	730	700	
R	Perpendiculaire		205	245	277	277	277	220	
	Largeur au quart	$(3/4 r + 55) + x$	208	238	262 + 3	262	262	193	
	Largeur à la moitié	$(1/2 r + 60) + y$	162	182	198	198	198	137	
	Largeur au trois quart	$(1/4 r + 60) + z$	111	121	129	129	129	82	
SURFACE DE VOILE									
M1	Surface du triangle de grand-voile	$(0,5 \times A \times B)$	391275	386568	359260	301400	240800	172695	
M2	Dépt. De surface de grd-voile	$(A \times (2X + Y + 2Z)) / 6$	5993	0	0	0	0	0	
J1	Surface du triangle de foc	$(0,5 \times Q \times R)$	118798	129483	129636	118556	101105	077000	
J2	Dépt. De surface de foc	$(Q \times (2x + y + 2z)) / 6$	0	0	936	0	0	0	
	SOMME m1 + m2 + j1 + j2	(max 516149 mm ²)	516056	516051	489832	419956	341905	249695	
	SURFACE TOTALE MESURÉE	(max 0,5161 m ²)	0,5161	0,5161	0,4898	0,4200	0,3419	0,2497	
	Pourcentage de surface de foc	% SF	23,01	25,09	26,64	28,23	29,57	30,84	
	Mesure horizontale du centre de voilure	M	117	109	105	101	97	93	
	Mesure verticale du centre de voilure	N	592	534	474	404	336	265	

COUPE PRÉPARATOIRE DES LAIZES

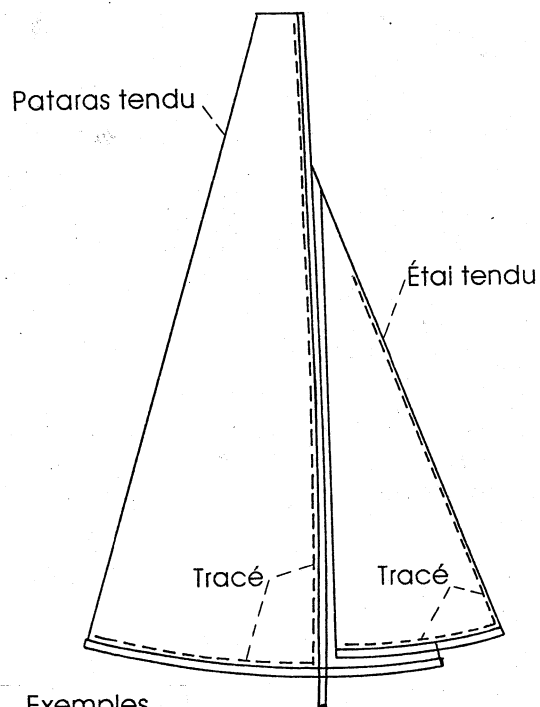


1 2 3 4 5

Enroulement alterné des laizes

rv

GUINDANT ET BORDURE CLASSE M



Exemples

	A	B	C	C1	C2	B1
VOILE : rond	28	21	18	13	10	7
FOC : creux	0	2	3	3	2	2

rv

TRACÉ DES VOILES DE CLASSE M

PDF Compressor Free Version

Le tracé commence par celui du guindant pour lequel on a besoin tout d'abord de connaître la longueur, le tableau ci-contre propose à titre d'exemple l'ensemble des mesures des voiles, dont celle du guindant.

Le rond de guindant varie selon le gréement, il n'a pas une courbure régulière en fonction de la rigidité ou de la souplesse du mât, notamment s'il est à sections dégressives, et puis l'étai de foc agit aussi sur la forme de la courbe.

Deux méthodes sont utilisées pour tracer le rond de guindant, l'une en se basant sur le cintre du mât, à la condition que le mât soit prêt, il faut lui donner plus de rond que prévu (un demi diamètre de mât en plus), l'autre méthode se base sur les mesures du dessin ci-contre. Pour donner un profil convenable au bas de la voile, rentrer le point de mesure de 4 à 5 mm à partir d'une hauteur correspondant à 15% de celle du guindant.

Le point d'écoute a B pour mesure horizontale, mais en vertical tout dépend de la hauteur de bôme, voilà une autre raison de pouvoir disposer du gréement ; le tracé de la bordure se fait pataras tendu, mât posé sur le tracé de guindant. A suivre, sont repérer les points de chute à 1/2, 1/4, 3/4 et la tête ; puis tracer le pourtour à l'aide d'une règle et d'un gabarit de rayon 900 mm, finir par les laizes dont le nombre est libre.

Dans le vent la souplesse de l'étai donne une courbure creuse au guindant, la creuse de grandeur est une fleche de 0 à 3 mm. Ces valeurs sont très subjectives car elles dépendent d'un certain nombre de paramètres : la force du vent, la tension appliquée à l'étai, la section et le matériau de l'étai, le grammage et la tenue du tissu (raide ou souple), du mode d'attache du foc sur l'étai (coulisseaux en bout dacron, pattes en tissu à voile, gaine). Compte tenu de la longueur de l'étai supérieure à celle du guindant et de l'effet de la pression du vent, la position de la fleche donnant le creux varie de 50 à 80 % de la hauteur de guindant.

La situation du point d'écoute est tributaire de la mesure de R et de la position de la bôme du foc plus ou moins relevée, prendre le gréement pour gabarit. Ensuite repérer dans l'ordre les points de chute 1/2, 1/4, 3/4 et la tête. Tracer le pourtour à la règle et au gabarit de rayon 900 mm.

LA COUPE PRÉPARATOIRE DES TISSUS

L'utilisation du patron va permettre de préparer la coupe de chaque laize dans le tissu en prenant trois précautions essentielles :

- 1 Placer la chute parallèlement au bord de la pièce de tissu, sens de la chaîne ou de l'enroulement pour le starlit. Le papier calque polyester en feuille (500 x 650) n'a pas de sens préférentiel.
- 2 Alternier le sens d'enroulement de la pièce de tissu. Deux laizes à assembler doivent avoir un sens d'enroulement contraire, suivre la numérotation bâbord-tribord notée sur le patron, elle sert de repère d'assemblage.
- 3 Tracer et couper les laizes de tissu en laissant une marge de 10 mm côté de l'assemblage, en supplément de leurs chevauchements, et de 25 à 30 mm côté guindant et côté chute, ce qui donne de l'aisance dans l'assemblage et la coupe définitive.

Le tissu est débité pour un seul jeu de voile en prenant soin de numéroter les laizes au moment de la coupe afin de ne pas s'embrouiller à l'assemblage.

Utiliser un crayon à pointe fine pour le dacron et le papier calque polyester. Pour le mylar ou le starlit, prendre un crayon feutre waterproof à pointe fine.

Les tissus sont coupés aux ciseaux, seul le dacron non enduit ou imprégné est coupé au fer chaud pour éviter l'effilochage.

QUELS CREUX POUR LES VOILES ?

Le "creux" ou "l'ensemble des creux" d'une voile induisent une notion de "volume". Le contrôle de ce volume se fait par la forme des profils de la voile, dans le sens guindant-chute et dans le sens bordure-têteière.

Le moyen de création du volume est essentiellement produit par les "pincés" dont on peut doser finement quantité et position. Les pincés sont en réalité formés par le "rond de coupe" que l'on donne sur l'une des laizes à assembler, ou sur les deux. Les pincés provoquent à l'assemblage un retrait du tissu, véritable rentrée vers l'intérieur de la voile, ainsi apparaît le volume.

En regard des faibles dimensions des voiles VRC, le tracé du rond de coupe demande une précision exigeante si l'on veut placer le creux de profil à l'endroit souhaité "la position du creux", et à la quantité souhaitée "l'importance du creux". Sur ces deux points difficiles à quantifier, l'expérience joue un grand rôle, cela s'acquiert, mais la connaissance et la pratique de leurs mesures sont indispensables dans le montage des voiles. Les tâtonnements inévitables du débutant seront minimisés en temps, et par la même occasion en coût, si l'on emploie le papier calque polyester en feuille, peu onéreux, d'utilisation et de contrôle aisés.

Sur une voile, la position du creux peut varier, avançant vers le guindant en allant du bas vers le haut, dans une fourchette de 50 % à 40 % de la corde pour une grand-voile, et pour le foc aux alentours de 50 %.

L'importance du creux est sans nul doute la notion la plus subjective du volume d'une voile par les notions de "voile creuse" ou de "voile plate". Par la variation de l'importance du creux sur la hauteur, obtenu avec la variation du rond de coupe allant jusqu'à une bordure plus ou moins plate, le dosage du creux produit une "poche" sur l'ensemble de la voile.

Ces variations de l'importance du creux de profil ont des valeurs allant de 4% à 6% dans la grand-voile, et de 5% à 7% dans le foc, sauf sur la bordure où la valeur est faible, voire nulle. Elles sont issues du rapport entre la flèche du profil et la largeur de la corde, elles sont aussi exprimées en termes de fractions :

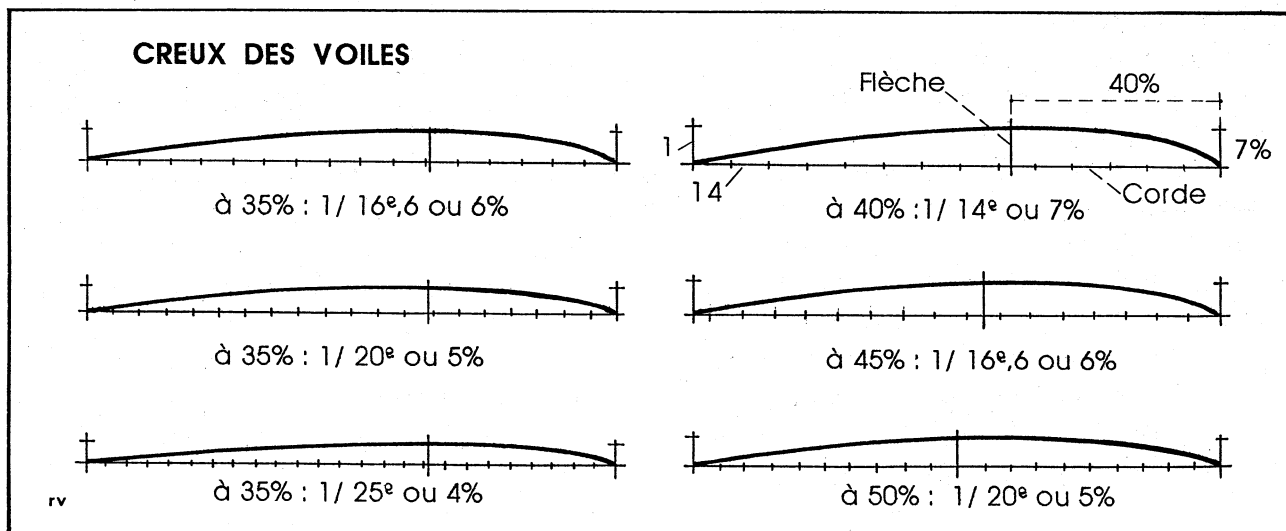
$1/14 = 7,1\%$ (voile creuse) - $1/15 = 6,6\%$ - $1/16,6 = 6\%$ - $1/20 = 5\%$ - $1/25 = 4\%$ (voile plate)

Exemples d'application :

Pour une corde de 325 mm, le creux est prévu à $1/16,6$ ou 6% soit,

$$325 / 16,6 = 19,5 \text{ mm} \quad \text{ou} \quad 325 \times 6 / 100 = 19,5 \text{ mm}$$

Dans la plupart des voiles le creux augmente à mesure que l'on s'élève. Cependant en constatant que la corde diminue, les apparences montrent une diminution de la mesure réelle du creux. Le creux réel a bien diminué avec la corde, mais il est plus important en volume proportionnel.



LA FORME DES PROFILS

Dans sa largeur, la forme de la voile ressemble à un profil très porteur d'aile de planeur à vol lent, creux mais sans épaisseur. Les phénomènes aérodynamiques d'écoulement de l'air, à partir d'un même nombre de Reynolds (viscosité cinématique de l'air : $0,0000145 \text{ m}^2/\text{s}$), sont identiques aux phénomènes hydrodynamiques qui ont été évoqués à propos des dérives et safrans.

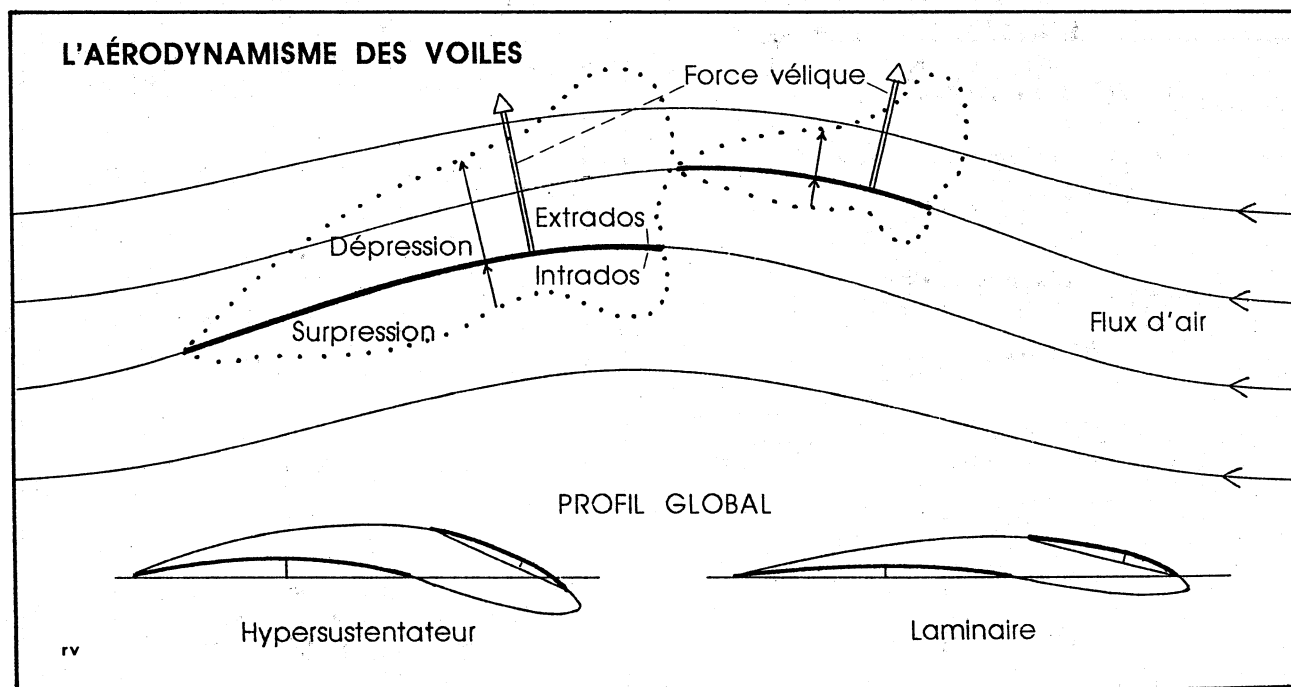
La forme de la courbure du profil à obtenir est dépendante du rond de coupe à laquelle elle s'apparente, la première ayant une importance de creux grandement supérieure à la seconde. De la régularité de la courbure des profils, sortira une voile aux formes harmonieuses, sans plis, sans déformations nuisibles à un bon écoulement de l'air.

La force vélique propulsant le voilier est la résultante de la portance développée sur l'extrados du profil et de la traînée induite. La portance augmente avec le creux du profil, mais la traînée augmente aussi. Il s'agit donc de rester dans les limites raisonnables des pourcentages de creux évoqués précédemment. Toutefois, cette augmentation de courbure, amenant un creux prononcé à position avancée présente l'intérêt de développer très tôt une force suffisante pour faire avancer le bateau. La courbure de l'attaque du profil dans son tiers avant est à soigner particulièrement, c'est là que se développe la portance, éviter de faire une attaque plate.

Les formes creuses avec une attaque ronde sont adaptées aux bateaux légers ayant peu d'inertie et à formes de carènes pleines, avantageant les virements de bords fréquents demandant une relance rapide sur les petits parcours, ainsi que le passage du clapot. Favorable aussi aux allures de largue, c'est à conseiller aux débutants.

Les profils plats conviennent en eau plate, aux voiliers lourds ayant beaucoup d'inertie, sur de grands parcours où l'on tire de longs bords.

Dans sa hauteur, la voile prend une courbure et présente une poche plus ou moins importante dans la partie basse. Cette poche est maximum dans les jeux de voile médium et de brise où la bordure est presque plate. Sur les jeux de voile de petit temps la poche est minimisée, la bordure garde la forme du profil de façon à ce que les petits airs puissent, aux changements d'amures, former facilement la voile sur toute sa surface. La poche lorsqu'elle existe, crée une zone plus difficile à repousser, demandant une force supplémentaire de vent par rapport au reste de la voile, ce que les vents faibles ne produisent pas toujours. De la rapidité de prise de forme de la grand-voile et du foc dépend l'accélération du bateau, appréciable dans les vents faibles.



L'ASSEMBLAGE DES PINCES

L'assemblage des laizes est fait tout en finesse, d'une extrême précision dans l'ajustement des pinces. On commence par assembler les laizes du haut, ce qui permet en punaisant la têtère sur le plan de travail, de contrôler l'allure générale et la régularité des profils au fur et à mesure des assemblages. Pour être réussi, un assemblage manuel des laizes est fait d'un seul geste continu, une reprise de mouvement apportera toujours une marque à l'endroit où elle se fait.

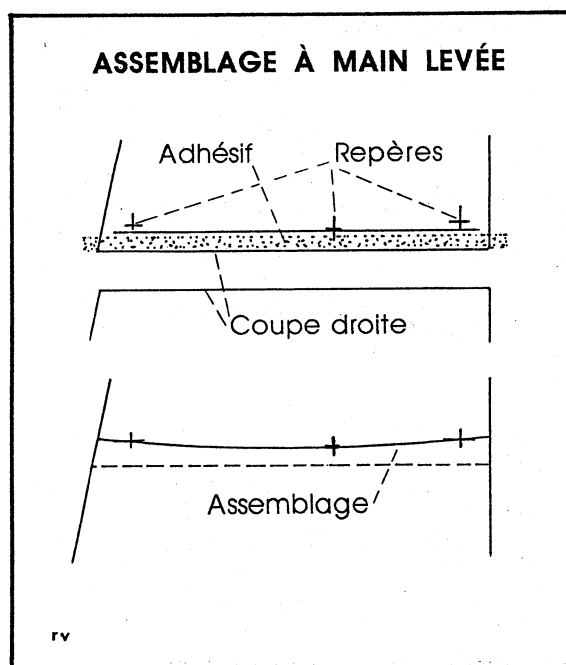
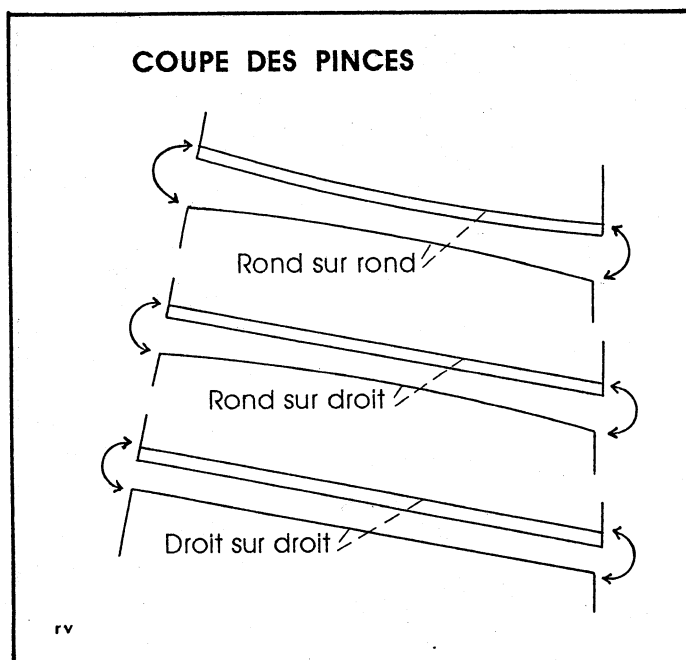
Dans tous les cas d'assemblage, quelle que soit la méthode employée, un profil présentant des déformations doit être repris. C'est une opération délicate qu'il faut nécessairement exécuter compte tenu de l'influence sur la forme globale de la voile. L'assemblage est décollé sur toute sa longueur, une reprise partielle côté guindant ou côté chute exige une grande expérience. Au décollage, le tissu ou le film polyester a tendance à s'allonger et il frise après une ou deux opérations, dans ce cas là il est impossible de retrouver une forme de profil correcte, seule solution : faire disparaître l'assemblage en recoupant la bande de collage sur les deux laizes. Ce qui justifie de laisser une marge conséquente dans la coupe préparatoire des tissus.

Dans une laize faite de deux tissus différents, notamment le long du guindant, l'assemblage des tissus est fait à plat sans rond de coupe, préalablement à l'assemblage des laizes entre elles.

C'est dans la coupe d'assemblage de la laize de bordure que se modèle la poche de la voile. En assemblant les deux laizes à plat, sans rond de coupe et en ajoutant par la suite une "rentrée" au point d'amure de 4 à 5 mm de la courbe du guindant, la bordure est plate et le volume de poche maximum. En modulant le procédé du rond de coupe, la bordure prendra plus ou moins de profil.

L'ASSEMBLAGE À MAIN LEVÉE

Monter une voile de cette façon est une méthode simple, mais sur le plan manuel de très bonnes aptitudes sont indispensables. Les moyens matériels sont réduits à une règle graduée, un crayon et un cutter ou des ciseaux. Les deux laizes ont une coupe droite. L'une est maintenue à plat sur la table de montage et reçoit l'adhésif. Au-delà de l'adhésif un trait droit est tracé sur lequel on repère la largeur du profil et la position du creux. Aux limites de largeur, on pointe à 1 mm sous la droite. La coupe de la deuxième laize est posée sur l'adhésif en un tour de main passant par les trois points repères.

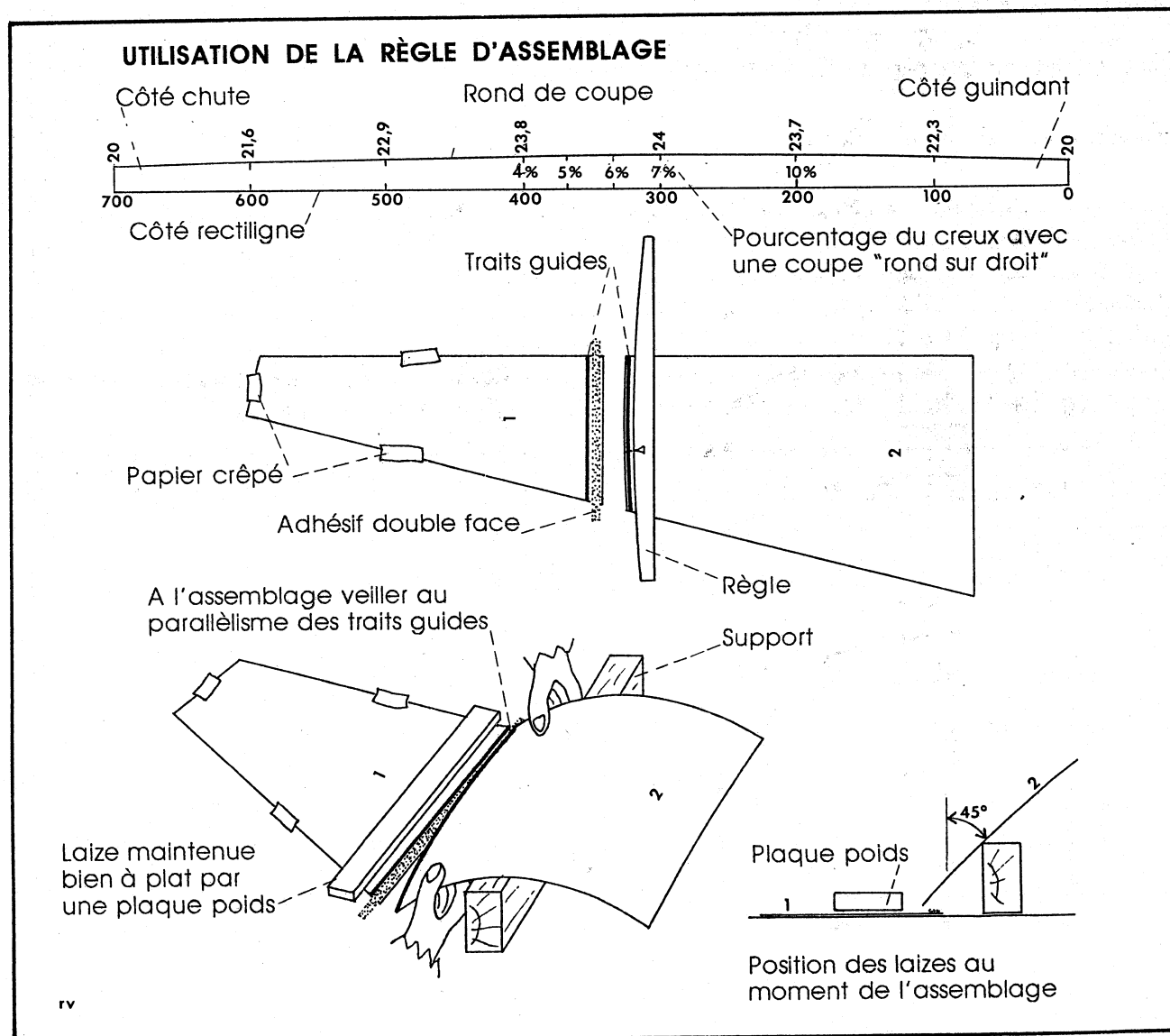


L'ASSEMBLAGE AVEC LA RÈGLE DE ROND DE COUPE

La règle sert à tracer et à couper le rond de coupe des laizes. Elle est fabriquée dans un méplat d'aluminium ou de plastique de 2 mm d'épaisseur, un côté est rectiligne, l'autre est une courbe régulière de faible amplitude, sans parties droites, sur laquelle le sommet est repéré. Le processus d'utilisation est le suivant :

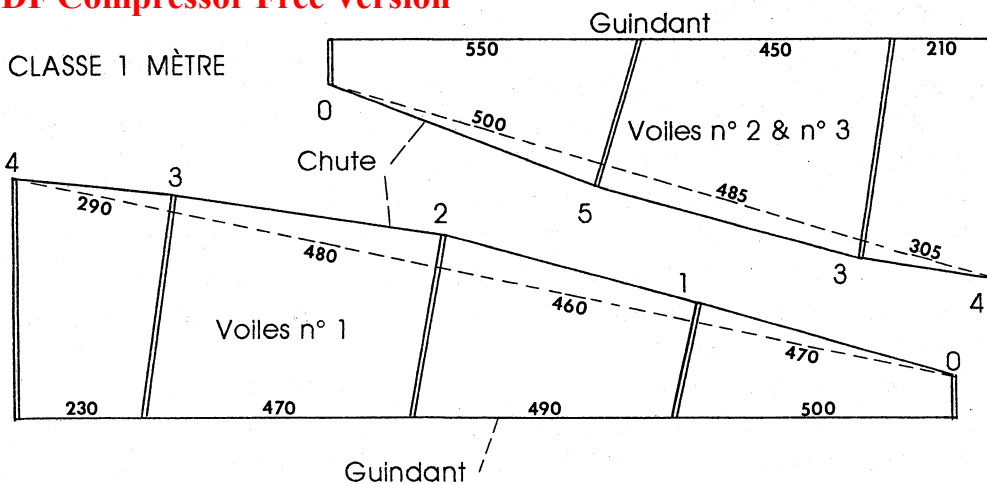
- Laize n° 1, couper droit le bord à assembler ; le maintenir à plat côté assemblage sur la table de montage ; placer l'adhésif sur la laize le long du bord, le faire déborder aux extrémités ; tracer un trait droit côté intérieur le long de l'adhésif.
- Laize n° 2 sur le bord à assembler, la largeur mesurée sur le patron est repérée sans prendre les marges en compte ; la règle est placée sur le bord à assembler, son repère en face de la position du creux ; le tissu est coupé en suivant la règle ; avec la règle tracer un trait sur la laize au bord de la coupe.
- Retirer la bande de papier de protection de l'adhésif ; en maintenant le bord de la laize n° 2 tendue sans effort, la présenter sous un angle de 45° environ de façon à ce que les traits marqués sur les deux laizes soient l'un à côté de l'autre, coller avec l'index le côté chute en premier ; la main côté guindant guide la pose de la laize en veillant au parallélisme des traits tandis que l'index de l'autre main assure le collage.

L'assemblage se fait en continu sans arrêt ni reprise. Cette manipulation est un tour de main à acquérir, l'importance du creux peut varier en chevauchant ou en écartant les deux traits guide côté guindant, ou en traçant un rond de coupe sur les deux laizes pour obtenir davantage de creux.



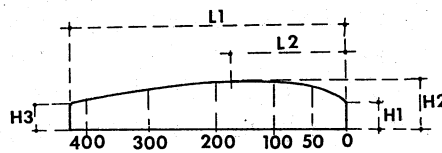
DES MOULES POUR LES VOILES

PDF Compressor Free Version



VOILES CLASSE 1 MÈTRE. COORDONNÉES DES COUPLES POUR MOULE COFFRÉ

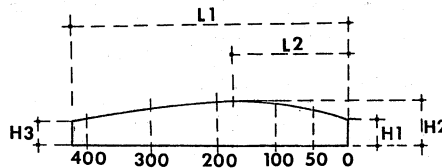
	L1	H1	L2	H2	50	100	200	300	400	H3
0	75	35	75	62	56	-	-	-	-	62
1	210	35	116	65	56	65	60,5	-	-	59,5
2	330	35	176	72	54	66	71	57	-	42,5
3	390	35	187	67	50	59	66,5	57,5	-	38
4	420	35	187	67	50	59	66,5	57,5	35	30
5	270	35	130	62	54	61	58	-	-	50



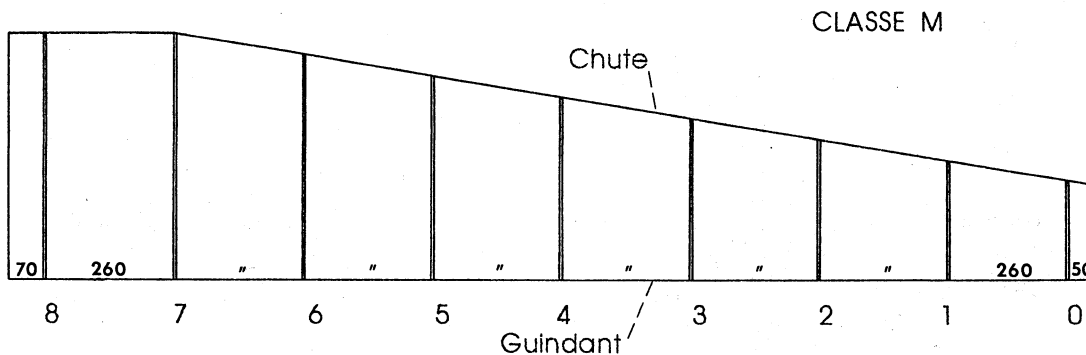
Les assemblages des laizes se font sur les couples

VOILES CLASSE M. COORDONNÉES DES COUPLES POUR MOULE LATTÉ

	L1	H1	L2	H2	50	100	200	300	400	H3
0	213	5	160	73	43	68	71	-	-	69
1	255	13	166	84	51	72	82	-	-	78
2	296	20	170	91	59	82	90	-	-	83
3	336	25,5	174	97	64	86	96	87	-	84
4	377	29	180	99	66	89	98	91	-	82
5	418	30,5	187	102	67	91	102	95	82	79
6	459	31	205	100	64	86	100	94	83	76
7	500	31	230	96,5	58	78	96,5	93	83	71
8	500	29	273	79,5	47,5	61	77	79	73	66



Latté de 10 x 5 côté guindant et latté 25 x 5 côté chute.



L'ASSEMBLAGE AVEC DES GABARITS

Lorsque vous aurez la forme de voile qui vous convient, vous pourrez couper les gabarits des laizes. Les gabarits sont découpés dans un matériau rigide et plat, chaque voile a ses gabarits de chaque laize à la forme exacte des ronds de coupe, ne pas oublier le chevauchement des laizes. Des marges latérales de 30 mm sont placées sur les côtés chute et guindant ; sur les côtés à assembler des marges de 10 mm sont prévues pour compenser d'éventuelles reprises d'assemblage.

Le processus d'assemblage est identique à celui utilisant la règle : les laizes sont posées selon les deux traits guide parallèles.

Ce type d'assemblage, comme les précédents, est utilisable sur une table pour tous les types de voile, quelles que soient leurs formes et le nombre de laizes.

L'ASSEMBLAGE À L'AIDE D'UN MOULE

Plusieurs formes de moules convexes sont nécessaires selon la classe du bateau et le type de voile. Une forme destinée aux voiles n° 1 de petit temps et une autre aux voiles n° 2 médium et n° 3 de brise, en classe 1 mètre ; une seule forme en classe M. Les contours des voiles et la position des laizes sont dessinés sur le moule. Trois types de moules vous sont proposés :

- 1) Un coffrage en contre plaqué 15/10° sur des couples de profil placés aux assemblages ; ce type de moule convient à des voiles bien déterminées, en particulier à la classe 1 mètre, les assemblages se faisant sur les angles de coffrage, laizes à plat.
- 2) En polystyrène expansé entre des couples apparents débités dans du bois de 10 mm d'épaisseur minimum ; les assemblages sont faits sur les couples, le polystyrène étant là pour soutenir les laizes à plat ; utilisable pour des voiles à nombre de laizes déterminé.
- 3) En latté 20 x 5 mm et 10 x 5 mm samba sur couples en forme de profil. Les formes sont régulières et arrondies en tous sens, poser une laize plate sur une forme bombée donne des plis, cet inconvénient est remédié en coupant la laize en diagonale.

L'assemblage des laizes sur un moule ne nécessite pas de rond de coupe, éviter de faire les collages sur le polystyrène trop mou, le processus d'assemblage se fait de la manière suivante :

- a) Une laize est posée sur la forme, elle reçoit le ruban adhésif et elle est maintenue plaquée sur le moule par une lanière de caoutchouc à quelques millimètres en retrait de la bande d'adhésif.
- b) La deuxième laize est posée en recouvrement sur le ruban et également maintenue plaquée par une deuxième lanière en retrait de quelques millimètres de l'assemblage.
- c) Le papier protecteur de l'adhésif est retiré précautionneusement en le tirant de biais et à plat, il suffit alors de passer légèrement le doigt pour assurer le collage.

Bien que cela puisse paraître une méthode facilitante, il n'en reste pas moins vrai que quelques inconvénients subsistent comme l'encombrement du moule et les difficultés de modification de forme.

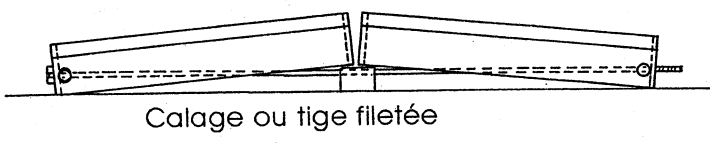
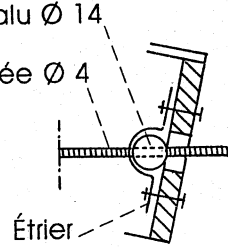
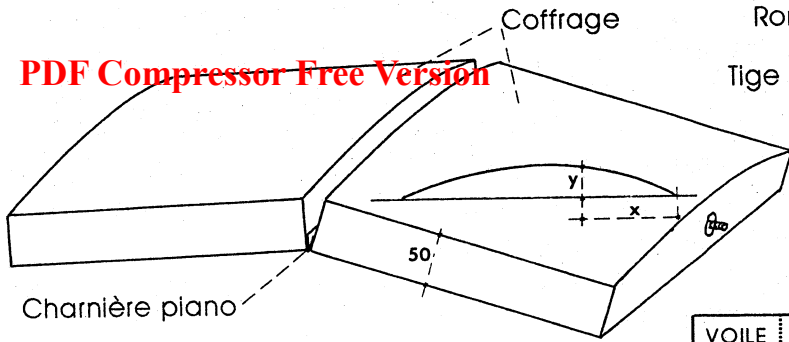
L'ASSEMBLAGE AVEC UNE FORME MODULABLE

Cette forme modulable est faite de deux caissons, en forme de profil, et articulés à leur base par une charnière. Un perfectionnement y ajoute à l'intérieur un système de tige filetée contrôlant l'angle d'ouverture entre les deux caissons. Par la variation de cet angle, le creux varie sensiblement.

L'assemblage des laizes se fait comme précédemment. Cependant ce système apporte des améliorations vis à vis du moule, il est beaucoup moins encombrant et la structure de la voile n'est pas figée, position et importance du creux peuvent varier, de même que le nombre des laizes.

FORME MODULABLE

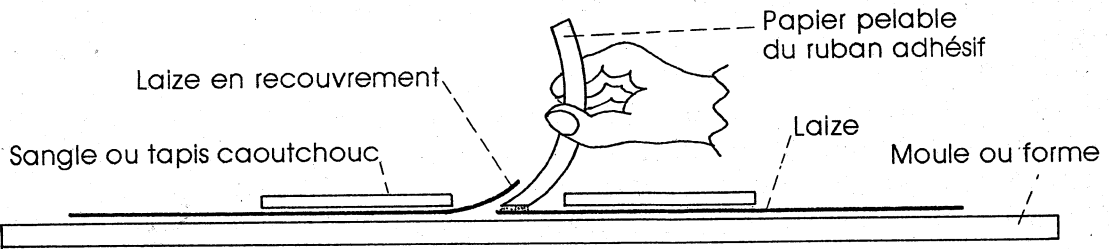
PDF Compressor Free Version



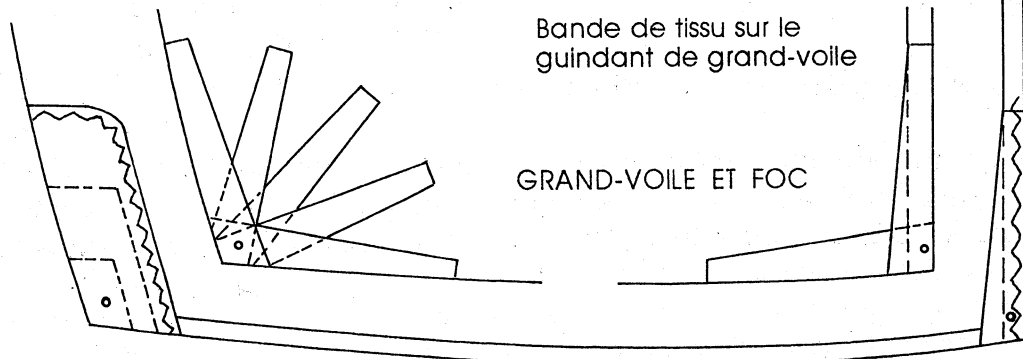
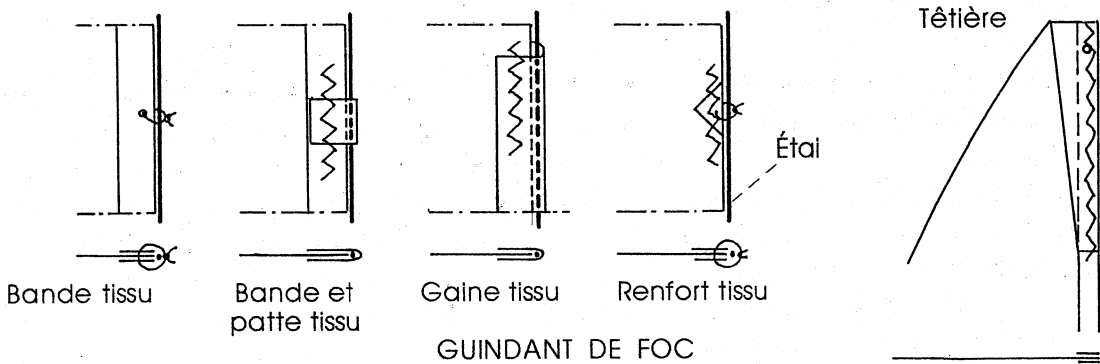
VOILE	x	0	15	30	40	50	73	100
	y	0	7	10	10,5	10	6,5	0
FOC	x	0	10	25	35	45	70	100
	y	0	10	15	16	15	10	0

Coordonnées du profil

MÉTHODE D'ASSEMBLAGE SUR MOULE OU FORME



LES RENFORTS SUR LES VOILES



LES RENFORTS SUR LE FOC ET LA GRAND-VOILE

Sur la voile assemblée, commencer par le tracé du guindant en se basant sur le patron ou les mesures du rond. S'il est possible de profiter de la transparence du tissu, tracer le guindant et la bordure sur le plan de travail (par exemple une plaque d'aggloméré mélaminé blanc de dimensions : 2 200 x 700 x 19).

Le guindant sur la voile est renforcé par une bande de tissu dacron.

Première méthode :

- a) Poser droit l'adhésif 6 ou 9 mm sur la pièce de tissu et couper la bande.
- b) La voile est maintenue à plat côté guindant.
- c) Le papier protecteur de l'adhésif est retiré au fur et à mesure de la pose, poser la bande à une extrémité.
- d) Tenir d'une main la bande avec le plus d'ampleur possible sans effort de tension et la guider le long du tracé, l'autre main assure le collage, de l'ampleur du geste dépend la régularité de la courbe.
- e) Jeter un coup d'œil à la régularité du rond.

Deuxième méthode :

- a) La voile est maintenue à plat côté guindant.
- b) Le bord de l'adhésif est posé sur la voile en suivant le tracé (voir c et d première méthode).
- c) Jeter un coup d'œil à la régularité du rond.
- d) Couper le tissu le long du guindant, récupérer le surplus de tissu.
- e) Retirer le papier protecteur de l'adhésif, puis le surplus de tissu est posé en prenant soin de décaler les assemblages pour éviter les surépaisseurs.
- f) Le nouveau surplus de tissu est coupé au bord du guindant.

La coupe du guindant étant faite, tracer le contour de la voile sur le tissu avec un maximum de précision. Sur la chute, la bordure et la têtère, faire une première coupe à environ 10 - 15 mm à l'extérieur du tracé, la coupe définitive du pourtour se fera lors de la finition.

En fixant la têtère et en pinçant entre pouce et index les points d'amure et d'écoute, un coup d'œil procure une vue intérieure et extérieure du volume de la voile. Alors ? C'est bon, ça ira ou pas bon, peut mieux faire ? A vous de juger !

Il est avantageux de renforcer la bordure par une bande de tissu surtout lorsqu'elle a tendance à rouler sur elle-même. Attention, la bande est prise dans le surplus de tissu de la coupe de la bordure. Les courbures d'enroulement sont opposées dos à dos, en contre balancement, collées à l'adhésif, de cette façon la bordure a une meilleure tenue.

Les renforts d'angle sont découpés dans les chutes de tissu et collés à l'adhésif sur toute leur surface, ils débordent légèrement du tracé de pourtour de la voile. Sur les voiles à faible grammage renforcer avec plusieurs épaisseurs en dégradé, le plus grand à l'extérieur. Si on dispose d'un fort grammage, une ou deux épaisseurs suffisent.

Les renforts d'angle au point d'amure et à la têtère sont longs et peu larges en forme de trapèze, 130 x 20 x 10 mm par exemple, les plus grands efforts se faisant dans le sens de l'étaillage du guindant.

Au point d'écoute l'effort principal se manifeste dans le sens de la bissectrice de l'angle. Généralement le renfort privilégie cette direction, de même que la bordure et la chute, 130 x 45 mm par exemple.

Repérer sur le guindant les emplacements des coulisseaux et des lattes.

LA FINITION DES VOILES

Les coutures sont faites dès maintenant au fil 100 % polyester. La difficulté provient de certains adhésifs qui retiennent le fil et font manquer le point zig-zag. Une astuce consiste alors à imprégner la bobine de fil et la canette avec un produit en bombe servant à nettoyer les plastiques de voiture, le point se fait ensuite correctement. Utiliser des aiguilles de 80.

Pas de coutures sur le starlit ou le papier calque polyester, sauf éventuellement sur le guindant renforcé d'une bande de tissu piqué au point droit. Coutures au point zig-zag de tous les assemblages et renforts sur le dacron et le mylar.

Toutes les coutures étant faites, couper sur le tracé le pourtour de la voile.

Avec une corde à piano 15/10° rougie, percer les trous recevant les coulisseaux. Puis à l'aide d'une pince à œillets percer les renforts d'angle et sertir les œillets (Ø 4 mm inox ou laiton).

Sur les voiles en starlit ou en papier calque polyester, les amorces de déchirures sont évitées par la pose d'un film adhésif tout au long de la chute.

Opération finale, les lattes. Elles sont débitées dans un matériau ni trop souple ni trop rigide, selon les dimensions et les emplacements prévus par la jauge. La longueur maximum de jauge n'est généralement pas nécessaire dans la moitié supérieure de la voile. Les lattes sont justifiées par la ligne d'effort, incurvée entre le point de drisse et le point d'écoute. Tout le tissu situé en arrière de cette ligne d'effort est relativement détendu, d'où la nécessité des lattes. Sans lattes ou si les lattes sont trop courtes, la chute aura tendance à basculer sous le vent.

Elles sont fixées à l'adhésif sur toute leur longueur et par de la toile adhésive ou du blenderm sur les extrémités. Des goussets sont inutiles et disgracieux.

LA CONSERVATION DES VOILES

Dire que les voiles sont fragiles est relatif à l'utilisation que l'on en fait et aux précautions qu'on leur apporte. La conservation en bon état est un acte permanent, plus encore à leur manipulation ou au stockage, qu'à leur utilisation en navigation.

Déjà au moment de leur confection, au passage dans la machine à coudre familiale, elles souffrent en ayant besoin d'être roulées. Des tissus sont moins fragiles que d'autres, mais à coup sûr les plis restent marqués, il n'est plus possible de les faire disparaître.

Dans le stockage, l'idéal est de toujours les maintenir à plat ou verticalement en leur donnant de l'aisance. Elles sont préservées au mieux lorsqu'elles sont établies sur le gréement, encore faut-il en prendre grand soin, une raison supplémentaire pour avoir chaque jeu de voiles établi sur son gréement. A partir de là, les risques de les abîmer sont très diminués, il reste cependant en les stockant à détendre les chutes, guindants et pataras. Les voiles de petit temps sont plus délicates que les autres, elles seront toujours placées dessus ou séparément et le pataras ne sera jamais relâché complètement pour garder l'attaque de la voile en bon état.

Le stockage dans un coffre spécial utilisé pour le transport demande les mêmes précautions, avec une position verticale dans le rangement à la maison. A l'intérieur du coffre, les voiles sont "libres", surtout pas maintenue aux œillets par des élastiques qui leurs appliquent des efforts permanents. La réduction de l'encombrement des coffres des gréements à balestron se fait en déboîtant le balestron de foc et en le repliant sur la voile.

Une housse est bien pratique pour le transport dans les immeubles ou au bord du plan d'eau, mais elle compresse les voiles au possible, c'est loin d'être la panacée. A l'intérieur rien n'est contrôlable, des séparations entre gréements sont obligatoires sans pour autant régler les choses convenablement, les voiles de petit temps n'y sont guère à l'aise, elles craignent beaucoup les déformations.

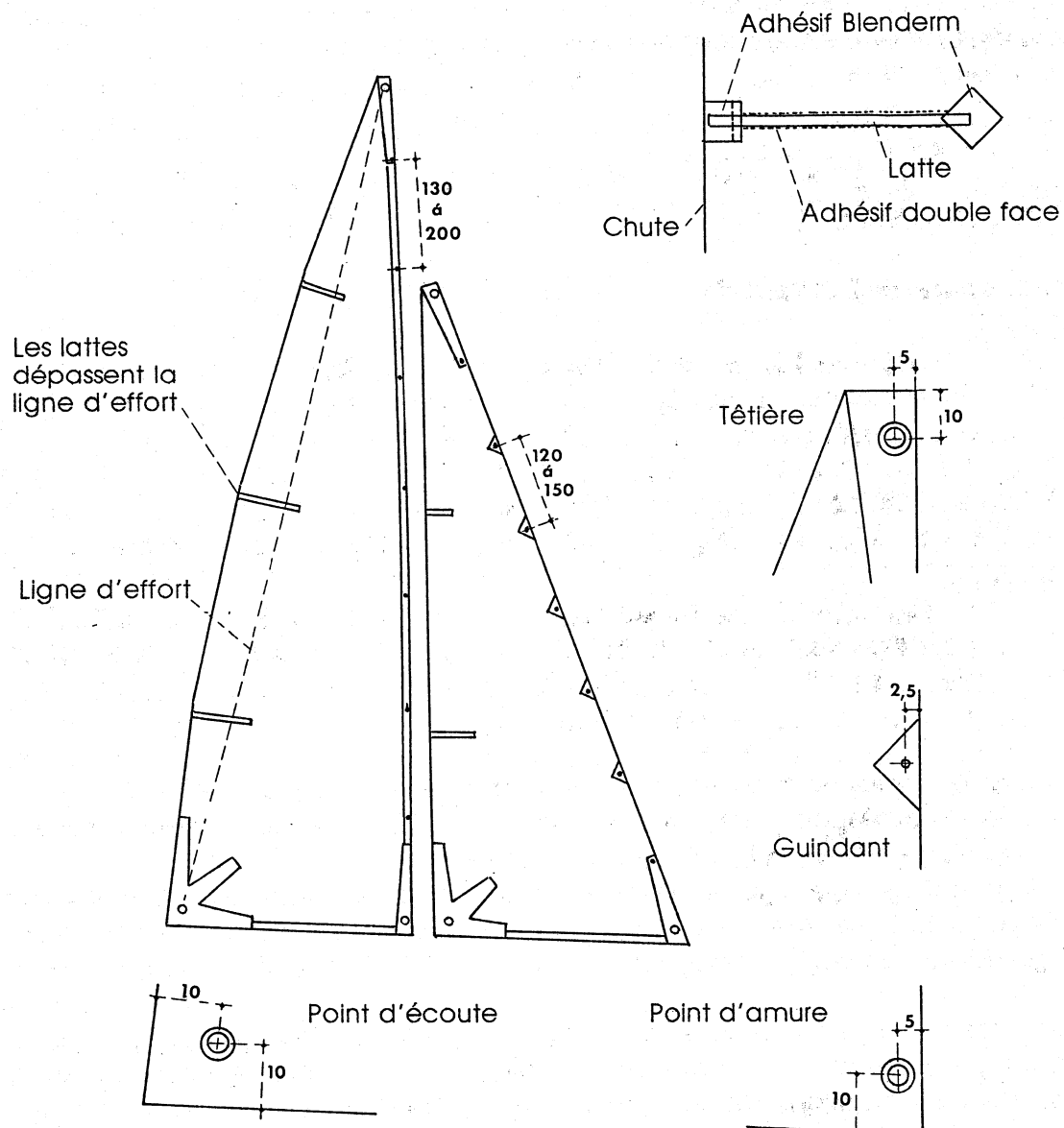
En tous cas, à la maison, sortir les voiles de la housse ou du coffre et suspendre les gréements par la tête de mât, là elles connaîtront le repos.

En navigation, il y a des moments particulièrement destructeurs comme le faseyement et les surventes qu'il vaut mieux éviter.

Un jeu de voiles en dacron à double coutures durera plusieurs années. Les voiles en mylar sont sensibles au niveau des coutures du fait que trame et chaîne sont larges. Quant au starlit et au papier calque polyester cousus ou non, un renouvellement annuel ou bisannuel, selon la fréquence d'utilisation, est à envisager si l'on souhaite avoir toujours de bonnes voiles.

Le rodage d'une voile est illusoire en VRC, il est préférable de chercher à la conserver impeccable en lui apportant les attentions dont elle a besoin.

LES OEILLETS ET LES LATTES



LES DIMENSIONS DES VOILES DE CLASSE M

Les plans d'eau sur lesquels les modèles naviguent sont perturbés, qu'ils soient en bord de mer ou intérieur, la stabilité et la régularité des vents est rare. Un jeu de voiles doit donc pouvoir répondre à des changements de condition de navigation dont l'amplitude reste à apprécier. De là se déduit le nombre de jeux de voiles, sans pour autant chercher à les multiplier, ce que malgré tout les coureurs de haut niveau rechercheront.

A l'expérience et à l'étude des phénomènes de gîte et d'enfournement, les limites d'utilisation et le nombre se définissent. Constituer l'éventail des jeux de voiles d'un classe M demande quelques considérations, et sur ce sujet le chapitre "Équilibres et réglages du voilier" apporte des informations complémentaires.

Le but ici est d'avoir les hypothèses capables de faire aboutir les recherches des dimensions correctes des voiles, en se servant d'une calculette. En fonction des variations de force de vent les dimensions des voiles varient : la surface totale, la répartition des surfaces, la hauteur des guindants. Ce sont ces hypothèses qui servent de base, encore faut-il veiller à rester dans les limites de la jauge, le tableau ci-dessous indique des valeurs classiques pour un éventail de 6 jeux de voiles. Elles sont modifiables mais doivent rester cohérentes. Elles supposent un emplacement unique de pied de mât.

Avec un mât posé sur le pont ou un boîtier ou bien deux tubes, les répartitions des surfaces peuvent être totalement ou partiellement différentes.

HYPOTHÈSES DE CALCULS DES VOILES CLASSE M						
JEU DE VOILES	A	B	C	C1	C2	B1
SURFACE TOTALE (m ²)	0,5161	0,5161	0,4900	0,4200	0,3500	0,2800
% DE SURFACE DE FOC						
BALESTRON	22	25	26,5	28	29	30
TRADITIONNEL	36	38	40	43	46	50
GUINDANT DE GRAND-VOILE (mm)	2120 à 1900	1900 à 1700	1700 à 1450	1450 à 1200	1200 à 1000	1000 à 800
GUINDANT DE FOC (en mm)						
BALESTRON	1150	1050	950	850	750	700
TRADITIONNEL	1150	1100	1050	1000	900	800

Au fur et à mesure que la force du vent augmente, du jeu A vers le B1 :

- Les surfaces diminuent ; les jeux de voiles C1 et C2 auront leurs dimensions égales ou inférieures au jeu C, et le jeu B1 inférieures ou égales au jeu B.
- Les pourcentages de surface de foc augmentent pour rendre le bateau moins ardent, le centre de voilure avance ; ces pourcentages s'appliquent aux surfaces totales.
- Les guindants de voile et de foc diminuent pour abaisser le centre de voilure et limiter la gîte.

La préoccupation principale est un étagement judicieux de ces hypothèses, entraînant un étagement des centres de voilure pour un réglage correct du bateau, dans toutes les conditions de vent, voir le chapitre "Équilibres et réglages du voilier". L'exemple de processus de calcul donné ci-après est applicable à tous les jeux de voiles, à condition d'en changer les hypothèses.

EXEMPLE DE CALCUL DES VOILES CLASSE M

Hypothèses en mm et mm² d'un jeu de voiles B médium :

Surface totale **S** = 516149 mm², (maximum pour les calculs, la mesure étant arrondie à 0,5161 m², car si l'on prend 516150 mm² l'arrondi est à 0,5162 m²).

Pourcentage de surface de foc % **SF** = 25.

Guindant de grand-voile **A** = 1850 mm ; guindant de foc **Q** = 1060 mm.

Suivi des calculs :

Surface de foc..... : **SF** = **SV** (25 / 100) = 516149 (25 / 100) = 129037 mm²

Surface de grand-voile : **SGV** = **S** - **SF** = 516149 - 129037 = 387112 mm²

Bordure de grand-voile : **B** = (**SGV** / **A**)² = (387112 / 1850)² = 418,4 soit 418 mm

Perpendiculaire du foc : **R** = (**SF** / **Q**)² = (129037 / 1060)² = 243,4 soit 243 mm

Surfaces calculées d'après les mesures précédentes :

Surface de foc : **SF** = (**Q** x **R**) / 2 = (1060 x 243) / 2 = 128790 mm²

Surface de grand-voile : **SGV** = (**A** x **B**) / 2 = (1850 x 418) / 2 = 386650 mm²

Surface totale : **S** = **SF** + **SGV** = 128790 + 386650 = 515440 mm²

Un déficit de surface apparaît : = 516149 - 515440 = 709 mm²

Par choix, cette surface est ajoutée en bas du foc au 1/4, en utilisant la formule de surface additionnelle (y et z = 0) : **Sad** = (2x + y + 2z) (Q / 6) d'où x = (**Sad** x 6) / (Q x 2)

Mesure additionnelle : **x** = (**Sad** x 6) / (Q x 2) = (709 x 6) / (1060 x 2) = 2* mm

Surface add^{elle} au foc : **Sad** = (2x) (Q / 6) = (2 x 2*) (1060 / 6) = 706,6 soit 707 mm²

Si le choix se porte sur les autres mesures additionnelles (y, z ou X, Y, Z), la même formule est applicable, à condition de prendre Q pour le foc et A pour la voile.

Surface totale du foc : **SF** = [(Q x R) / 2] + **Sad** = [128790] + 707 = 129497 mm²

Surface totale calculée : **S** = **SF** + **SGV** = 129497 + 386650 = 516147 mm²

Surface totale de jauge : **S** = 0,5161 m²

Pourcentage du foc : % **SF** = (**SF** / **S**) 100 = (129497 / 516147) 100 = 25,08 %

Calculs des mesures transversales :

Foc, au **1/4** : 3/4 R + 55 = (0,75 x 243) + 55 = 237,25 + 2* = 239 mm

" à **1/2** : 1/2 R + 60 = (0,50 x 243) + 60 = 181,5 soit 182 mm

" au **3/4** : 1/4 R + 60 = (0,25 x 243) + 60 = 120,75 soit 121 mm

Grand-voile, au **1/4** : 3/4 B + 63 = (0,75 x 418) + 63 = 376,5 soit 377 mm

" à **1/2** : 1/2 B + 72 = (0,50 x 418) + 72 = 281 mm

" au **3/4** : 1/4 B + 72 = (0,25 x 418) + 72 = 176,5 soit 177 mm

Toutes les mesures souignées sont définitives, ce sont celles qui sont utilisées pour le tracé des voiles, les décimales sont très difficiles à apprécier à l'œil, la coupe se fait à l'intérieur du trait pour les voiles de classe M.

Remarques au sujet des guindants de foc : ne pas les prévoir trop hauts car ils ne peuvent être grésés correctement, leur chute ne peut être parallèle au mât pour un maximum de rendement dans la partie basse des voiles.

Pour ceux qui désirent un supplément de surface dans le haut de la grand-voile de petit temps, jeu de voile A, voici un exemple de calcul des dimensions avec des surfaces additionnelles modérées.

PDF Compressor Free Version

Hypothèses de calcul jeu de voiles A, petit temps :

Surface totale : **S** = 0,5161 m² (516149 mm² pour les calculs).

Guindant de grand-voile : : **A** = 2115 mm.

Guindant de foc : **Q*** = 1160 mm

Pourcentage de surface de foc .. : % **SF** = 22

Mesure additionnelle, grand-voile : à 1/2, **Y** = 11 mm ; à 3/4, **Z** = 11 mm.

Suivi des calculs :

Surface de foc : SF = S x 0,22 = 516149 x 0,22 = 113553 mm²

Surface maxi de grand-voile : SGV+Sad = SV - SF = 516149 - 113553 = 402596 mm²

Surface addit^{elle} grand-voile : **Sad** = (2X + Y + 2Z) (A / 6) = (22+11) (2115 / 6) = 11633 mm²

Dans le calcul de la bordure B, il faut retirer la surface additionnelle de la surface de grand-voile pour ne pas dépasser la surface totale maximum.

Surf^e mini de gr^d voile : SGV = SGV - Sad = 402596 - 11633 = 390963 mm²

Bordure grand-voile : **B** = [(SGV - Sad) / A]² = [390963 / 2115]² = 369,7 soit 370 mm

Perpendiculaire foc : **R** = (SF / Q)² = (113553 / 1160)² = 195,7 soit 196 mm

Surface de foc : SF = (Q x R) / 2 = (1160 x 196) / 2 = 113680 mm²

Surface de gr^d voile : **SGV** = [(A x B) / 2] + Sad = [(2115 x 370) / 2] + 11633 = 402908 mm²

Surface totale : S = SF + SGV = 113680 + 402908 = 516588 mm²

Une surface excédentaire apparaît du fait des valeurs arrondies :

$$S_{exc} = 516588 - 516149 = 439 \text{ mm}^2$$

Par choix, cet excédent est retiré de la surface du foc en diminuant le guindant, ce qui rendra le bateau un peu plus ardent dans le petit temps.

Guindant de foc : **Q*** = (SF - S_{exc}) (2 / R) = (113680 - 439) (2 / 196) = 1155,5 soit 1155 mm

Surface de foc : **SF** = (Q x R) / 2 = (1155 x 196) / 2 = 113190 mm²

Surface totale : **S** = SF + SGV = 113190 + 402908 = 516098 mm²

Surface de jauge : **S** = 0,5161 m²

Pourcentage foc : %**SF** = (113190 / 516098) 100 = 21,93 %

Calculs des mesures transversales :

Foc au **1/4** : 3/4 R + 55 = 202 mm

" à **1/2** : 1/2 R + 60 = 158 mm

" au **3/4** : 1/4 R + 60 = 109 mm

Grand-voile au **1/4** : 3/4 B + 63 = 340,5 soit 340 mm

" à **1/2** : 1/2 B + 72 = 257 + 11 = 268 mm

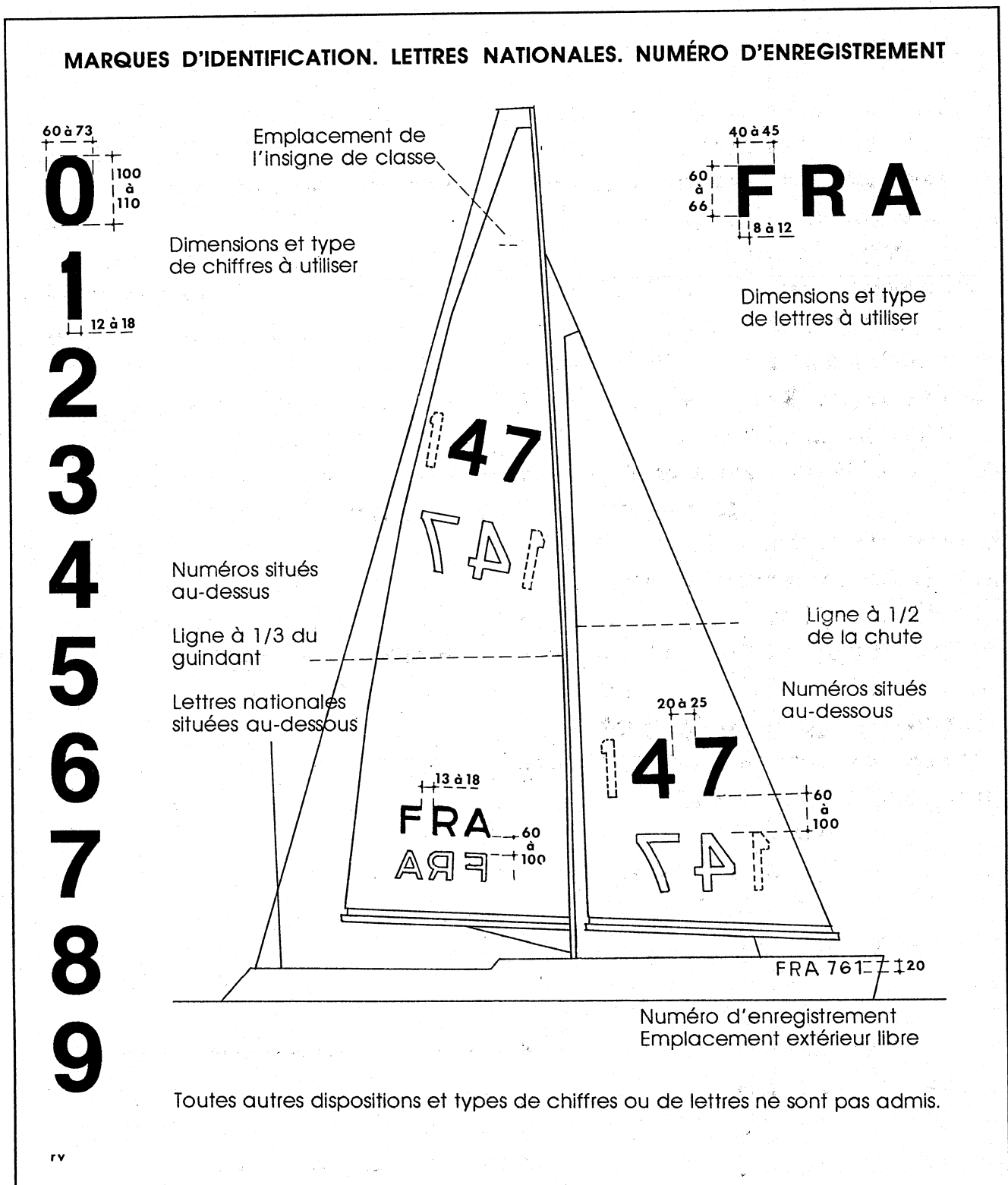
" au **3/4** : 1/4 B + 72 = 164,5 + 11 = 175,5 soit 176 mm

Comme les deux exemples l'ont montré, les premiers calculs sont approchés en fonction des hypothèses. Puis les calculs de surface sont affinés avec les valeurs de bordure de grand-voile et de perpendiculaire de foc. Les calculs sont ensuite éventuellement repris en regard d'un déficit ou d'un excédent de surface.

LES MARQUES D'IDENTIFICATION DES VOILES

Elles font l'objet d'une réglementation relative aux "Règles administratives de classe internationale". Les voiles doivent porter les marques d'identification constituées de deux chiffres. Elles sont placées à des hauteurs différentes, celles de tribord étant les plus hautes. En cas de doublon, il doit y avoir devant le numéro la place pour le préfixe 1. Les lettres nationales si elles sont portées le sont sur la grand-voile.

En outre les lettres nationales et le numéro d'enregistrement du bateau doivent être peints, gravés ou moulés à l'extérieur de la coque avec une hauteur d'au moins 20 millimètres. Le numéro d'enregistrement du bateau est en France différent du numéro d'identification des voiles.



CLASSE M. MESURES TRANSVERSALES DU FOC.La mesure à 3/4 sur la chute de foc correspond à la formule $1/4$ de R + 60.à $1/2$ $1/2$ de R + 60.

PDF Compressor Free Version

 $3/4$ de R + 55.

R	3/4	1/2	1/4	R	3/4	1/2	1/4	R	3/4	1/2	1/4	R	3/4	1/2	1/4
170	102,5	145	182,5	230	117,5	175	227,5	290	132,5	205	272,5	350	147,5	235	317,5
171	102,75	145,5	183,25	231	117,75	175,5	228,25	291	132,75	205,5	273,25	351	147,75	235,5	318,25
172	103	146	184	232	118	176	229	292	133	206	274	352	148	236	319
173	103,25	146,5	184,75	233	118,25	176,5	229,75	293	133,25	206,5	274,75	353	148,25	236,5	319,75
174	103,5	147	185,5	234	118,5	177	230,5	294	133,5	207	275,5	354	148,5	237	320,5
175	103,75	147,5	186,25	235	118,75	177,5	231,25	295	133,75	207,5	276,25	355	148,75	237,5	321,25
176	104	148	187	236	119	178	232	296	134	208	277	356	149	238	322
177	104,25	148,5	187,75	237	119,25	178,5	232,75	297	134,25	208,5	277,75	357	149,25	238,5	322,75
178	104,5	149	188,5	238	119,5	179	233,5	298	134,5	209	278,5	358	149,5	239	323,5
179	104,75	149,5	189,25	239	119,75	179,5	234,25	299	134,75	209,5	279,25	359	149,75	239,5	324,25
180	105	150	190	240	120	180	235	300	135	210	280	360	150	240	325
181	105,25	150,5	190,75	241	120,25	180,5	235,75	301	135,25	210,5	280,75	361	150,25	240,5	325,75
182	105,5	151	191,5	242	120,5	181	236,5	302	135,5	211	281,5	362	150,5	241	326,5
183	105,75	151,5	192,25	243	120,75	181,5	237,25	303	135,75	211,5	282,25	363	150,75	241,5	327,25
184	106	152	193	244	121	182	238	304	136	212	283	364	151	242	328
185	106,25	152,5	193,75	245	121,25	182,5	238,75	305	136,25	212,5	283,75	365	151,25	242,5	328,75
186	106,5	153	194,5	246	121,5	183	239,5	306	136,5	213	284,5	366	151,5	243	329,5
187	106,75	153,5	195,25	247	121,75	183,5	240,25	307	136,75	213,5	285,25	367	151,75	243,5	330,25
188	107	154	196	248	122	184	241	308	137	214	286	368	152	244	331
189	107,25	154,5	196,75	249	122,25	184,5	241,75	309	137,25	214,5	286,75	369	152,25	244,5	331,75
190	107,5	155	197,5	250	122,5	185	242,5	310	137,5	215	287,5	370	152,5	245	332,5
191	107,75	155,5	198,25	251	122,75	185,5	243,25	311	137,75	215,5	288,25	371	152,75	245,5	333,25
192	108	156	199	252	123	186	244	312	138	216	289	372	153	246	334
193	108,25	156,5	199,75	253	123,25	186,5	244,75	313	138,25	216,5	289,75	373	153,25	246,5	334,75
194	108,5	157	200,5	254	123,5	187	245,5	314	138,5	217	290,5	374	153,5	247	335,5
195	108,75	157,5	201,25	255	123,75	187,5	246,25	315	138,75	217,5	291,25	375	153,75	247,5	336,25
196	109	158	202	256	124	188	247	316	139	218	292	376	154	248	337
197	109,25	158,5	202,75	257	124,25	188,5	247,75	317	139,25	218,5	292,75	377	154,25	248,5	337,75
198	109,5	159	203,5	258	124,5	189	248,5	318	139,5	219	293,5	378	154,5	249	338,5
199	109,75	159,5	204,25	259	124,75	189,5	249,25	319	139,75	219,5	294,25	379	154,75	249,5	339,25
200	110	160	205	260	125	190	250	320	140	220	295	380	155	250	340
201	110,25	160,5	205,75	261	125,25	190,5	250,75	321	140,25	220,5	295,75	381	155,25	250,5	340,75
202	110,5	161	206,5	262	125,5	191	251,5	322	140,5	221	296,5	382	155,5	251	341,5
203	110,75	161,5	207,25	263	125,75	191,5	252,25	323	140,75	221,5	297,25	383	155,75	251,5	342,25
204	111	162	208	264	126	192	253	324	141	222	298	384	156	252	343
205	111,25	162,5	208,75	265	126,25	192,5	253,75	325	141,25	222,5	298,75	385	156,25	252,5	343,75
206	111,5	163	209,5	266	126,5	193	254,5	326	141,5	223	299,5	386	156,5	253	344,5
207	111,75	163,5	210,25	267	126,75	193,5	255,25	327	141,75	223,5	300,25	387	156,75	253,5	345,25
208	112	164	211	268	127	194	256	328	142	224	301	388	157	254	346
209	112,25	164,5	211,75	269	127,25	194,5	256,75	329	142,25	224,5	301,75	389	157,25	254,5	346,75
210	112,5	165	212,5	270	127,5	195	257,5	330	142,5	225	302,5	390	157,5	255	347,5
211	112,75	165,5	213,25	271	127,75	195,5	258,25	331	142,75	225,5	303,25	391	157,75	255,5	348,25
212	113	166	214	272	128	196	259	332	143	226	304	392	158	256	349
213	113,25	166,5	214,75	273	128,25	196,5	259,75	333	143,25	226,5	304,75	393	158,25	256,5	349,75
214	113,5	167	215,5	274	128,5	197	260,5	334	143,5	227	305,5	394	158,5	257	350,5
215	113,75	167,5	216,25	275	128,75	197,5	261,25	335	143,75	227,5	306,25	395	158,75	257,5	351,25
216	114	168	217	276	129	198	262	336	144	228	307	396	159	258	352
217	114,25	168,5	217,75	277	129,25	198,5	262,75	337	144,25	228,5	307,75	397	159,25	258,5	352,75
218	114,5	169	218,5	278	129,5	199	263,5	338	144,5	229	308,5	398	159,5	259	353,5
219	114,75	169,5	219,25	279	129,75	199,5	264,25	339	144,75	229,5	309,25	399	159,75	259,5	354,25
220	115	170	220	280	130	200	265	340	145	230	310	400	160	260	355
221	115,25	170,5	220,75	281	130,25	200,5	265,75	341	145,25	230,5	310,75	401	160,25	260,5	355,75
222	115,5	171	221,5	282	130,5	201	266,5	342	145,5	231	311,5	402	160,5	261	356,5
223	115,75	171,5	222,25	283	130,75	201,5	267,25	343	145,75	231,5	312,25	403	160,75	261,5	357,25
224	116	172	223	284	131	202	268	344	146	232	313	404	161	262	358
225	116,25	172,5	223,75	285	131,25	202,5	268,75	345	146,25	232,5	313,75	405	161,25	262,5	358,75
226	116,5	173	224,5	286	131,5	203	269,5	346	146,5	233	314,5	406	161,5	263	359,5
227	116,75	173,5	225,25	287	131,75	203,5	270,25	347	146,75	233,5	315,25	407	161,75	263,5	360,25
228	117	174	226	288	132	204	271	348	147	234	316	408	162	264	361
229	117,25	174,5	226,75	289	132,25	204,5	271,75	349	147,25	234,5	316,75	409	162,25	264,5	361,75

CLASSE M. MESURES TRANSVERSALES DE GRAND-VOILE

La mesure à 3/4 sur la chute de grand-voile correspond à la formule 1/4 de B + 72.

à 1/2 " " " " 1/2 de B + 72.

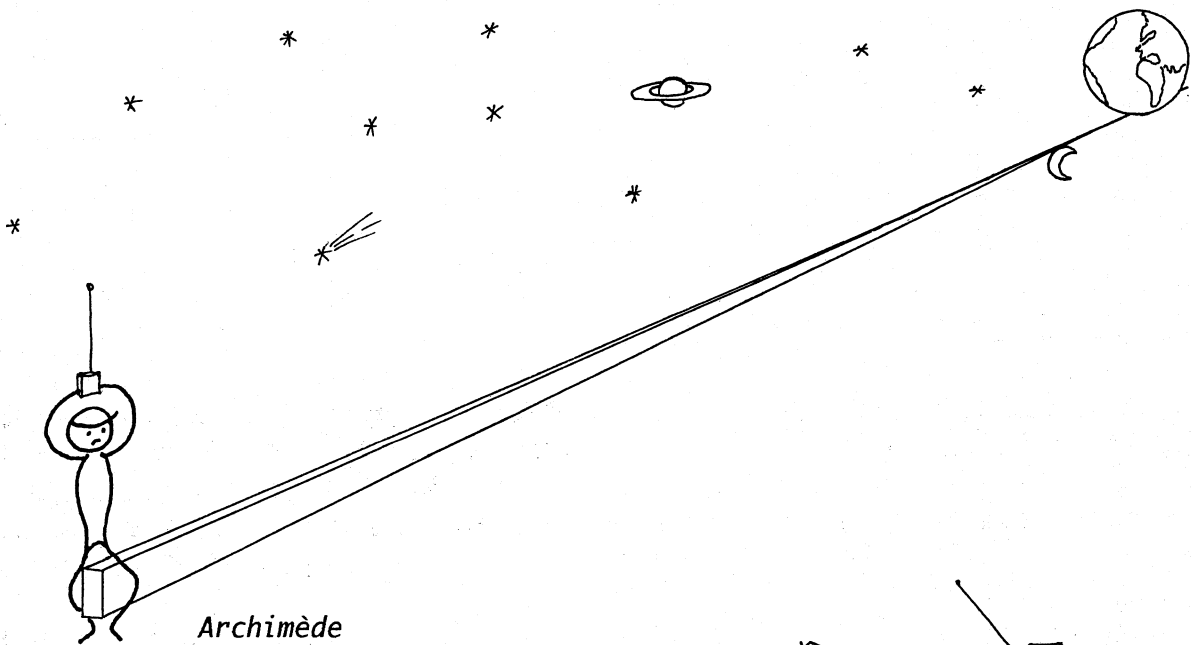
PDF Compressor Free Version

3/4 de B + 63.

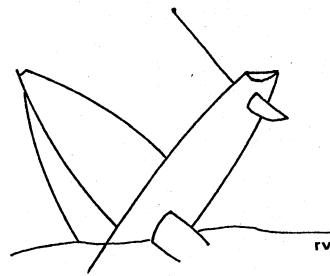
B	3/4	1/2	1/4	B	3/4	1/2	1/4	B	3/4	1/2	1/4	B	3/4	1/2	1/4
300	147	222	288	360	162	252	333	420	177	282	378	480	192	312	423
301	147,25	222,5	288,75	361	162,25	252,5	333,75	421	177,25	282,5	378,75	481	192,25	312,5	423,75
302	147,5	223	289,5	362	162,5	253	334,5	422	177,5	283	379,5	482	192,5	313	424,5
303	147,75	223,5	290,25	363	162,75	253,5	335,25	423	177,75	283,5	380,25	483	192,75	313,5	425,25
304	148	224	291	364	163	254	336	424	178	284	381	484	193	314	426
305	148,25	224,5	291,75	365	163,25	254,5	336,75	425	178,25	284,5	381,75	485	193,25	314,5	426,75
306	148,5	225	292,5	366	163,5	255	337,5	426	178,5	285	382,5	486	193,5	315	427,5
307	148,75	225,5	293,25	367	163,75	255,5	338,25	427	178,75	285,5	383,25	487	193,75	315,5	428,25
308	149	226	294	368	164	256	339	428	179	286	384	488	194	316	429
309	149,25	226,5	294,75	369	164,25	256,5	339,75	429	179,25	286,5	384,75	489	194,25	316,5	429,75
310	149,5	227	295,5	370	164,5	257	340,5	430	179,5	287	385,5	490	194,5	317	430,5
311	149,75	227,5	296,25	371	164,75	257,5	341,25	431	179,75	287,5	386,25	491	194,75	317,5	431,25
312	150	228	297	372	165	258	342	432	180	288	387	492	195	318	432
313	150,25	228,5	297,75	373	165,25	258,5	342,75	433	180,25	288,5	387,75	493	195,25	318,5	432,75
314	150,5	229	298,5	374	165,5	259	343,5	434	180,5	289	388,5	494	195,5	319	433,5
315	150,75	229,5	299,25	375	165,75	259,5	344,25	435	180,75	289,5	389,25	495	195,75	319,5	434,25
316	151	230	300	376	166	260	345	436	181	290	390	496	196	320	435
317	151,25	230,5	300,75	377	166,25	260,5	345,75	437	181,25	290,5	390,75	497	196,25	320,5	435,75
318	151,5	231	301,5	378	166,5	261	346,5	438	181,5	291	391,5	498	196,5	321	436,5
319	151,75	231,5	302,25	379	166,75	261,5	347,25	439	181,75	291,5	392,25	499	196,75	321,5	437,25
320	152	232	303	380	167	262	348	440	182	292	393	500	197	322	438
321	152,25	232,5	303,75	381	167,25	262,5	348,75	441	182,25	292,5	393,75	501	197,25	322,5	438,75
322	152,5	233	304,5	382	167,5	263	349,5	442	182,5	293	394,5	502	197,5	323	439,5
323	152,75	233,5	305,25	383	167,75	263,5	350,25	443	182,75	293,5	395,25	503	197,75	323,5	440,25
324	153	234	306	384	168	264	351	444	183	294	396	504	198	324	441
325	153,25	234,5	306,75	385	168,25	264,5	351,75	445	183,25	294,5	396,75	505	198,25	324,5	441,75
326	153,5	235	307,5	386	168,5	265	352,5	446	183,5	295	397,5	506	198,5	325	442,5
327	153,75	235,5	308,25	387	168,75	265,5	353,25	447	183,75	295,5	398,25	507	198,75	325,5	443,25
328	154	236	309	388	169	266	354	448	184	296	399	508	199	326	444
329	154,25	236,5	309,75	389	169,25	266,5	354,75	449	184,25	296,5	399,75	509	199,25	326,5	444,75
330	154,5	237	310,5	390	169,5	267	355,5	450	184,5	297	400,5	510	199,5	327	445,5
331	154,75	237,5	311,25	391	169,75	267,5	356,25	451	184,75	297,5	401,25	511	199,75	327,5	446,25
332	155	238	312	392	170	268	357	452	185	298	402	512	200	328	447
333	155,25	238,5	312,75	393	170,25	268,5	357,75	453	185,25	298,5	402,75	513	200,25	328,5	447,75
334	155,5	239	313,5	394	170,5	269	358,5	454	185,5	299	403,5	514	200,5	329	448,5
335	155,75	239,5	314,25	395	170,75	269,5	359,25	455	185,75	299,5	404,25	515	200,75	329,5	449,25
336	156	240	315	396	171	270	360	456	186	300	405	516	201	330	450
337	156,25	240,5	315,75	397	171,25	270,5	360,75	457	186,25	300,5	405,75	517	201,25	330,5	450,75
338	156,5	241	316,5	398	171,5	271	361,5	458	186,5	301	406,5	518	201,5	331	451,5
339	156,75	241,5	317,25	399	171,75	271,5	362,25	459	186,75	301,5	407,25	519	201,75	331,5	452,25
340	157	242	318	400	172	272	363	460	187	302	408	520	202	332	453
341	157,25	242,5	318,75	401	172,25	272,5	363,75	461	187,25	302,5	408,75	521	202,25	332,5	453,75
342	157,5	243	319,5	402	172,5	273	364,5	462	187,5	303	409,5	522	202,5	333	454,5
343	157,75	243,5	320,25	403	172,75	273,5	365,25	463	187,75	303,5	410,25	523	202,75	333,5	455,25
344	158	244	321	404	173	274	366	464	188	304	411	524	203	334	456
345	158,25	244,5	321,75	405	173,25	274,5	366,75	465	188,25	304,5	411,75	525	203,25	334,5	456,75
346	158,5	245	322,5	406	173,5	275	367,5	466	188,5	305	412,5	526	203,5	335	457,5
347	158,75	245,5	323,25	407	173,75	275,5	368,25	467	188,75	305,5	413,25	527	203,75	335,5	458,25
348	159	246	324	408	174	276	369	468	189	306	414	528	204	336	459
349	159,25	246,5	324,75	409	174,25	276,5	369,75	469	189,25	306,5	414,75	529	204,25	336,5	459,75
350	159,5	247	325,5	410	174,5	277	370,5	470	189,5	307	415,5	530	204,5	337	460,5
351	159,75	247,5	326,25	411	174,75	277,5	371,25	471	189,75	307,5	416,25	531	204,75	337,5	461,25
352	160	248	327	412	175	278	372	472	190	308	417	532	205	338	462
353	160,25	248,5	327,75	413	175,25	278,5	372,75	473	190,25	308,5	417,75	533	205,25	338,5	462,75
354	160,5	249	328,5	414	175,5	279	373,5	474	190,5	309	418,5	534	205,5	339	463,5
355	160,75	249,5	329,25	415	175,75	279,5	374,25	475	190,75	309,5	419,25	535	205,75	339,5	464,25
356	161	250	330	416	176	280	375	476	191	310	420	536	206	340	465
357	161,25	250,5	330,75	417	176,25	280,5	375,75	477	191,25	310,5	420,75	537	206,25	340,5	465,75
358	161,5	251	331,5	418	176,5	281	376,5	478	191,5	311	421,5	538	206,5	341	466,5
359	161,75	251,5	332,25	419	176,75	281,5	377,25	479	191,75	311,5	422,25	539	206,75	341,5	467,25

PDF Compressor Free Version

Donnez-moi un levier et un appui, et je soulèverai la terre.



Tout corps plongé dans un liquide y subit une poussée verticale dirigée de bas en haut, qui est égale au poids du volume déplacé.



LES GRÉEMENTS

GÉNÉRALITÉS

CONCILIONS LA THÉORIE ET L'EXPÉRIENCE PRATIQUE

En matière de gréement, la voile radiocommandée nous simplifie les problèmes avec un mât unique, un foc et une grand-voile. Heureusement pour nous, car les idées les plus compliquées existent ou ont existé, multipliant à loisir mâts et voiles. Et quand on sait que la radiocommande offre beaucoup de possibilités de manœuvres, les modélistes à l'âme rétro se lancent dans des montages enchevêtrés pour manœuvrer tout ce qui peut l'être, leurs dix doigts bien occupés sur l'émetteur.

Quel que soit le type de gréement que l'on construit, il est primordial de connaître les dimensions des voiles qui seront établies. Il est par ailleurs préférable de confectionner les voiles après les gréements de façon à ajuster les formes comme les ronds de guindant et les bordures.

Les gréements se divisent en deux familles :

- le gréement dormant englobant la mâture et les câbles servant à haubaner,
- le gréement courant désignant tout ce qui concerne l'établissement de la voilure, bouts et accastillage.

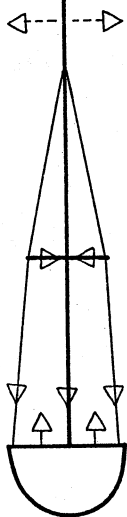
En voile radiocommandée, les gréements utilisés sont de deux types :

- le grément traditionnel caractérisé par un foc, des haubans et un pataras qui sont, comme le mât en liaison avec le pont,
- le gréement à balestron constituant une voilure tournante où seul le mât, servant de pivot, est en liaison avec le pont ; il existe en outre une variante appelée "à balestron bloqué".

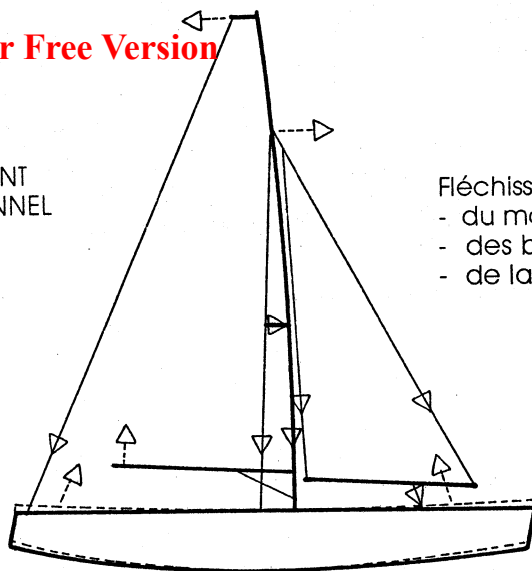
Dans ces types de gréement, des similitudes existent sur le plan mécanique et sur le plan aérodynamique. Pour maîtriser les situations, il est bon de se pencher un peu sur ces phénomènes, ne serait-ce que pour les connaître. De même que pour le reste du voilier, la meilleure façon de progresser est d'admettre simplement ce que les lois de la physique tendent à démontrer, et se baser tout naturellement sur des gréements existants que l'on sait réussis. Les efforts réellement encaissés sont d'ailleurs difficiles à estimer précisément, il faut une nouvelle fois pour nos voiliers radiocommandés concilier théorie et expérience pratique.

LES EFFORTS DANS UN GRÉEMENT

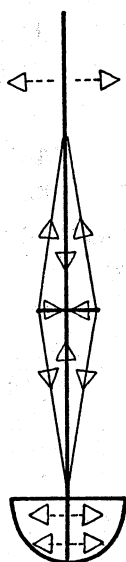
PDF Compressor Free Version



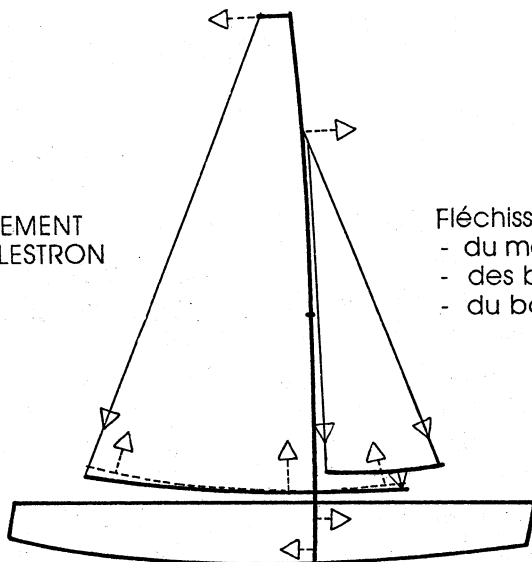
GRÉEMENT TRADITIONNEL



- Fléchissements :
- du mât
 - des bômes
 - de la coque



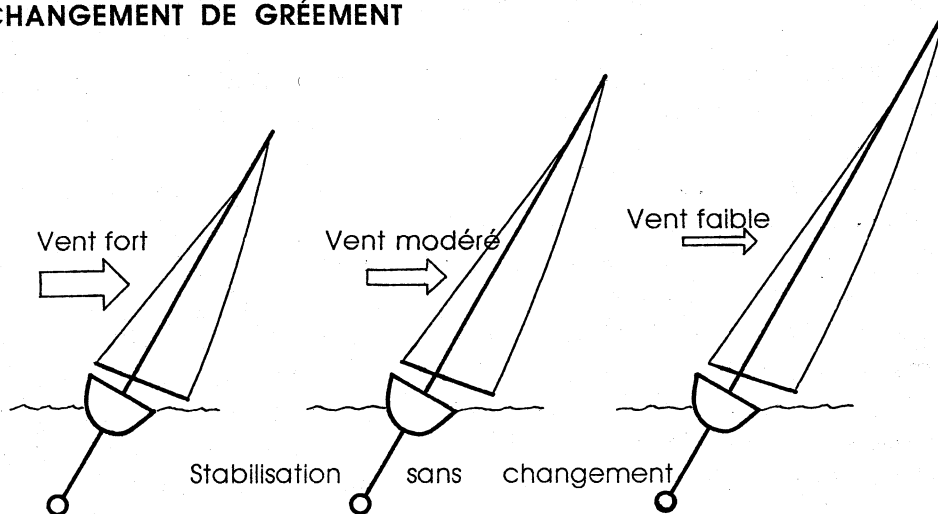
GRÉEMENT A BALESTRON



- Fléchissements :
- du mât
 - des bômes
 - du balestron

rv

CHANGEMENT DE GRÉEMENT



rv

QUE FAUT-IL PENSER DES EFFORTS DANS UN GRÉEMENT ?

La manière dont les efforts sont transmis au gréement s'analyse habituellement selon deux plans : le longitudinal dans l'axe du bateau et le transversal. La mâture ayant pour rôle de fournir un support solide, et pas forcément rigide, à l'établissement de la voilure. Le mât d'un voilier correspond exactement à ce que la résistance des matériaux entend par colonne. Il s'agit d'un élément dont toutes les dimensions sont faibles en regard de la hauteur.

Le mât doit résister à des efforts de compression dus au gréement dormant et à la voilure. Résister veut dire rester rectiligne malgré les efforts transmis. La limite de résistance d'un mât est vite atteinte au-delà de laquelle l'équilibre est dépassé, la colonne s'affaisse rapidement au moindre effort, d'une manière élastique tout d'abord, on appelle ce phénomène physique le flambage. C'est ce que l'on constate lorsque le pataras et l'étai de foc sont mis en tension.

On entrevoit déjà les différences de structure d'un mât devant rester rigide transversalement, au moins en partie, et se cintrer longitudinalement. Il s'agit alors de contrôler la déformation élastique où après l'application d'un effort, le mât redevient droit dans sa position initiale, et ne pas atteindre l'état de déformation permanente où le mât reste déformé, état nuisible au contrôle de la forme des voiles. Sur un voilier gréé en traditionnel, la coque réagit aux efforts dans le gréement, avec un gréement à balestron, ce sont les bômes et le balestron

Les bômes sont soumises à des forces de traction dans les deux plans, le longitudinal et le transversal. leur rôle dans les systèmes de triangulation d'un gréement est d'être une base aux réglages des voiles. Cette base a besoin de rigidité et de solidité, les faiblesses entraînent des dérèglements où il est difficile de s'y retrouver.

Certains modélistes prétendent jouer avec la souplesse des bômes de gréement à balestron, pour aider au dévers des voiles dans les surventes. C'est tout à fait faux, car dans ce cas là le pataras en extrémité de bôme conserve toujours sa longueur et le mât se redresse, creusant la voile ; l'étai de foc quant à lui se détend aussi par la même occasion. On obtient donc par la souplesse des bômes l'effet inverse recherché dans le coup de vent. Pour obtenir un bon résultat, il faut tendre le pataras ou détendre la chute de voile au point d'écoute, deux manœuvres qu'il est possible de radiocommander et qui supposent une robustesse conséquente des bômes.

La tolérance dans le dévers en survente paraît plus maîtrisable par une faiblesse du haut du mât. A partir du point de drisse du foc, en diminuant progressivement la section jusqu'à la têtère, on lui permet de se cintrer davantage. Quand on parle de faiblesse, c'est relatif et en rapport au point fort que l'on crée dans la partie basse du mât devant rester transversalement rectiligne entre le pont et le point de drisse du foc.

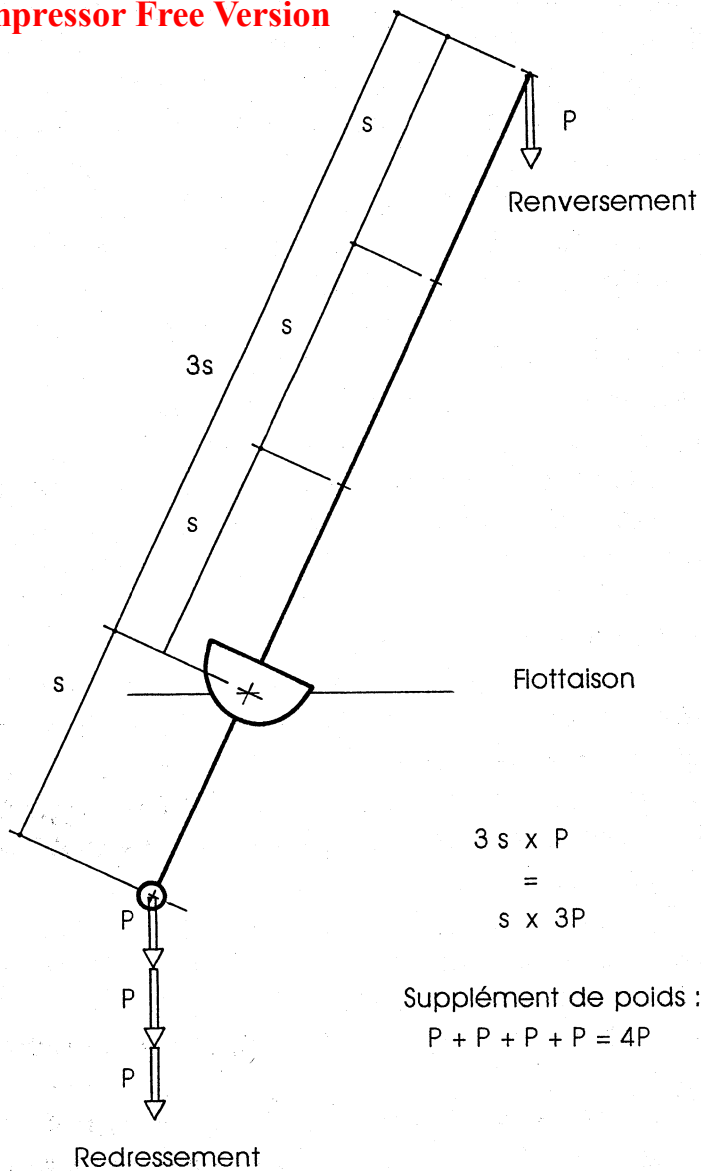
En voile radiocommandée, la maîtrise de la tenue du mât par haubannage est facilement réalisable, à la condition de penser aux complications inhérentes aux fréquents changements de gréements, ou tout simplement à leur stockage. Dans la mesure du possible, un mât à structure dégressive par emboîtement de tubes donne satisfaction et élimine ce haubannage quelque peu tracassant à bien contrôler.

Il est évident qu'un mât de section uniforme sur toute sa hauteur est le meilleur en simplicité, mais toute subtilité dans le réglage des voiles disparaît.

Quoi qu'il en soit, l'essentiel est de savoir que la force maximum du vent dans les voiles et le poids du gréement, constituants le moment de renversement - ou de chavirement - ne peut être supérieur au moment stabilisant - ou de redressement - que représente principalement le poids du lest à l'extrémité de la dérive. Faute de quoi, le bateau se coucherait sur l'eau. Le moment stabilisant étant fixe, nécessité de se limiter à un équilibre où la hauteur et la surface de voilure sont les principaux critères permettant un contrôle de la stabilisation en navigation. C'est la prise de ris sur un quillard et c'est le changement de gréement en VRC.

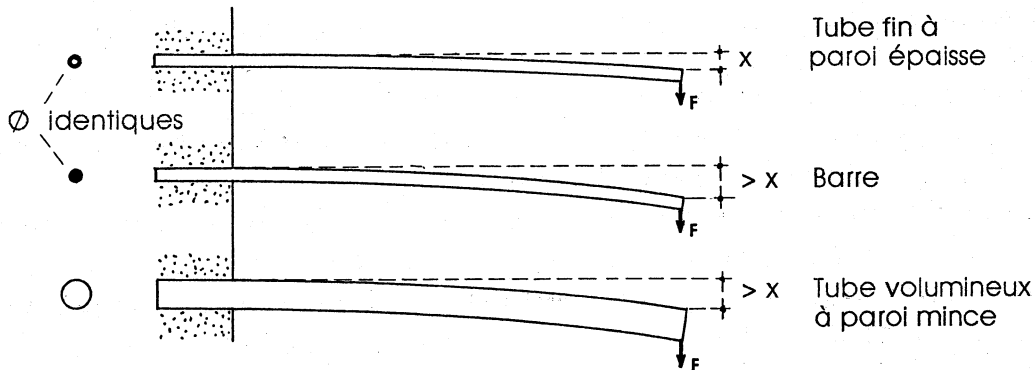
POIDS DANS LE HAUT DU GRÉEMENT - EXEMPLE

PDF Compressor Free Version



rv

LE FLAMBAGE



rv

COMMENT CONTRÔLER LE FLAMBAGE DU MÂT

La résistance au flambage d'un mât augmente à mesure que diminue sa hauteur. Il en est de même si le pied de mât traversant le pont est encastré jusqu'en fond de coque, la charge supportée est alors nettement plus élevée. Un haubanage strict et des barres de flèche contribuent à la tenue du mât et le ramènent en ligne.

Physiquement, nous l'avons vu dans la construction d'une dérive en stratifié, pour un même dimensionnement, un élément plein est moins rigide qu'un élément constitué de parois. Les mâts creux s'imposent donc en VRC, l'épaisseur de la paroi jouant un grand rôle dans la résistance au flambage. A titre d'exemple, un tube fin à paroi épaisse admet beaucoup mieux le cintrage qu'un tube volumineux à paroi mince.

Dans le choix d'un mât la section et le matériau participent aux caractéristiques qui nous intéressent : les dimensions, la forme et le poids au mètre. Mais le filage des tubes impose des dimensionnements et des formes, le choix est donc très limité par des impératifs techniques et financiers. Nous devons nous contenter de ce qui est disponible sur le marché.

Les formes quelles qu'elles soient posent en outre le problème préoccupant de l'aérodynamisme.

Entreprendre la fabrication par soi-même d'un mât très élaboré demande des connaissances de haute technologie, essentiellement dans les moyens dont on dispose et la mise en œuvre des fibres de carbone.

Le poids doit faire l'objet d'une attention particulière, notamment dans les hauts où il doit être compensé par du poids dans le lest avec un coefficient multiplicateur de 2 à 4, de manière à conserver le même moment stabilisant, question d'équilibre. Par exemple : dix grammes supplémentaires en tête de mât se compensent par 20 ou 40 grammes dans le lest et au total $10+20=30$ g ou $10+40=50$ g de plus pour le bateau, ce n'est pas bon.

AMÉLIORER L'AÉRODYNAMISME D'UN GRÉEMENT

Solutionner l'aérodynamisme d'un gréement est loin d'être simple. Il faut apporter beaucoup d'attention au gréement dormant à l'origine de perturbations dans l'écoulement de l'air et diminuant le rendement des voiles. Nécessité donc en parlant d'aérodynamisme, d'associer gréement et voile. Il semble évident par exemple, que la section profilée d'un mât produit moins de turbulences qu'une section cylindrique, mais ce raisonnement trop simpliste est bouleversé par la présence de la voile.

Le mât devant la voile, les câbles de haubans et leurs attaches, les barres de flèche, les bômes entre le pont et les bordures des voiles, les balancines, provoquent des turbulences préjudiciables au développement de la force vélique propulsant le bateau.

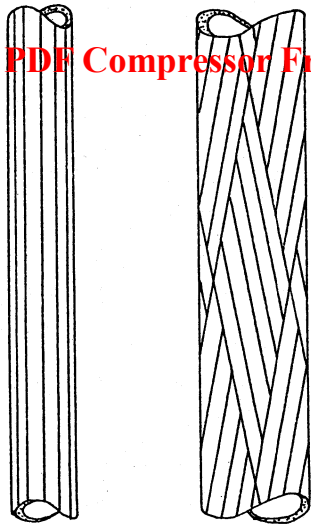
Que peut-on faire pour améliorer ces situations ? Plusieurs domaines d'investigations sont possibles, la forme des sections, la position des voiles par rapport aux mâts, aux bômes, aux câbles, l'amélioration du gréement courant et le mât tournant, en somme un vaste programme.

Les bômes ont une action particulièrement perturbante sur les bordures libres des voiles, leurs positions et leurs formes n'arrangent rien.

L'étai de foc généralement constitué d'un câble fait que cette voile a un rendement meilleur que la grand-voile, produisant une force vélique équivalente, voire supérieure.

Enfin notons que les jauges influencent le choix d'un gréement avec plus ou moins de bonheur, et qu'il est plutôt difficile de résoudre convenablement l'aérodynamisme d'un gréement par les limites de dimensionnement ou d'accastillage que les règles de jauge imposent pratiquement dans toutes les classes VRC.

TUBES CARBONES



Tube à fibres longitudinales

Tube à fibres croisées

rv

LONGUEUR DES TUBES CARBONE POUR MÂT À SECTION DÉGRESSIVE

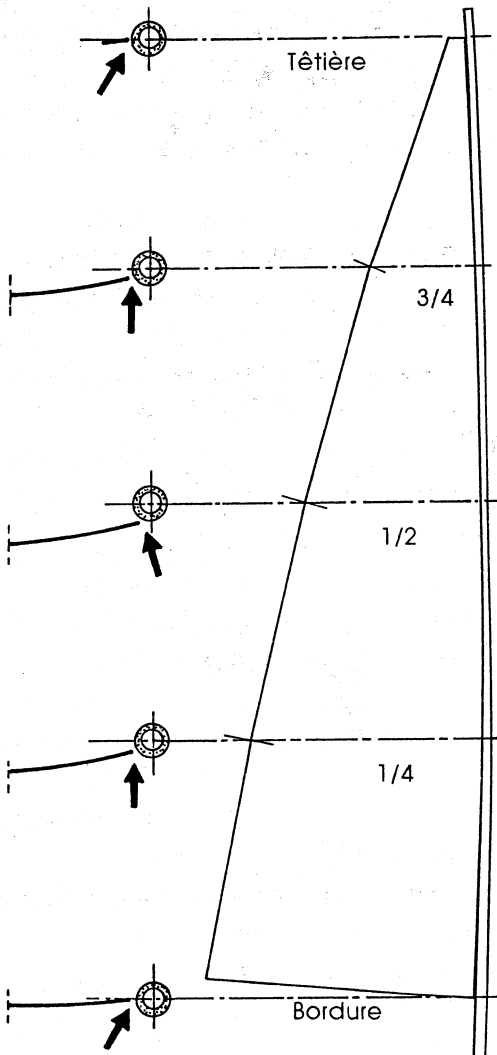
GUINDANT DE VOILE	DIAMÈTRE DES TUBES CARBONE				HAUTEUR DU MÂT
	14	12	10	8	
2115	1000	880	500		2300
	100*	100*	2300		2300
	770	650	500	500	2300
1870	850	800	500		2070
	100*	100*	2070		2070
	650	500	400	400	2070
1620	750	700	450		1820
1370	700	550	400		1570
1120	600	450	350		1320
870		400	400	350	1070

Y compris une profondeur de coque de 110 mm et les emboîtements des tubes de 40 mm.

* Renfort du pied d'un mât haubané à balestron.

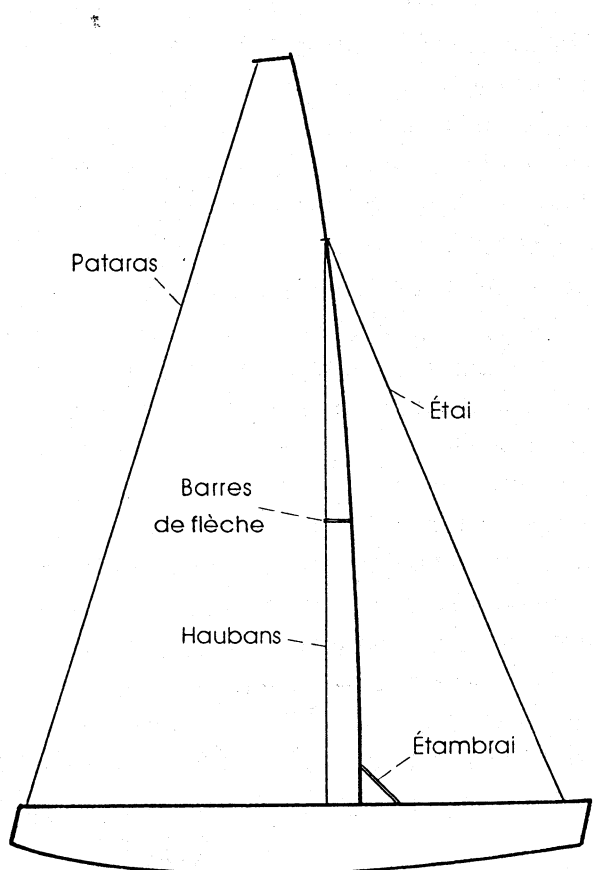
rv

MÂT À SECTION CIRCULAIRE POSITIONS DE LA VOILE



rv

CINTRE DU MÂT



rv

LE MÂT A SECTION CIRCULAIRE EST LE PLUS SIMPLE

C'est le plus simple de forme et d'emploi, malgré un certain archaïsme, cette forme existant depuis la nuit des temps où l'on a dressé pour la première fois une voile sur une embarcation. L'évolution s'est faite sur les matériaux, mais le mât à section circulaire est toujours d'actualité.

Aujourd'hui, la voile radiocommandée s'est emparée des tubes en fibre de carbone, ils sont largement disponibles en France dans les diamètres habituellement employés pour les gréements : 8, 10, 12, 14 mm, dont les poids au mètre sont respectivement de 35, 40, 50, 60 grammes. Les tubes carbone, d'une épaisseur de paroi d'un millimètre, sont fabriqués selon deux techniques :

- a) à fibres longitudinales dans les petits diamètres, utilisés pour les flèches de tir à l'arc ou les membrures de cerf-volants, ils ne conviennent pas aux gréements car ils se fendent et éclatent facilement,
- b) à fibres croisées, dans toutes les dimensions, ils conviennent aux gréements.

En emboîtant judicieusement les tubes les uns dans les autres, on obtient des mâts à sections dégressives intéressantes, tant sur le plan mécanique pour leur résistance au flambage, que dynamique pour la stabilisation ou aérodynamique par la diminution progressive du diamètre. Cette structure de mât est grandement utilisée dans les gréements à balestron.

La diminution du diamètre du mât dans le haut améliore l'aérodynamisme, mais on ne peut l'envisager sérieusement dans la partie basse, donc sur toute la hauteur, qu'en affaiblissant la résistance latérale, d'où la nécessité de prévoir un haubanage plus ou moins important et produisant des turbulences que l'on cherche à diminuer par ailleurs.

Les mâts ronds des gréements à balestron présentent l'avantage de n'avoir aucun besoin d'artifice pour leur rotation. Les pieds de mât encastrés dans la coque sont d'une longueur maximum, et l'on prendra soin que le jeu dans les bagues soit d'environ de 1 à 2/10^e de millimètre pour une rotation qui a besoin d'être très libre. Toutefois attention, car un millimètre de jeu en pied de mât produit un décalage de 3 à 5 mm du centre de voilure selon le gréement, et de ce fait ce jeu mécanique trop grand est préjudiciable à la précision des réglages du bateau.

Le mât aluminium à section circulaire constante est surtout destiné aux classes 1 mètre, avec un diamètre minimum de 10,9 mm. Alors les modélistes utilisent les tringles à rideaux Ø 12 mm en quincaillerie, pesant 100 grammes au mètre, et pas toujours disponibles en grande longueur.

Sur les mâts ronds, la voile est établie à l'aide d'anneaux en corde à piano de 6 ou 8/10^e inox, en dacron ou en fil de frette. Un interstice entre le mât et la voile est nécessaire, sans quoi le passage de la voile bâbord-tribord est difficile. Cet interstice doit être cependant minimisé au possible, car il est défavorable au rendement aérodynamique, ce montage offre néanmoins une tolérance appréciable dans le réglage de la voile.

Puisque nous parlons du réglage de la voile, regardons sa position par rapport au mât. Sur la voile, trois profils sont facilement repérables : au 1/4, à 1/2 et aux 3/4 du guindant, points des mesures transversales. Lorsque la voile est réglée, on constate que ces trois profils ont des angles d'attaque et d'incidence différents, selon la forme du creux et le dévers.

La position la meilleure se trouve sous le vent et tangentiellement au mât, c'est ce que l'on peut obtenir au profil 1/2 par un réglage judicieux du pataras. Ainsi les turbulences sont grandement diminuées, mais au point d'amure et à la têtère il en est différemment, le guindant de la voile est dans l'axe du mât, Une position franchement défavorable influençant les profils 1/4 et 3/4. L'amélioration de ces deux positions serait profitable à la force vélique.

Dans le petit petit temps, où l'on prend l'air dans le haut de la voile, un système consiste à faire déborder la voile sous le vent du mât par un crochet pivotant. Dans la brise, le point d'amure est certainement plus préoccupant par le besoin de le décaler, seulement voilà, il faut triturer nos méninges car le système reste à inventer pour être simple et efficace.

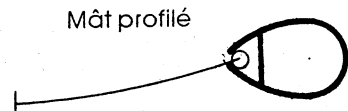
MÂTS À GORGE

PDF Compressor Free Version

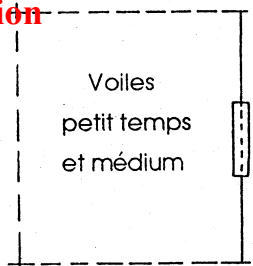
Montage des ralingues



Mât rond

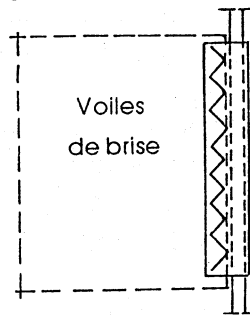


Mât profilé



Voiles petit temps et médium

Tube Ø2 collé cyano



Voiles de brise

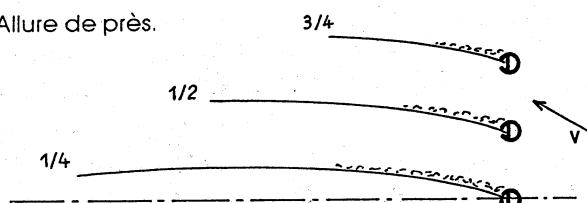
Cordon et gaine cousue

rv

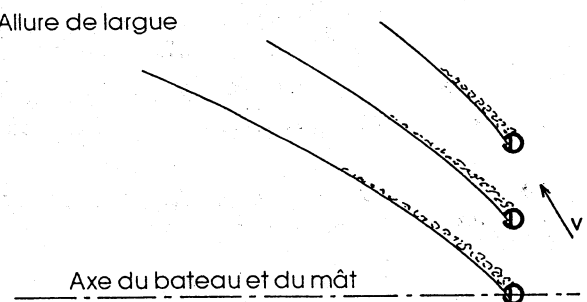
AÉRODYNAMISME MÂT / VOILE

MÂT ROND À GORGE

Allure de près.



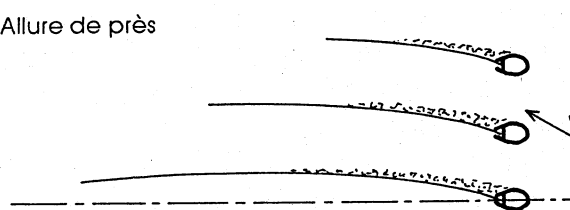
Allure de large



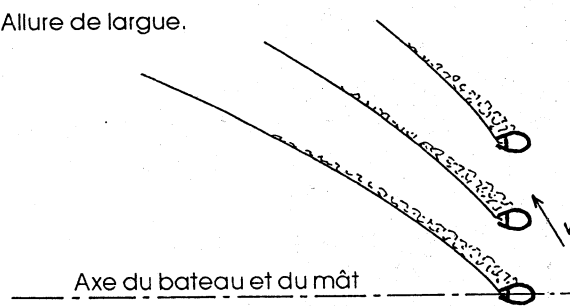
Axe du bateau et du mât

MÂT PROFILÉ.

Allure de près



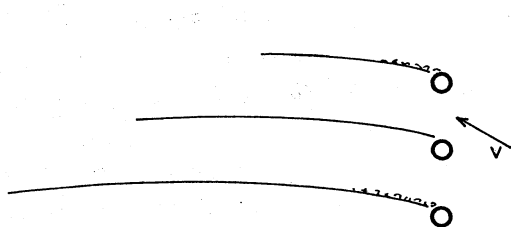
Allure de large.



Axe du bateau et du mât

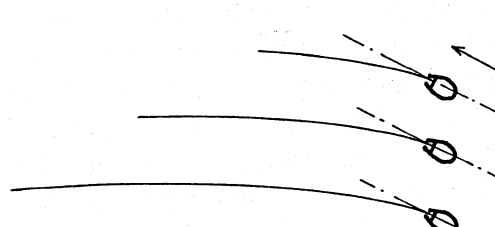
MÂT ROND.

Gréement à balestron



rv

MÂT PROFILÉ TOURNANT.



UN MÂT ROND À GORGE POUR UNE VOILE À RALINGUE

On observe qu'un mât de section ronde à gorge n'est pas la solution miracle en matière d'aérodynamisme. Par la position de la voile dans l'axe sur toute la hauteur du mât, l'écoulement de l'air provoque sur l'extrados sans jamais privilégier l'extrados. C'est pourtant là que se manifeste la force propulsive.

Il a néanmoins l'avantage de supprimer l'interstice entre mât et voile, d'où un gain à l'allure de près compensant la perte due à l'augmentation des turbulences sous le vent.

Ce type de mât existe en aluminium anodisé, à paroi mince et section constante, dans des diamètres fantaisistes : \varnothing 14,5 - 12,7 - 11,1 - 9,7 mm (poids : 95, 70, 58, 48 g/m) et en fibres de carbone \varnothing 15,4 - 12,7 - 10,5 mm (poids : 94, 70, 50 g/m).

La légèreté du tube alu à paroi mince est un argument tentant. Il ne faut cependant pas tomber dans un excès de minceur affaiblissant la rigidité. Les adeptes du 1 mètre s'en sont aperçu avec le \varnothing 11,1 mm qu'ils ne peuvent haubaner correctement en gréements n° 1 et n° 2 étant limités à une paire de haubans et de barres de flèche. Quand on sait que ces bateaux naviguent fréquemment en survente, les jeux de voiles étant mal étagés, la tenue de ce type de mât laisse à désirer.

Le mât à gorge demande une coupe rigoureuse du guindant de voile et un montage de ralingue non moins rigoureux pour un ajustement au cintre du mât, cette précision exigeante supprime pratiquement toute tolérance dans le réglage de la grand-voile. On ne sait d'ailleurs s'il faut adapter le rond de guindant de la voile à la courbure du mât ou s'il faut adapter le mât au rond de guindant de la voile. Il y a en fait pratiquement des deux façons en fonction du gréement dormant adopté.

Le point le plus positif de ce mât est une esthétique proche de la voile grandeur.

LES MÂTS PROFILÉS SONT PRESQUE PARFAITS, MAIS...

Le marché modéliste propose des mâts profilés à gorge et à section constante en aluminium anodisé de 16 mm et 19 mm, ces dimensions étant dans l'axe d'un profil en forme de poire. Ils font penser au mât idéal où la voile ralinguée a un rendement maximum. En y regardant de plus près, ce n'est guère meilleur qu'avec un mât rond à gorge. Les turbulences sous le vent, derrière le mât, deviennent maximums à l'allure de largue, sur toute sa hauteur.

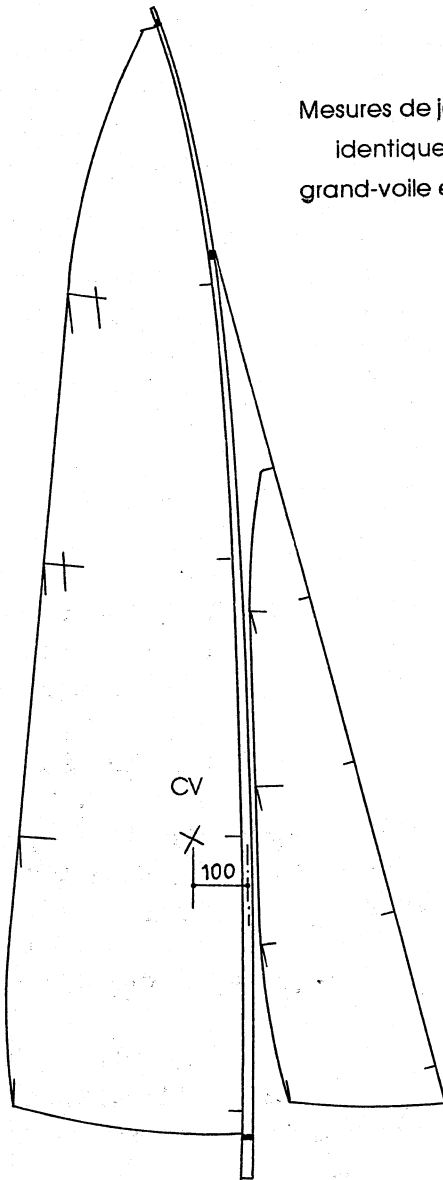
Le mât de 19 mm est vraiment inutilisable dans les classes 1 mètre ou Marblehead. Sa raideur résiste aux efforts de tension du pataras et de l'étai, il est vraisemblable que la limite de déformation du mât serait atteinte après celle de la coque qui court alors le risque de se plier par le milieu. Quant au mât de 16 mm, il est peu recommandable, pour une question de poids, 110 g/m.

La solution la plus proche du presque parfait est le mât tournant indépendamment de la bôme, l'attaque de la voile étant dans le prolongement de la joue du mât. L'angle d'attaque de la voile est celui qui est délimité par la corde de son profil avec la tangente à l'extrados du bord d'attaque. L'angle d'incidence est celui fait par la corde du profil et la direction du vent relatif (composante entre la direction réelle du vent et la route suivie par le bateau). Cependant la variation des angles d'attaque et d'incidence sur la hauteur de la voile, implique le problème du vrillage du mât pour être parfait. Autant dire que la solution n'existe pas actuellement, mais des solutions approchées sont imaginables.

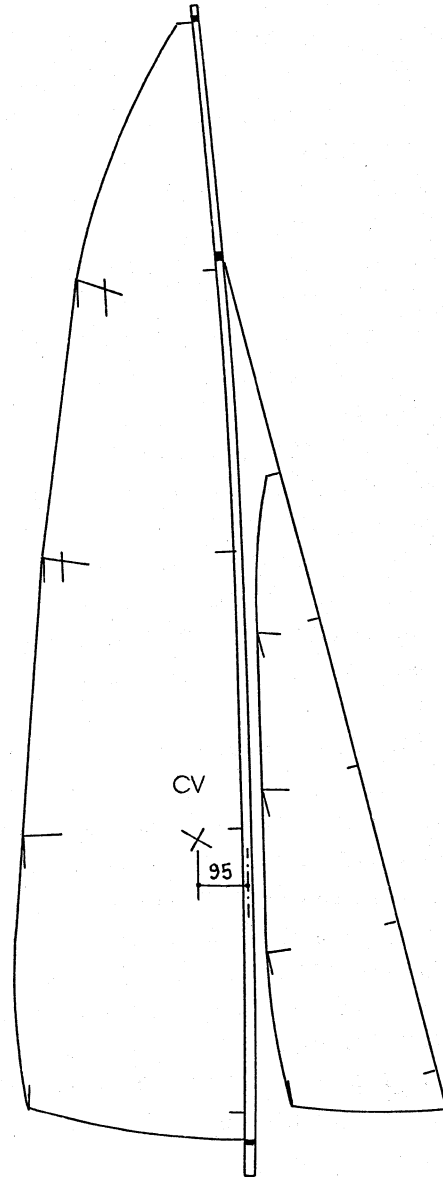
Le summum est le mât Walicki en fibres de carbone, profilé et à gorge, à section dégressive de 19 à 13 mm, L 2150 mm, poids 180 g (catalogue J. Walicki, Horner Landstraße 414, 22 111 Hambourg RFA). Rigidité et solidité obligent, avec une répartition des poids allégée vers le haut. Un mât carbone à section constante profilée et à gorge, 19 x 12,5 mm, L 2085 mm, poids 150 g, est disponible également (catalogue H. Piel, Modelyachten + Zubehör, Postfach 1250, 76867 Kandel RFA). Montés sur pivots avec accastillage pour mât tournant indépendamment de la bôme et de la voile, ils engendrent un maximum de rendement pour un minimum de traînée.

DÉPLACEMENT DU CENTRE DE VOILURE PAR LE CINTRE DU MÂT
EXEMPLE
 PDF Compressor Free Version

Mesures de jauge
 identiques
 grand-voile et foc



Vent très faible, force 1
 Centre de voile reculé



Vent faible, force 2
 Centre de voile avancé
 Foc avancé

UN MÂT DONT LE CINTRE EST CONTRÔLÉ

L'utilisation d'un mât de moindre poids et de petite section pour des raisons d'équilibre et d'aérodynamisme, conduit inmanquablement à une faiblesse au flambage qu'il faut compenser par des artifices.

Au repos, lorsqu'aucun effort n'est appliqué au mât, il doit être droit dans le plan vertical de symétrie du bateau, aligné avec la dérive au fil à plomb, vu de l'avant ou de l'arrière.

Les gréements tels qu'ils sont conçus, fractionnés 5/6° ou 7/8° donnent deux efforts opposés dus au pataras en tête de mât vers l'arrière, et à l'étai de foc au 5/6° ou 7/8° vers l'avant. Il est nécessaire, pour avoir un établissement correct de la voile et du foc, d'appliquer une tension préalable dans le pataras et l'étai. Avec le point fixe du pied de mât, ces deux forces appliquent une précontrainte et entraînent le cintre du mât. On constate que longitudinalement, selon l'intensité des efforts appliqués, le cintre du mât peut être contrôlé. La forme du cintre varie en fonction de différents éléments :

- la section et le matériau du mât,
- la tension du pataras et la tension de l'étai,
- la position de l'étai sur le mât,
- l'action des haubans et des barres de flèche,
- l'action de la cale d'étambrai,
- l'encastrement du mât dans la coque.

Toutes ces possibilités de réglage ne sont pas nécessaires, mais lorsqu'elles existent ensemble ou presque, elles compliquent l'ajustage du cintre. Il est bon là encore, de faire simple et efficace en maîtrisant les formes de la voile par petites touches sur les réglages.

Un mât en tube alu tringle à rideaux, à section constante, n'est pas facile à maîtriser, sa raideur est contraignante à l'opposé du mât rond à gorge à paroi mince. Il n'en est pas de même d'un mât constitué par emboîtement d'éléments carbone dont on peut obtenir des courbes variables, plus prononcées en tête. Certains modélistes classe M utilisent cette possibilité pour reculer le centre de voilure et augmenter la surface de voile dans les hauts d'un gréement de petit temps, à force 1 ; puis avec un deuxième gréement et des mesures identiques de voile, ce que la jauge exige, mais avec un mât moins cintré, le centre de voilure avance pour les vents de force 2. Le cintrage d'un mât à sections dégressives bien étagées prend là une dimension intéressante dans l'équilibre du bateau.

Notons qu' hormis ce cas particulier, un bon étagement des centres de voilure passe par un cintre identique des mâts. En les superposant, pieds à la même hauteur, les courbures doivent suivre la même projection et ne pas présenter de décalages les uns par rapport aux autres. Ce contrôle est facile avec les gréements à balestron ou à mâts encastés dans la coque, c'est plus difficile à maîtriser avec les mâts posés sur le pont. Ce contrôle de courbure est par ailleurs en accord avec la résistance du mât qui augmente à mesure que sa hauteur, et par conséquence la flèche de la courbure, diminuent.

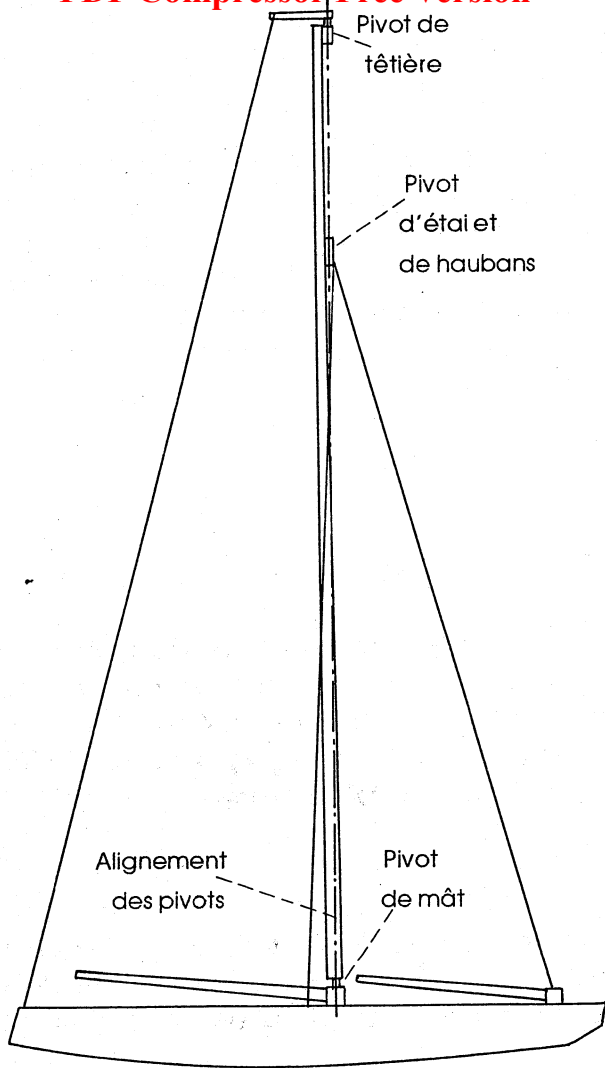
DES GRÉEMENTS HYBRIDES FONT RÊVER

Sur un gréement, le foc reçoit un air non perturbé par l'étai, et quant à la voile elle est en mauvaise posture derrière le mât. Alors pourquoi ne pas déplacer le mât et établir la voile sur un câble comme l'étai ? Des gréements traditionnels ont été tentés en ce sens en modélisme. Par exemple avec deux mâts de part et d'autre de la voile, mais leur emplacement sur le pont n'a pas été très favorable et leur tenue a demandé un haubanage particulier, notamment entre eux. L'implantation plus favorable du mât s'est située derrière la voile, où il peut être encasté avec une forte quête avant, les bômes ne changeant pas.

Dans les deux cas, un câble est tendu entre la tête de mât et le pont, et c'est là que commencent les difficultés, car il est difficile d'obtenir une tension convenable du câble et une forme régulière avec un étai de foc capelé dessus. Ces idées restent cependant à exploiter.

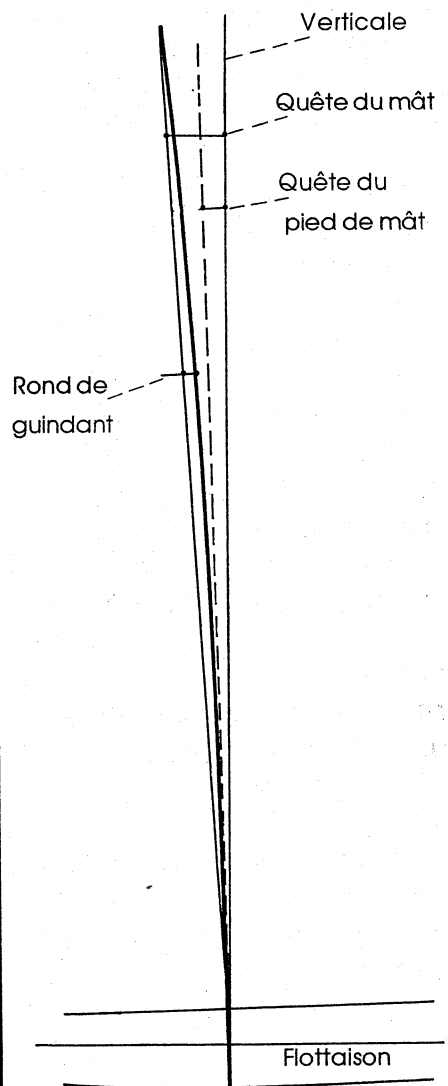
MÂT TOURNANT WALICKI

PDF Compressor Free Version



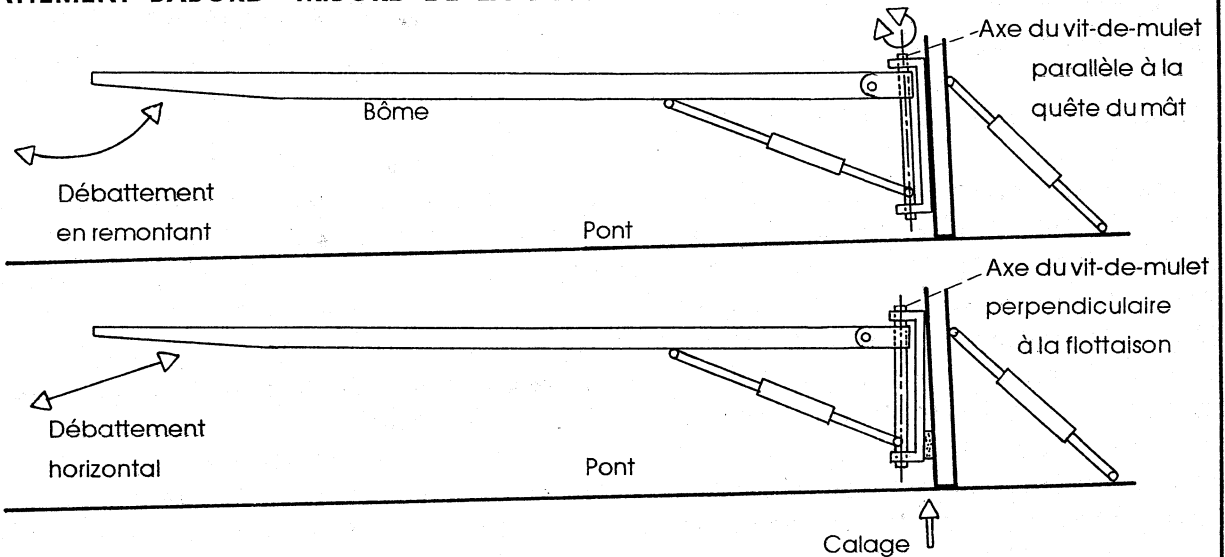
rv

LA QUÊTE DU MÂT



rv

DÉBATTEMENT BÂBORD - TRIBORD DE LA BÔME



rv

UN MÂT DROIT A SES RAISONS ET SES EXIGENCES

Les quillards de voile grandeur, dont les mâts droits à fortes sections constantes et copieusement haubanés jusqu'au sommet, sont justifiés par les immenses gènois et spis gréés en tête, ils sont plutôt rares en voile radiocommandée car ils obligent à avoir une raideur obtenue par une forte section apportant du poids là où l'on cherche à le minimiser.

Il est exploité dans le gréement traditionnel à mât tournant mis au point par J. Walicki. Son mât est droit, pivotant sur trois pivots montés sur bille à l'avant du mât et en alignement rigoureux : un en pied de mât, un deuxième au capelage de l'étai de foc et le troisième en tête. En tête de mât il y a le pataras, au capelage de l'étai de foc deux haubans sans barres de flèche. La bôme de voile est indépendante et la bôme de foc pivote à son extrémité avant sur un vit-de-mulet fixé au pont.

Avec un tel gréement, quelles que soient les voiles à ralingue utilisées, il reste en place. En France les adeptes sont rares, cependant des allemands, italiens, norvégiens, espagnols, australiens, d'autres vraisemblablement, l'ont adopté avec le système papillon de pilotage du foc, et les réglages des chutes et de pataras.

Un mât droit demande une coupe droite du guindant de voile, alors attention car les voiles du commerce sont habituellement coupées avec un rond de guindant qu'il est impossible de résorber.

Un autre raison d'avoir un mât droit est motivée par la voile à fourreau, pour laquelle un mât cintré pose un sérieux problème, difficile à résoudre, celui de l'ajustement du fourreau aux courbures du mât et de la voile. Les essais faits jusqu'à maintenant n'ont pas donné satisfaction à leurs concepteurs. La forme du fourreau doit se retrouver correcte sur les deux amures en respectant le profil, ce n'est pas évident. Peut être que de petits anneaux intérieurs, à la forme du fourreau, amélioreraient la prise de forme. Voilà une nouvelle recherche intéressante pour les maîtres voiliers modélistes et qui devrait porter ses fruits.

LA QUÊTE DU MÂT EST-ELLE NÉCESSAIRE ?

La quête c'est ce petit air penché, généralement vers l'arrière, que l'on donne au mât. Y a-t-il un intérêt à cela ? Les modélistes ne semble pas y porter beaucoup d'attention et pourtant le fait de gréer et de dégréer fréquemment le bateau, à chaque occasion de navigation, demande d'établir des repères précis pour avoir impérativement la même quête. Lorsque les réglages sont bien établis, il s'agit de les retrouver à chaque fois que l'on place le gréement sur le bateau, c'est ultra nécessaire surtout à l'imminence d'un départ en course où l'on panique facilement.

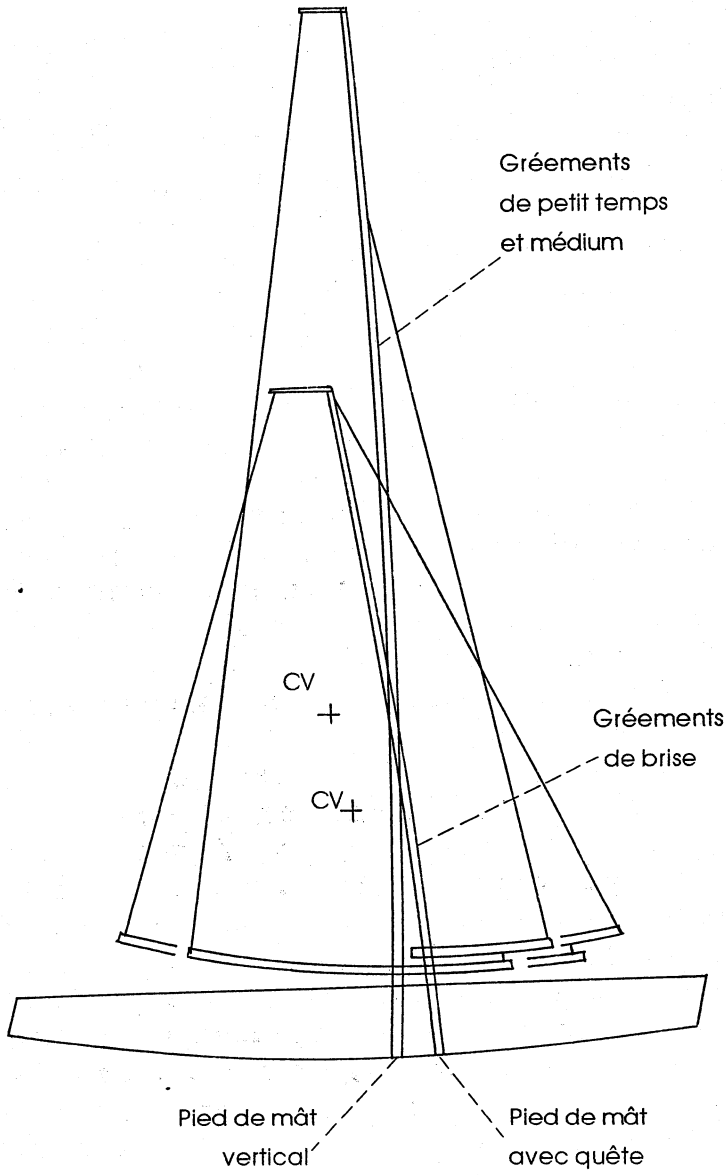
Modifier la quête d'un ou deux degrés, modifie la position des voiles et par conséquence l'équilibre de route du bateau, tout comme le déplacement de la position du mât sur le pont. Ces possibilités, lorsqu'elles existent servent à bien régler le bateau par une recherche du meilleur équilibre en navigation, par comparaison de la vitesse, du cap, de l'accélération, avec d'autres bateaux. Dès les bons réglages obtenus, le gréement doit toujours se retrouver en bonne place à chaque utilisation.

En l'absence de quête, le pied de mât perpendiculaire à la flottaison est favorable aux petits airs. Sur un gréement traditionnel sans quête, la bôme de grand-voile, dont on imagine l'axe de rotation au vit-de-mulet parallèle au pied de mât, doit manoeuvrer d'une amure à l'autre sans difficultés. Une quête arrière, incline l'axe de rotation du vit-de-mulet, les petits airs ont alors du mal à remonter le poids de la bôme, elle a tendance à revenir dans l'axe du bateau, à un moment où il faut choquer pour avancer.

Dans le cas d'un mât avec quête arrière dans le petit temps, une astuce consiste à caler l'axe de rotation du vit-de-mulet perpendiculairement à la flottaison. Ce qui a également pour avantage de tendre la chute de la grand-voile aux allures portantes.

On observe les plus fortes quêtes sur les dériveurs catamarans (genre Hobby Cat) dont la principale raison est de soulager l'étrave, l'effort vélique se manifestant en remontant. Il serait bon de s'en inspirer pour les jeux de brise de nos voiliers radiocommandés, ce qui va

QUÊTE DES MÂTS
PDF Compressor Free Version



compliquer l'implantation des mâts sur le bateau, surtout ceux qui sont encastrés, pour respecter la position des centres de voilure. Une sérieuse étude préalable sur plan doit être faite pour ne pas faire n'importe quoi. Mais l'affaire est viable et payante en regard du soulagement de l'étrave, notamment sur un bateau à entrées d'eau tendues manquant de volume avant, et particulièrement sur les bateaux équipés de gréements à balestron où deux pieds de mâts peuvent se justifier pour cette raison.

LES BONS PRINCIPES FONT LES BONS GRÉEMENTS

La lecture des "Règles de Jauge Voile Radiocommandée" (Fédération Française de Voile) fait connaître toute la réglementation des gréements de chaque classe de bateau.

Un bon équipement demande que chaque jeu de voile soit établi sur son gréement, c'est une pratique devenue indispensable, même avec un mât à gorge si l'on veut être efficace et performant.

Pour limiter le nombre des réglages et des dérèglages qui embrouillent plus qu'ils ne servent, le principe d'avoir un gréement dormant indéréglable et bien réperé est un avantage certain, car au moment de gréer le bateau, tout se retrouve en bonne place, pas d'hésitations ni de tâtonnements. Le gain de temps dans le changement de gréement, et l'assurance d'être toujours bien réglé, augmente considérablement le plaisir du pilotage.

Sur le gréement dormant, les haubans, l'étau et le pataras en gréement traditionnel n'ont besoin d'aucun réglage par ridoirs ou autres taquets. Ils ont une longueur fixe avec un crochet en corde à piano 12/10^e à une extrémité. Si le besoin de les retendre se fait sentir, il y a toujours la possibilité de refermer la boucle du crochet, simplicité d'abord.

Toutes les cordes à piano utilisées sont en inox.

Les câbles sont gainés plastique ou en inox et pré-étirés avant emploi en les soumettant à une charge.

Les tubes alu sensibles à l'oxydation et à l'eau de mer sont anodisés.

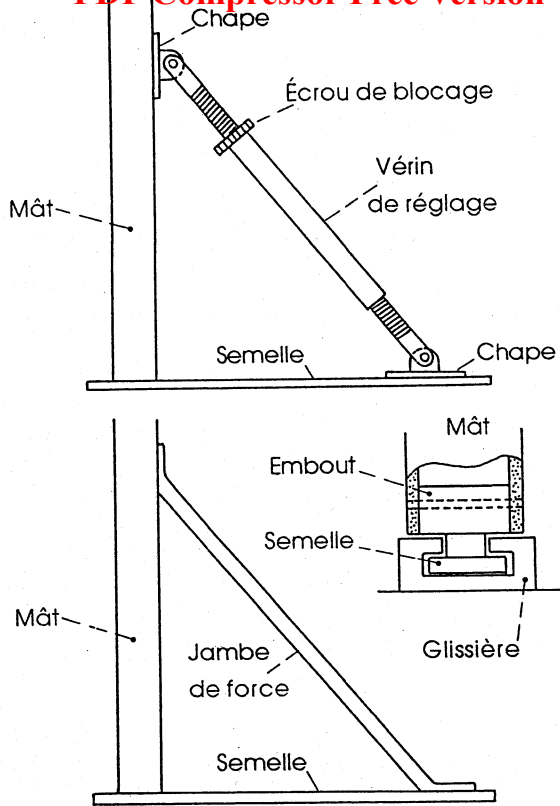
Les écoutes et autres bouts sont en dacron 30 Kg à allongement nul (article de pêche).

Enfin un dernier bon principe dans la pratique du gréement, tous les réglages sont regroupés dans la partie basse, sauf celui de la drisse de foc ; ils se font manuellement sans l'aide d'outils, pas de tournevis, ni de clés, ni de pinces, l'outillage reste bien sagement dans la valise fourre-tout.

Après chaque utilisation une vérification générale s'impose, il n'y a rien de plus désagréable qu'un incident en cours de navigation par manque d'entretien. La navigation en eau de mer apporte des dépôts de sel, il est absolument nécessaire de rincer abondamment tout le bateau à l'eau douce, dès que possible, si l'on ne veut pas être confronté au phénomène de corrosion électrolytique.

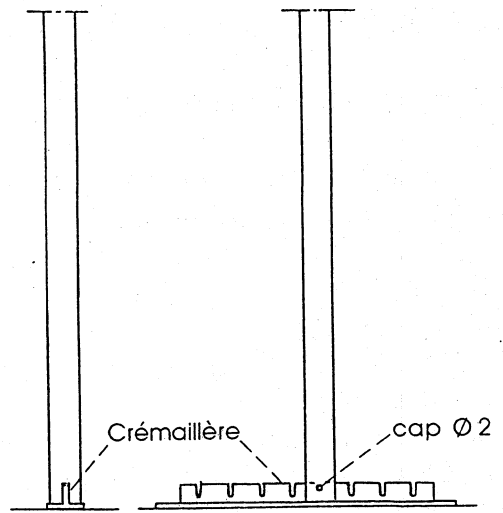
ÉTAMBRAI OU JAMBE DE FORCE

PDF Compressor Free Version

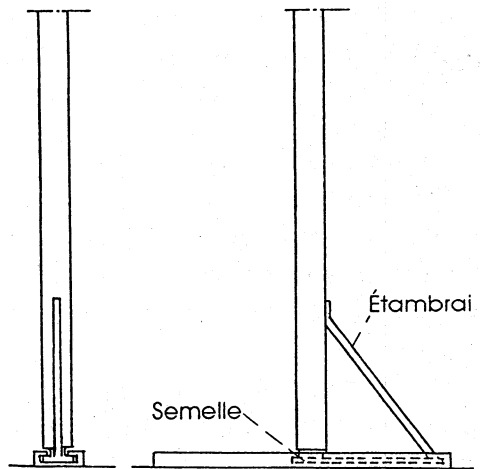


rv

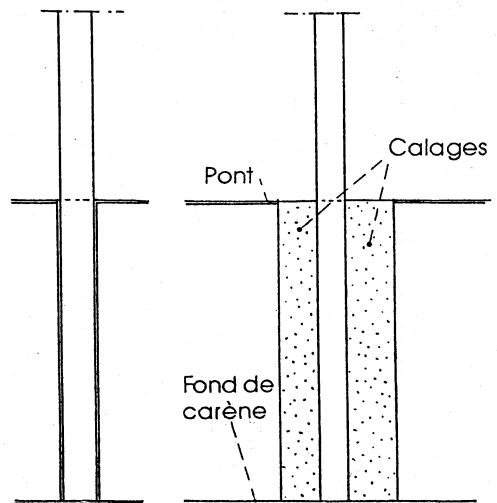
PIED DE MÂT



SUR CRÉMAILLÈRE



SUR GLISSIÈRE

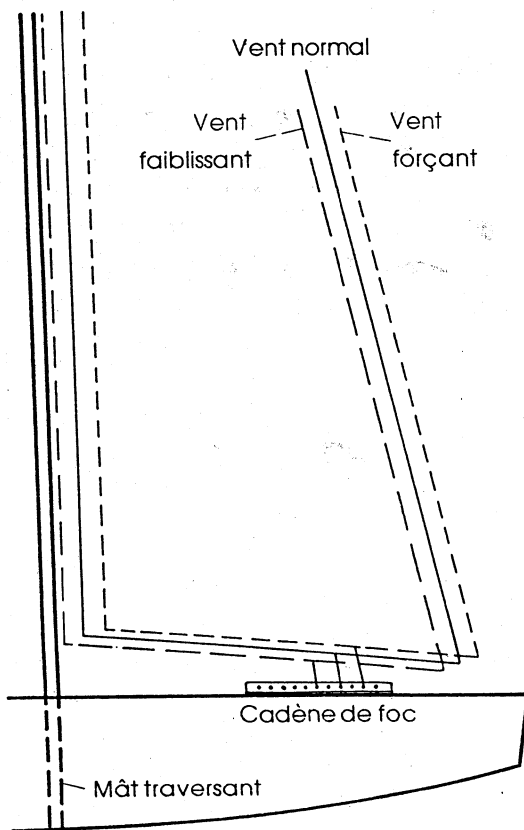


TRAVERSANT
DANS UN TUBE

DANS UN PUIT

rv

POSITIONS DU FOC



rv

LE GRÉEMENT TRADITIONNEL

PDF Compressor Free Version

LE PIED DE MÂT POSÉ SUR LE PONT, UNE DISPOSITION AVANTAGEUSE

L'installation du pied de mât est fondamentale dans le rendement de la voilure.

Le mât posé sur une crémaillère ou une glissière de pont a l'avantage de pouvoir être déplacé, mais à la condition d'établir par la suite des repères correspondants aux bons réglages. Chaque gréement a trois repères sur la crémaillère pour trois conditions de vent:

- 1) celui correspondant au vent "normal",
- 2) celui correspondant au vent "faiblissant", en arrière de la position 1, bateau plus ardent,
- 3) celui correspondant au vent "forçant", en avant de la position 1, bateau plus mou.

CALE D'ÉTAMBRAI OU JAMBE DE FORCE

Une cale d'étambrai assure le maintien et le réglage de la partie basse du mât. Elle est nécessaire à tous les mâts posés sur le pont si l'on veut donner du cintre. En VRC elle est réglable par une vis à pas inverses formant vérin. Il faut être modéré sur son action qui agit non seulement sur le cintre, mais aussi sur la quête, le haubanage, et la longueur d'écoute de treuil par l'action de la bôme qui monte ou descend. On s'en rend vite compte, une manœuvre sur la vis modifie énormément le réglage du gréement.

Pratiquement, l'installation d'une cale d'étambrai demande une triangulation obtenue par une semelle reliant le pied du mât et l'étambrai, le tout se déplaçant dans une glissière fixée solidement sur le pont.

Une jambe de force remplace avantageusement le vérin de la cale d'étambrai. Elle est faite d'une tige alu ou un jonc de carbone de \varnothing 4 ou 5 mm fixé sur le mât et la semelle, Indéréglable.

LE MÂT TRAVERSANT LE PONT DEMANDE UNE IMPLANTATION PRÉCISE

Le mât traversant le pont et se logeant dans un tube ou un boîtier encastrés dans la coque rendent inutiles la cale d'étambrai ou la jambe de force. Toutefois, il faut savoir que ce procédé n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît dans le réglage du bateau.

Dans le cas du tube, la situation est délicate, il faut l'implanter avec précision selon le plan d'architecte, au millimètre près et veiller au bon angle de la quête. Sa position correspondra à l'utilisation du gréement médium par vent faiblissant. Le réglage du gréement médium par vent normal force 3 et vent "forçant", se fait en avançant le foc à son ancrage sur le pont, de 10 en 10 millimètres. Cette manœuvre pour tous gréements entraîne une tension supplémentaire du gréement de foc quand le vent force.

En classe 1 mètre, pour favoriser le réglage des 3 gréements dont le mât traversant le pont est calé dans un tube, prévoir des jeux de voile dont les mesures correspondent à :

Gréement n°1, de petit temps : foc aux dimensions minimums et voile aux maximums, centre de voilure reculé.

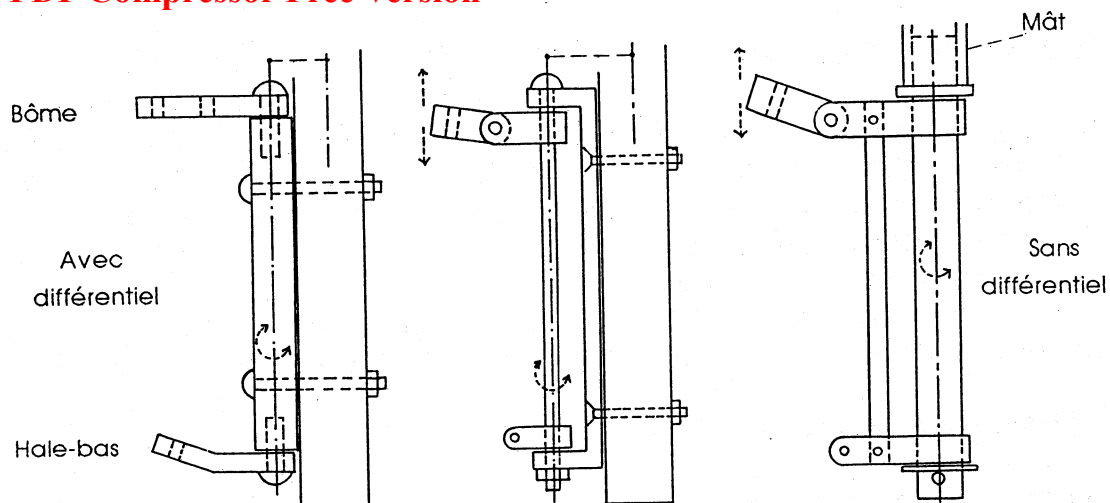
Gréement n°2, médium : foc et voile aux dimensions médianes.

Gréement n°3, de brise : foc aux dimensions maximums et voile aux minimums, centre de voilure avancé.

Le boîtier de pied de mât peut sembler pratique, il entraîne pourtant des complications. Le système de calage doit rendre impossible toute erreur de position et surtout de quête. Un boîtier se remplit facilement d'eau en navigation par temps de brise, apportant un supplément de poids inutile ; nécessité d'apporter une solution comblant le vide.

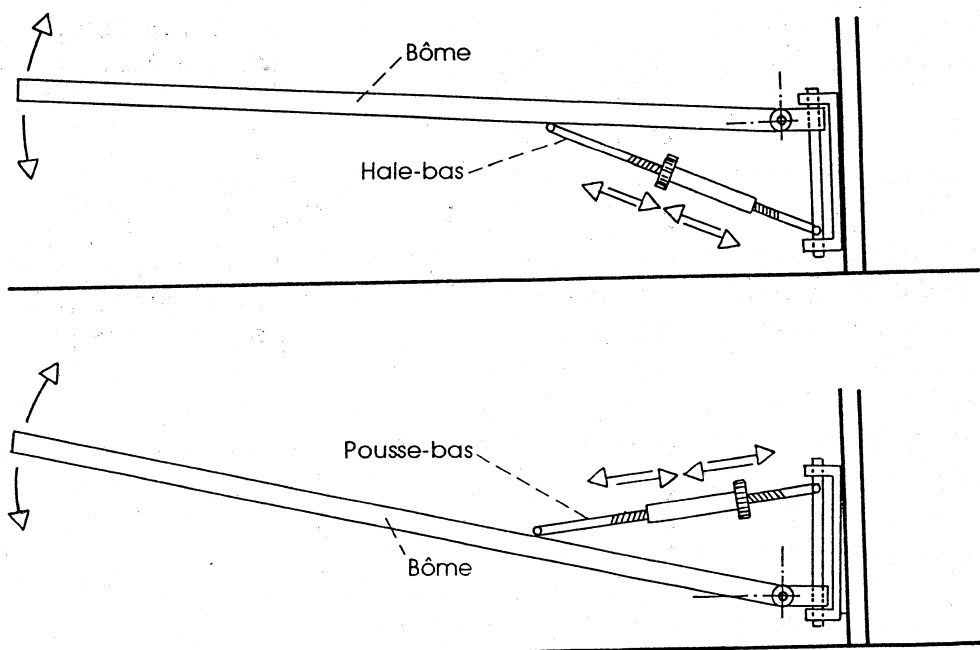
VIT - DE - MULET

PDF Compressor Free Version



rv

HALE-BAS ET POUSSE-BAS



rv

LE VIT-DE-MULET AVEC OU SANS DIFFÉRENTIEL

La bôme de voile s'articule sur le mât par l'intermédiaire du vit-de-mulet d'un type spécifique à la voile radiocommandée. Formant généralement cardan, avec un axe vertical et un axe horizontal, il peut être conçu avec ou sans différentiel. Avec différentiel, cas le plus fréquent, l'axe vertical est décalé de l'axe du mât, la voile creuse dès que l'on choque l'écoute de treuil. Sans différentiel, l'axe vertical est celui du mât s'il est rond, et si c'est un mât à gorge, l'axe est dans le prolongement de l'arrière du mât, dans les deux cas la voile conserve son creux sous toutes les allures.

Le montage du vit-de-mulet est envisageable de différentes façons :

- fixé sur le mât, il est spécifique à chaque gréement,
- fixé sur le pont, indépendamment du mât qui vient s'y emboîter.

Mécaniquement, le débattement horizontal doit être très libre. Rappelons que l'axe vertical peut ne pas être parallèle au mât mais être perpendiculaire à la flottaison, tout dépend de la quête donnée au mât, ce montage facilite la rotation de la bôme;

ROBUSTESSE POUR LA BÔME DE VOILE

La bôme de voile est articulée au vit-de-mulet, elle se déplace horizontalement en fonction de la manœuvre de l'écoute de treuil et du vent. La hauteur de la bôme au-dessus du pont dépend de la conception du vit-de-mulet et de la mise en place d'un hale-bas ou d'un pousse-bas. Les adeptes du classe M à gréement traditionnel ont par la jauge beaucoup de libertés conceptuelles sur la position et la forme de la bôme. Trois préoccupations peuvent guider leur choix :

- a) sur le plan aérodynamique pour limiter les turbulences dans le bas de la voile,
- b) sur le plan de la gîte du bateau pour ne pas traîner la bôme dans la vague,
- c) mécaniquement pour résister aux forces transmises par la voile et l'écoute de treuil.

Aérodynamiquement la section ronde a sous le vent un minimum de traînée et une bôme plate un maximum. L'espace entre bôme et voile est un lieu d'agitation à combattre de plusieurs manières : une gorge de bôme dans laquelle s'engage une ralingue de bordure, une bôme à la forme de la bordure de voile (la voile étant réglée plate sur la bordure) et une bôme dégagée de la voile de 2 centimètres environ.

C'est à l'allure de largue, la bôme à 45° de l'axe du bateau, et avec une gîte à 45° fréquente dans les surventes par temps de brise, que la bôme doit être au-dessus de la vague et éviter de freiner le bateau. Cette position du gréement détermine la forme de la bôme.

Mécaniquement, les efforts dans la voile se font en traction verticale sur la bôme, et l'écoute de treuil agit en traction horizontale aux allures portantes. Les bômes sont fabriquées d'un seul tenant, sans raccord, pour éviter les points faibles, on utilise généralement des tubes aluminium Ø 12 mm.

HALE-BAS OU POUSSE-BAS ?

Le hale-bas et le pousse-bas se distinguent par leurs positions respectives en regard de la bôme. Leur rôle est identique, il permet le contrôle précis du débattement vertical de la bôme. En voile radiocommandée, ils sont généralement rigides et renforcent la tenue mécanique de la bôme. Ils travaillent à la traction et à la compression.

Le hale-bas est fixé sous la bôme par deux articulations, l'une au tiers environ de la longueur de bôme et l'autre sur l'axe vertical du vit-de-mulet, le réglage se fait par un montage vis/écrou + écrou de blocage qui allonge ou raccourcit la longueur.

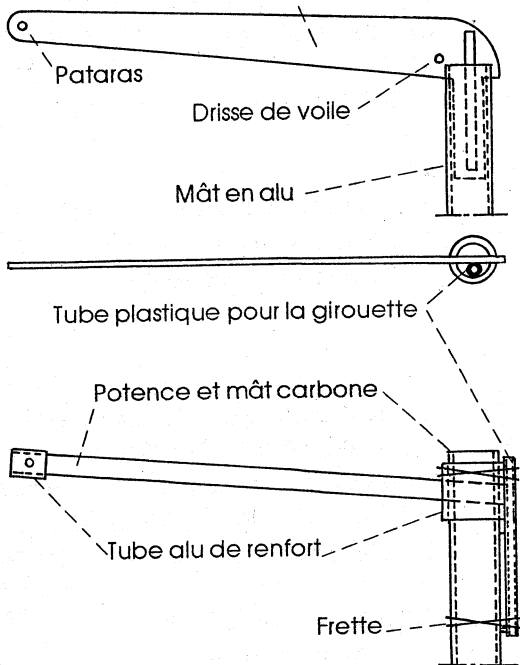
Le pousse-bas placé au-dessus de la bôme est constitué de la même façon qu'un hale-bas, la bôme étant articulée à la partie inférieure de l'axe vertical du vit-de-mulet et le pousse-bas à la partie supérieure.

La rigidité des systèmes et l'absence de jeux mécaniques, tout comme dans le vit-de-mulet, assurent le maintien en position de la bôme et le réglage du dévers de la voile. C'est très important par petit temps surtout où, pour que le bateau avance, la voile doit être détendue.

POTENCE DE TÊTE DE MÂT

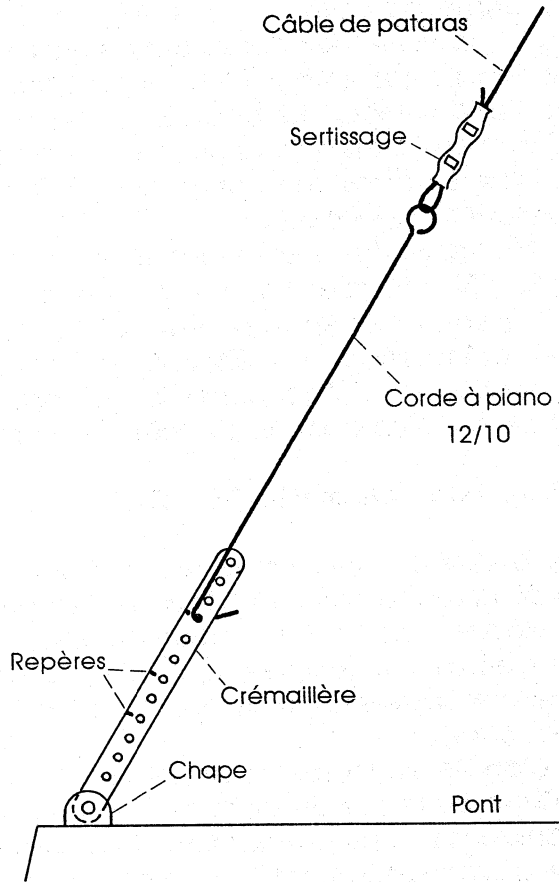
PDF Compressor Free Version

Potence en alu dur de 1 mm



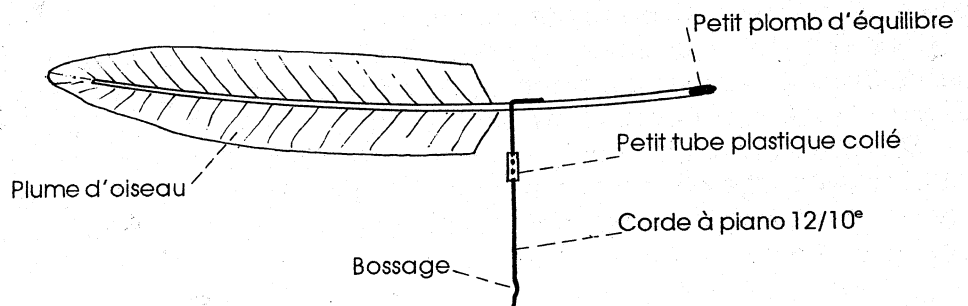
rv

CRÉMAILLÈRE DE PATARAS



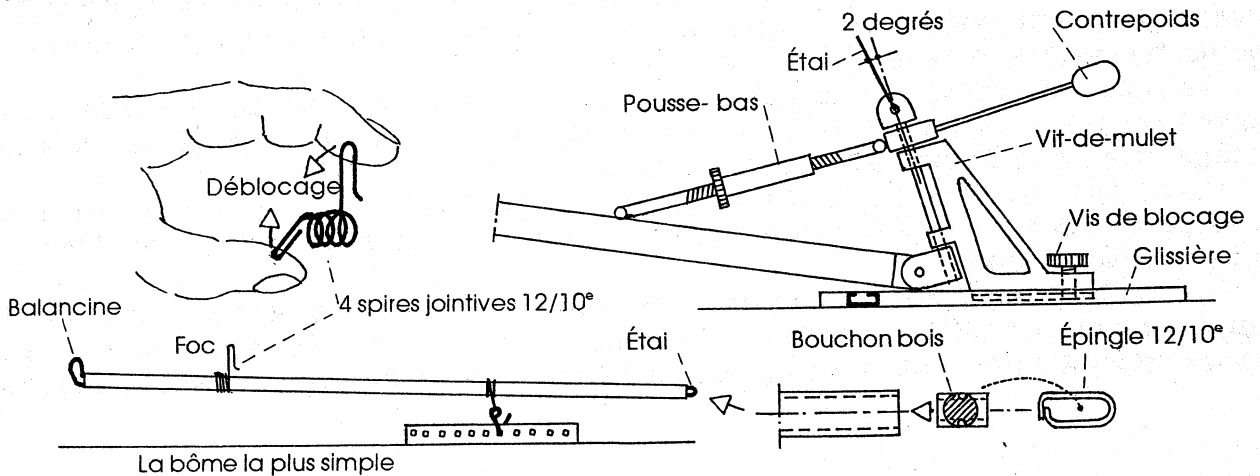
rv

LA GIROUETTE



rv

BÔME DE FOC



rv

TÊTE DE MÂT ET PATARAS, SANS OUBLIER LA GIROUETTE

La potence est l'élément principal de la tête de mât, sa résistance à l'effort de traction du pataras est de rigueur. Le dimensionnement et le choix du matériau doivent être soignés, pas de grammes superflus qu'il faut compenser 2 à 4 fois plus dans le lest, ni de montages trop fragiles.

La potence est tout en haut du mât, à environ 20 à 30 mm au-dessus de la têtère de voile. La drisse de voile est capelée sur la potence le plus près possible du mât pour conserver la forme de la voile dans les hauts. Le renfort de l'extrémité d'un mât carbone est indispensable, une frette ou une bague alu évitent l'éclatement sous l'effort.

La tôle d'aluminium rigide d'un millimètre d'épaisseur, ou bien les joncs carbone de \varnothing 5 ou \varnothing 6 mm sont des minimums pour une longueur d'environ 100 mm, qui généralement fait l'affaire, de manière à dégager le pataras de la chute de la voile.

Prévoir en tête de mât un petit tube plastique ou autre dispositif destiné à recevoir la girouette sur les gréements de petit temps et médium, très utiles en pilotage.

A la recherche d'une meilleure aérodynamique, les puristes installeront un crochet rotatif en guise de drisse de voile. Il déplace théoriquement la têtère de voile sous le vent du mât, pratiquement tout dépend de l'étarquage du guindant de voile, seulement valable sur le gréement petit temps où la tension du guindant est faible.

Pour le pataras utiliser un câble 18 kg passé en boucle sur la potence, il est serti et maintenu par une frette si nécessaire. Côté pont, le câble est passé dans la boucle d'un crochet corde à piano 12/10° et serti, une astuce consiste à positionner ce crochet dans les trous d'une crémaillère, articulée sur le pont à l'arrière du bateau. La longueur du pataras conditionne le cintre donné au mât.

La girouette se doit d'être sensible au moindre vent, équilibrée, légère et démontable. Une plume d'oiseau (200 x 30 mm) montée sur un corde à piano 12/10° ne pèse que quelques grammes. Pour qu'elle soit visible en toutes conditions, la peindre en jaune fluo ou en rose fluo.

L'ÉTAI, LA BÔME ET LA BALANCINE CONSTITUENT LA TRIANGULATION DU FOC

L'étai est un câble 18 kg serti sur la boucle d'un crochet 12/10° au point de drisse et l'autre extrémité sur la bôme de foc. Par principe sa longueur est indé réglable, il vaut mieux au pire refaire un crochet que de bidouiller un ridoir sans savoir où l'on en est. Sur la boucle du crochet viendront aussi la drisse du foc et la balancine de bôme.

La bôme est des plus simple, droite en tube alu ou coudée à froid, ou plus légère en tube carbone. On emploie du \varnothing 10 mm gréement de petit temps et médium, ou \varnothing 12 mm gréements de brise. Attention aux raccords coudés sur la bôme, les tubes carbone qui s'y raccordent en s'emboîtant sur un coude doivent être goupillés, collés et correctement frettés pour ne pas lâcher. Des bômes plates en balsa 30/10° stratifié carbone 190 g/m², à la forme de la chute de voile sont très rigides et légères.

A l'arrière de la bôme la balancine en dacron 30 kg est montée avec taquet 3 trous pour régler le dévers. Dans la position la plus arrière du foc, par vent faiblissant, la balancine passe au ras du mât.

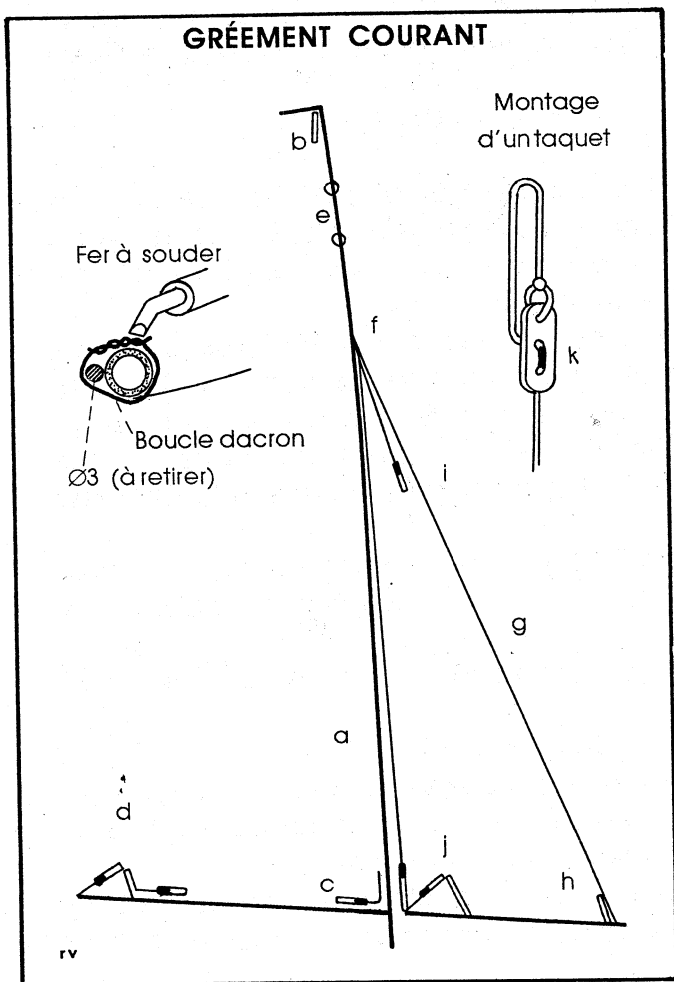
La liaison de la bôme à la cadène de foc sur le pont se fait au moyen d'un dispositif rotatif dont il existe deux types :

- 1) Un bout dacron ou un émerillon placé au tiers avant de la bôme.
- 2) Un vit-de-mulet couissant dans une glissière de pont et dont l'axe vertical fait un angle de 2 degrés en avant de l'étai, la bôme tourne autour de cet axe ; un hale-bas, un pousse-bas ou autre dispositif de réglage peuvent être montés et la balancine est supprimée.

La position du foc sur le pont est soigneusement repérée après avoir obtenu les bons réglages. Des marquages de différentes couleurs correspondant à chaque gréement facilite les repérages.

PDF Compressor Free Version

	MÂT POSÉ SUR LE PONT			MÂT TRAVERSANT LE PONT	
HAUBANAGE DES GRÉEMENTS					
	rv				
CLASSE 1 MÈTRE		n° 1 - n° 2	n° 3	n° 1 - n° 2	n° 3
CLASSE M	A - B - C	C1 - C2	B1	A - B - C - C1	C2 - B1



HAUBANS ET BARRES DE FLÈCHE, À UTILISER MODÉRÉMENT

Leurs montages demande des précautions pour qu'ils soient efficaces, en particulier les haubans doivent toujours être tendus et il est inutile de les multiplier. Mieux vaut un minimum correctement réglé qu'un maximum en pagaille, surtout au moment de gréer sur le bateau, pas d'embrouillamini. La partie haute du mât au-dessus du capelage de foc n'a besoin d'aucun haubanage, au contraire il y a avantage à ce que le haut du mât soit relativement souple.

Les haubans partent du capelage de foc et descendent sur des cadènes solidement fixées sur le livet de pont qui a intérêt à être renforcé à leur endroit. Les haubans sont en câble 18 kg, ils sont sertis sur les boucles de deux crochets 12/10°, un à chaque extrémité. Les positions des haubans sur les cadènes sont repérées.

Le haubanage des gréements traditionnels se conçoit selon la hauteur de mât et le système de pied de mât adopté, le tableau ci-contre propose quelques exemples.

Les barres de flèche se font généralement en tube alu Ø 4 mm ou en jonc de carbone Ø 3 ou 4 mm de longueurs identiques. Elles sont démontables côté mât et solidaires des haubans. Selon la courbure du mât, elles peuvent être en alignement l'une par rapport à l'autre, ou renvoyées vers l'arrière elles sont "poussantes", l'important c'est que les haubans soient droits, vus perpendiculairement au bateau.

LE GRÉEMENT COURANT

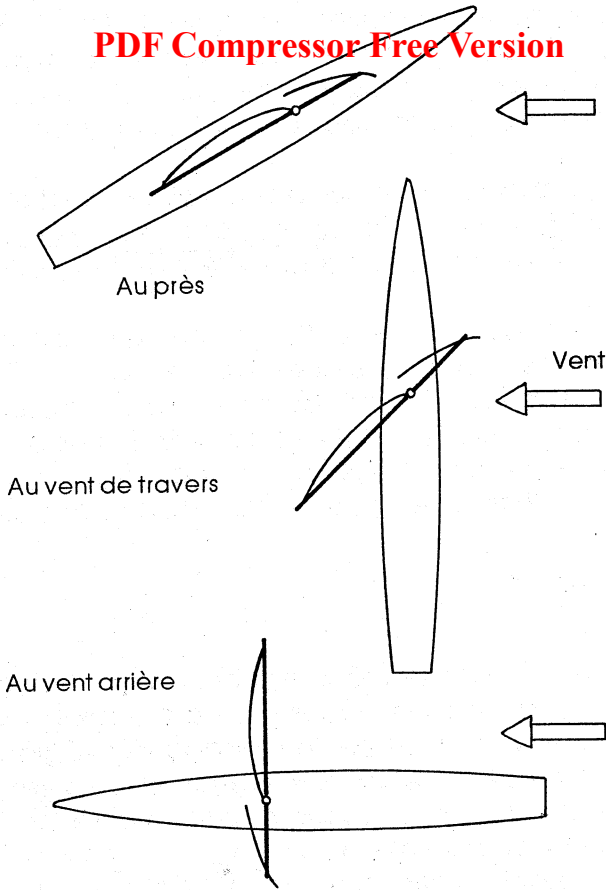
L'emploi du dacron 30 kg se fait sans modération dans le gréement courant pour lequel il s'agit d'établir les voiles sur la mâture. Toutes les manœuvres nécessaires aux réglages des voiles ont besoin de deux qualités : 1 faciles à manœuvrer, 2 assurer le blocage des réglages ; les taquets 3 trous sur le dacron répondent à ces besoins. Petite observation à ce sujet : le dacron 30 kg (type pêche) s'adapte dans des trous de 1,5 mm légèrement chanfreinés, les trous plus gros (fusibles auto) et le dacron trop fin ne conviennent pas.

Pour mettre en place le gréement courant, le plus pratique est de s'installer à plat sur une table et d'y présenter les voiles sur la mâture. Capeler dans l'ordre suivant la voile et le foc :

- a) sur un mât à gorge engager la ralingue de voile,
- b) la tête de voile sur la potence de tête de mât, sans taquet,
- c) le point d'amure avec taquet pour la tension du guindant,
- d) le point d'écoute que l'on doit pouvoir déplacer tous azimuts dans le plan vertical ; deux bouts dacron avec taquets sont nécessaires, un vers l'avant, l'autre vers l'arrière, on y règle le dévers et le creux,
- e) le guindant de voile avec des anneaux sur un mât rond sans gorge :
 - en dacron (bloqués à chaud au fer à souder),
 - ou en fil de frette (article de pêche "Nylon laqué Tortue" polyamide, bobine de 25 m) bloqués par un double noeud, ils sont souples mais fragiles,
 - ou en corde à piano 6 ou 8/10°, peu pratiques,
- f) sur le foc si le guindant est gainé, l'étai est sorti de la boucle du crochet au capelage sur le mât et il est enfilé dans la gaine au point d'amure du foc, puis remis en place,
- g) le guindant de foc sur l'étai, différents montages possibles:
 - par des anneaux en fil de frette,
 - par des bandes de tissu à voile léger de 10 mm de large, tous les 120 mm environ, collées à l'adhésif double face sur le guindant, attention à ne pas coller sur l'étai,
- h) le point d'amure de foc sur la bôme, sans taquet,
- i) la tête de voile, placer un taquet sur la drisse,
- j) le point d'écoute, plusieurs montages sont possibles :
 - Réglage du creux : - par crochet 15/10° couissant sur une bôme de section ronde,
 - par deux bouts dacron, l'un vers l'avant avec ou sans taquet, l'autre vers l'arrière avec taquet.
 - Réglage du dévers : - par la balancine,
 - au vit-de-mulet,
 - au hale-bas ou au pousse-bas de bôme de foc.
- k) tous les réglages adoptés après essais en navigation sont repérés aux taquets par une touche de crayon feutre indélébile, sur le dacron, entre les deux trous de blocage.

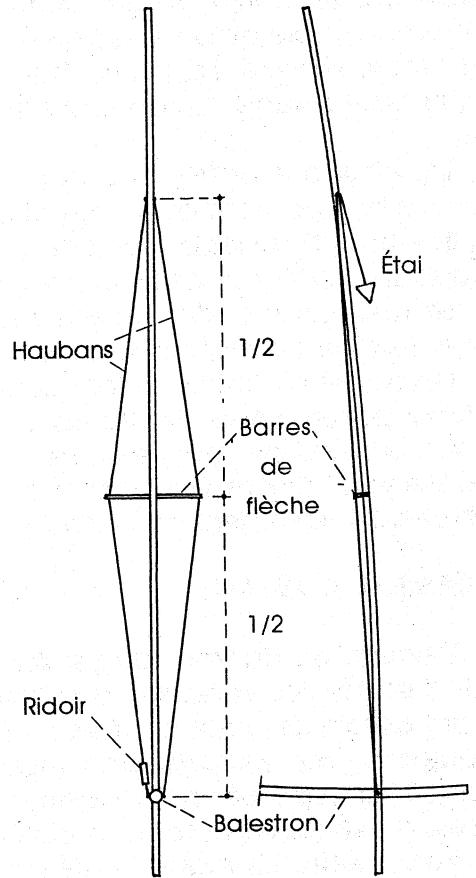
FOC ET GRAND-VOILE SOLIDAIRES

PDF Compressor Free Version



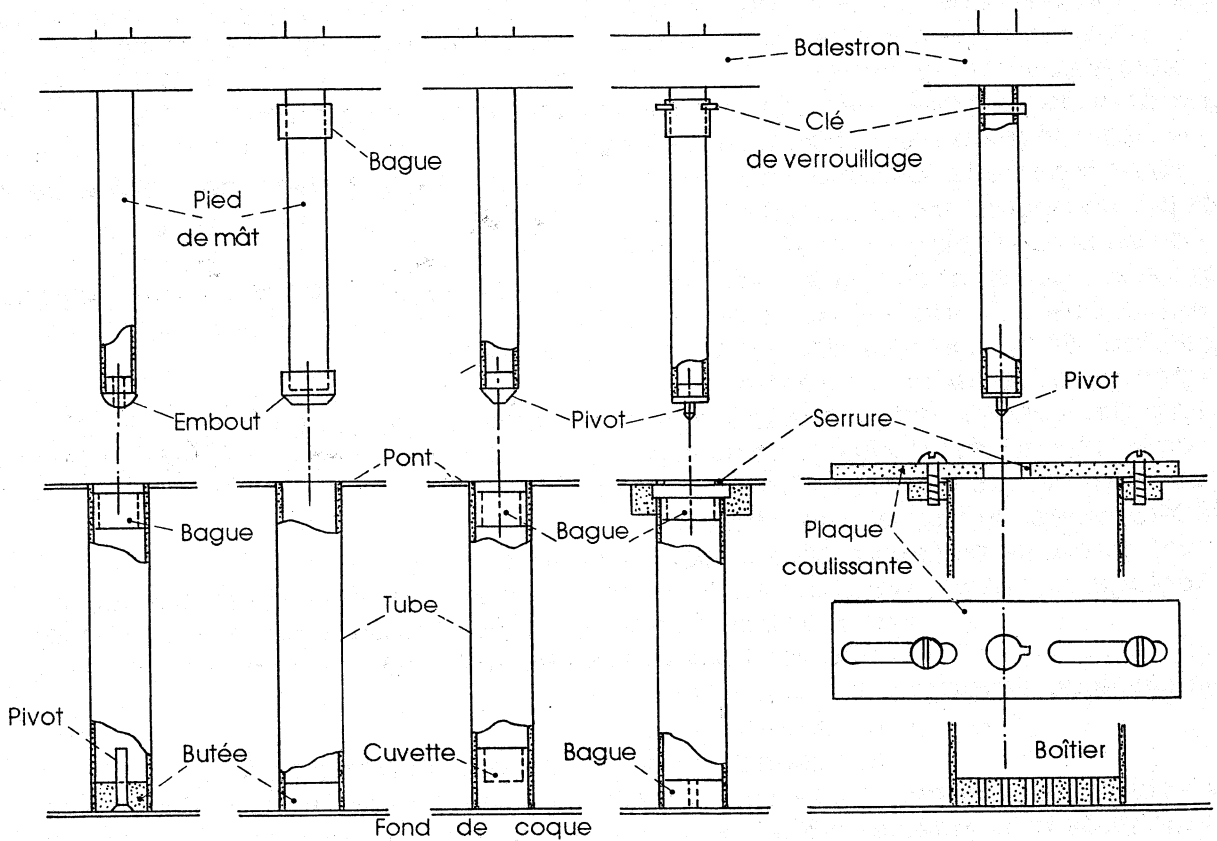
rv

HAUBANAGE DES MÂTS



rv

PIEDS DE MÂTS À BALESTRON



rv

PDF Compressor Free Version

LE GRÉEMENT À BALESTRON

LE PRINCIPE

Hormis le mât traversant le pont, l'ensemble du gréement est indépendant du bateau, il pivote sur le pied de mât. Une bôme, généralement solidaire du mât, constitue à la fois la bôme de voile vers l'arrière, et vers l'avant le balestron sur lequel s'articule la bôme de foc. Le foc et la voile sont ainsi solidaires dans les mouvements de rotation du gréement, ils ont toujours la même position l'un par rapport à l'autre, quelle que soit l'allure sous laquelle le bateau navigue, au près, au large ou au vent arrière.

Gréer le bateau devient un geste simple et rapide, il suffit d'emboîter le mât dans son logement et de capeler l'écoute de treuil sur la bôme de voile. Chaque jeu de voile a son gréement qu'il est facile au préalable de préparer, prêt à être gréé sur le bateau. C'est un avantage considérable sur le gréement traditionnel, notamment au moment de changer de voilure quand le vent force ou faiblit.

Pratiquement, de par sa constitution le gréement à balestron a la particularité de transmettre au bateau toute la force vélique par le mât, influençant sensiblement l'assiette du bateau qui a tendance à s'appuyer sur l'avant.

LE MÂT CARBONE S'IMPOSE

Il est normalement constitué de tubes carbone dont l'emploi se fait de deux façons :

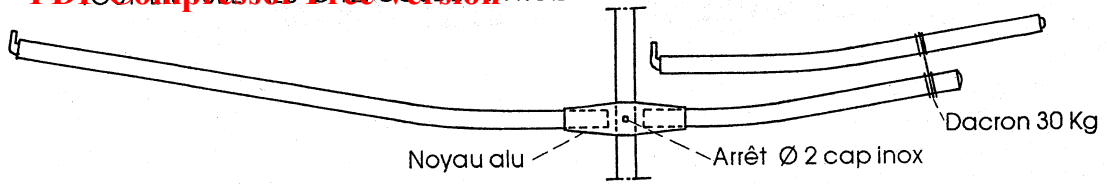
1) Une section unique sur toute la hauteur avec un haubanage, \varnothing 10 mm petit temps, \varnothing 12 mm dans la brise, pieds de mâts renforcés. La présence du haubanage indispensable à un mât de faible section est un choix aérodynamique non déterminant. C'est bien souvent une question d'approvisionnement de tube, de coût et de poids qui le fait adopter. C'est déjà beaucoup de raisons, mais demande quelques précautions telles que veiller à ce que le tube soit à fibres croisées et à ce que le haubanage soit équilibré et bien tendu ; les barres de flèche sont démontables car le transport et le stockage posent problèmes. Une paire de haubans \varnothing 6/10° suffisent, ils partent à hauteur du capelage de l'étai et descendent sur le mât à hauteur des bômes. Ils sont épissurés à 6 spires jointives sur des boucles de crochets 12/10°. Les barres de flèche \varnothing 3 ou \varnothing 4 mm carbone, placées à mi-longueur des haubans dont elles sont solidaires, mais démontables côté mât. Du fait du cintre du mât, les barres de flèche sont légèrement "poussantes", dirigées vers l'arrière, et les haubans droits vus transversalement au gréement.

2) Une section dégressive obtenue par emboîtements successifs de tubes carbone : \varnothing 14 mm en pied de mât, puis \varnothing 12 mm, et \varnothing 10 mm ou \varnothing 10 mm - \varnothing 8 mm en tête. En optant pour un \varnothing 14 mm sur un tiers environ de la hauteur, le mât n'a besoin d'aucun haubanage. Les emboîtements se font sur 30 à 40 mm en ayant soin de les dépolir au papier abrasif avant de les coller à l'araldite époxy lente.

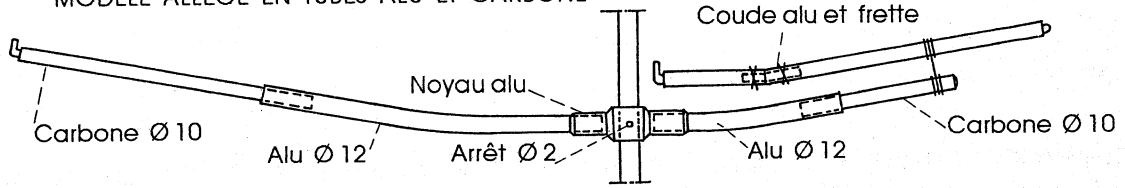
Le pied de mât pénétrant dans le tube ou le boîtier de la coque doit tourner librement. Les bagues téflon ou bronze ont 1 à 2/10° de jeu.

BÔME ET BALESTRON

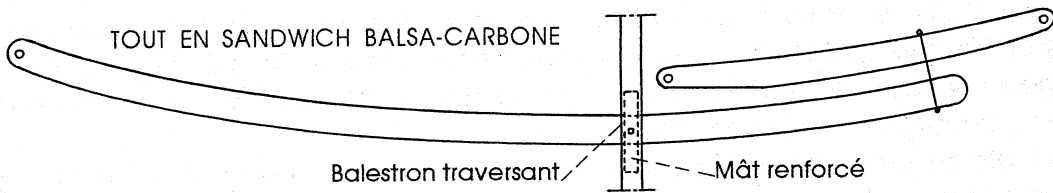
PDF COMPRESSOR Édition FROID



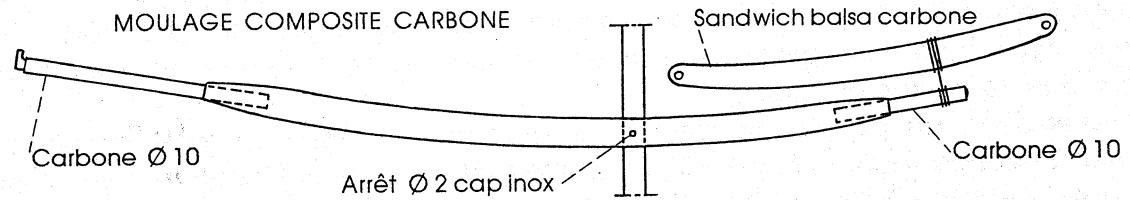
MODÈLE ALLÉGÉ EN TUBES ALU ET CARBONE



TOUT EN SANDWICH Balsa-CARBONE

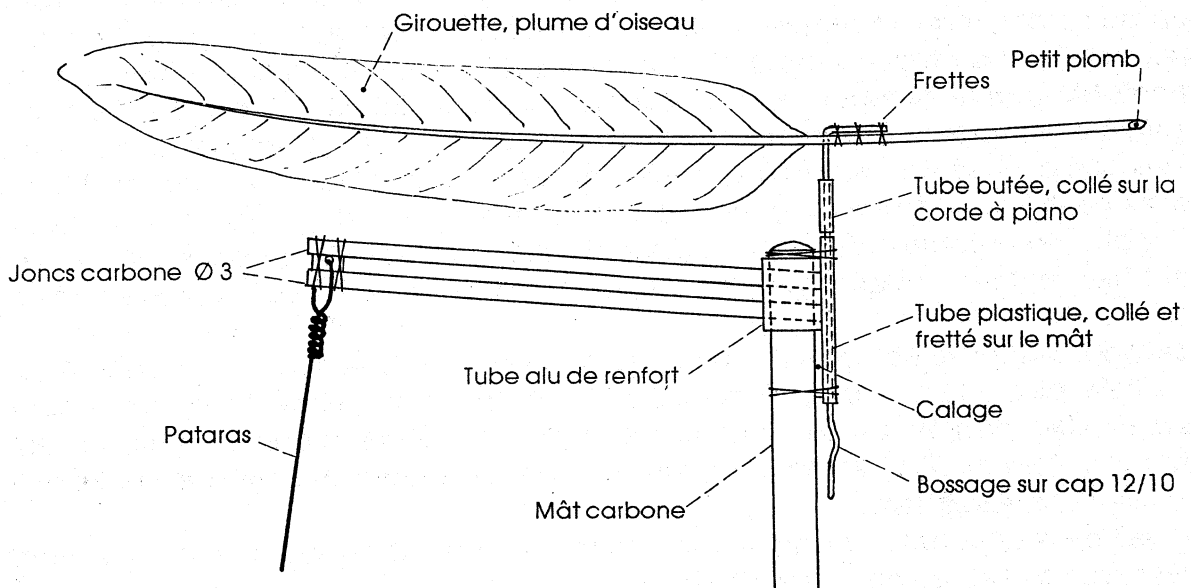


MOULAGE COMPOSITE CARBONE



rv

TÊTE DE MÂT



rv

LES BÔMES FORMENT LA BASE DU GRÉEMENT

Chacun a sa façon de les concevoir, le principal étant qu'elles soient rigides et solides. Les matériaux généralement employés sont le tube alu Ø 12 mm tringle à rideaux, le tube carbone Ø 10 mm et le sandwich balsa/carbone ou polystyrène/carbone 190 g/m². La liaison avec le mât est un point particulier qu'il convient de traiter sérieusement.

Le tube alu de Ø 12 mm résiste convenablement aux efforts des gréements, il est facile à travailler et se coude à froid. Son principal inconvénient réside dans son poids de 100 grammes au mètre. On peut l'alléger en conservant les parties coudées près du mât et en y emboîtant aux extrémités du tube carbone de Ø 10 mm. L'emboîtement est collé à l'araldite époxy lente qui fait aussi office d'étanchéité. Indispensable quand on navigue en eau de mer où l'alu produit de l'alumine qui écrase le carbone et éclate le tube alu à l'emboîtement.

La liaison avec le mât se fait par une pièce alu dont l'usinage réalisé dans un carré de 20 mm ou un rond de Ø 20 mm demande des moyens autres qu'une mini perceuse pour percer à Ø 12 mm le diamètre des bômes et à Ø 14 mm le diamètre du mât. Il est préférable mécaniquement d'emboîter le tube dans la pièce plutôt que l'inverse, dans l'usinage d'ébauche, veiller à laisser 2 à 3 mm d'épaisseur de métal autour des perçages. La pièce de liaison est collée et goupillée sur le mât.

Les bômes carbone sont faites d'un sandwich. De section rectangulaire, hauteur 20 mm, on découpe leurs formes dans du balsa 30/10° que l'on recouvre de tissu carbone 190 g/m² imprégné de résine époxy. Deux épaisseurs de tissu de chaque côté sont suffisantes avec le renfort d'une troisième couche de tissu aux alentours du mât pour les gréements de brise.

La bôme "sandwich" traverse le mât dans lequel on a pratiqué une ouverture correspondant à la section de la bôme. Pour être solide, le mât de Ø 14 mm est renforcé intérieurement par des tubes carbone de Ø 12 mm et Ø 10 mm sur 30 mm de part et d'autre de la bôme. Un mât de Ø 10 mm haubané sera renforcé extérieurement jusqu'à Ø 14 mm en pied de mât et de part et d'autre de la bôme. le tout poncé et collé époxy.

Autres types de bôme, celles qui sont moulées dans deux demi-moules selon deux techniques. Elles ont de 14 à 20 mm de diamètre et leurs extrémités ont des tubes de carbone de Ø 10 mm. Une première technique consiste à placer les deux couches de tissu de carbone 190 g/m² et les tubes Ø 10 carbone dans les demi moules selon les techniques habituelles de moulage. Les moules sont refermés et par les tubes d'extrémité on injecte de la mousse expansive.

Dans une deuxième technique, une forme ronde en polystyrène est habillée avec deux couches de "chaussette" carbone (tresse en forme de tube) puis imprégnée et enfermée dans les deux demi-moules après avoir introduit les tubes d'extrémité dans le polystyrène.

Ces deux techniques donnent des bômes très robustes, elles sont percées après démoulage à Ø 14 mm pour le passage du mât ; elles sont collées à l'époxy lente sur le mât et goupillées.

LA TÊTE DE MÂT, LE PATARAS ET LA GIROUETTE

Une potence est installée en tête de mât, elle soutient la drisse de voile le plus près possible du mât et le pataras à son extrémité. Sa longueur d'environ 100 mm doit permettre au pataras d'être dégagé de la chute de la voile, si la voile a des surfaces additionnelles allonger la potence en conséquence.

La potence est généralement débitée dans un jonc carbone de Ø 5 ou 6 mm traversant le haut du mât ou faite de 2 joncs de Ø 3 mm. On peut aussi la découper en forme de L dans une feuille alu dur 1 mm, la petite branche du L s'engageant dans le mât. Dans les montages, le haut du mât est renforcé par une bague alu ou une frette de mèche carbone, le tout collé araldite époxy.

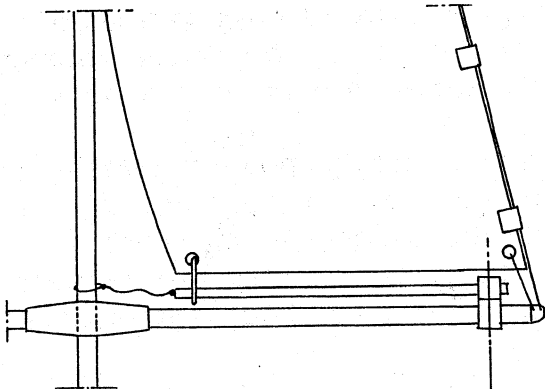
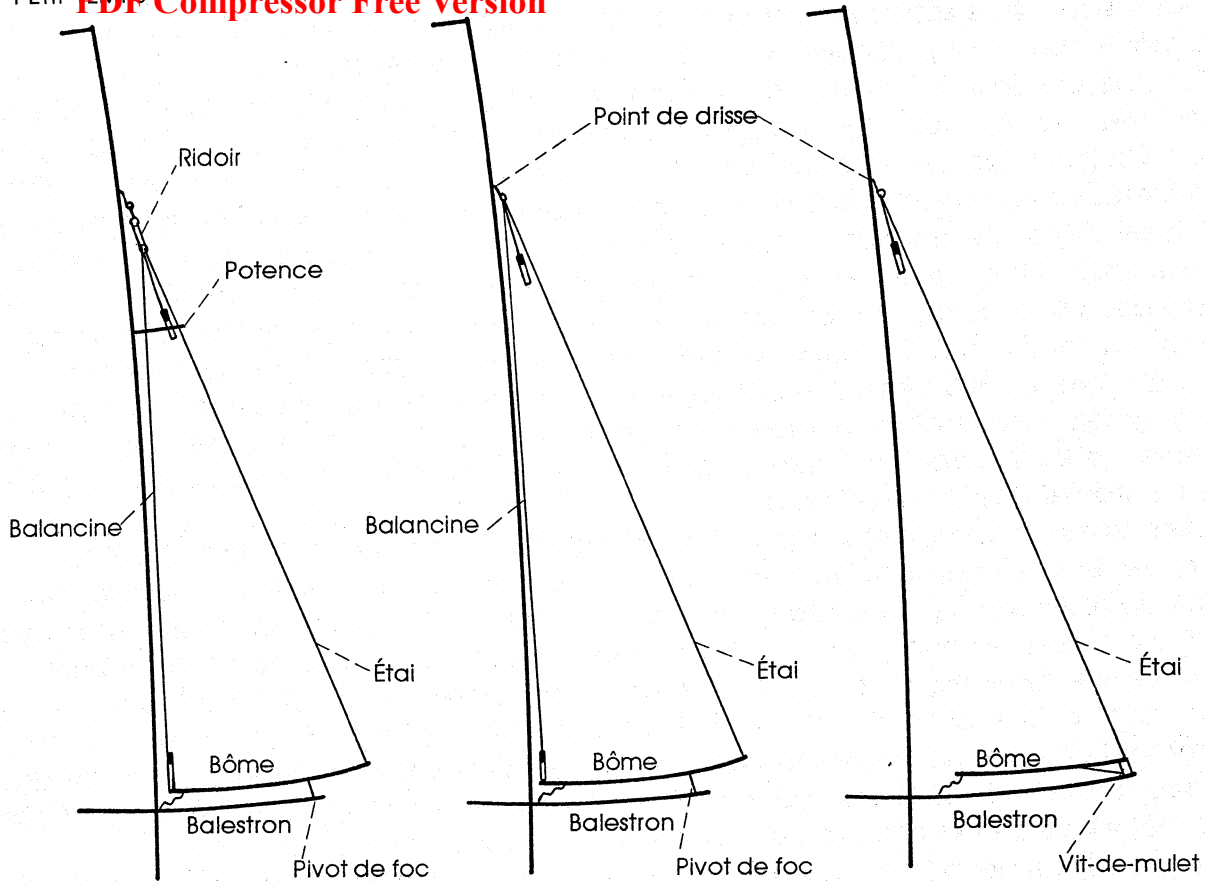
Prévoir un petit tube plastique ou autre dispositif le long ou à l'intérieur du mât selon le type de potence, pour recevoir la girouette plume, montée sur corde à piano et peinte en jaune ou rose fluo.

BALESTRON, BÔME DE FOC, ÉTAI ET BALANCINE

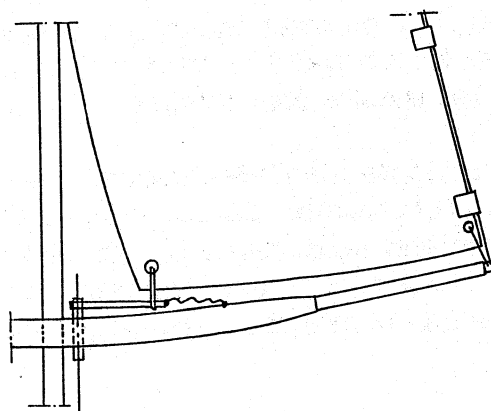
GRÉEMENT DE
PETIT

DF Compressor Free Version

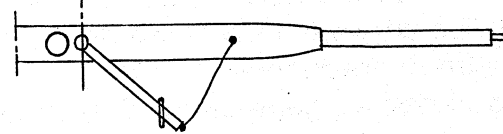
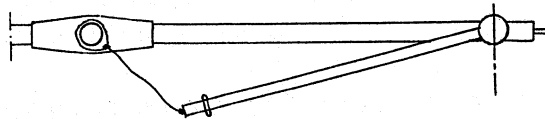
AUTRES GRÉEMENTS



Montage petit temps et médium



Montage de brise



EXEMPLES DE MONTAGE DE FOC SANS BALANCINE

Le pataras en corde à piano 6/10° est passé en boucle à l'extrémité de la potence et épissuré à 6 spires jointives. Côté bôme, le pataras est arrêté par une boucle épissurée et il est prolongé par un bout dacron 30 kg, équipé d'un taquet 3 trous, venant en extrémité de bôme de voile. La tension du pataras cinte le mât pour l'ajuster au rond de guindant de la voile, cette tension de réglage est repérée à l'endroit du taquet.

Dans le transport et le stockage des gréements, les réglages de la voile sont détendus et le pataras est relâché pour ne pas donner de la "mémoire" au mât qui resterait cintré, mais attention sur le gréement A de petit temps, ne pas détendre complètement de façon à ne pas déformer le creux de la voile à fort rond de guindant et en tissu de faible grammage.

L'ÉTAI, LA BÔME ET LA BALANCINE SONT-ILS INDISPENSABLES AU FOC ?

Ce sont les trois éléments qui encadrent habituellement le foc. L'étau en corde à piano 6/10° est capelé directement sur l'avant de la bôme de foc et par un crochet 12/10° sur le mât percé à Ø 1,5 mm. Particularité pour le gréement de petit temps, au capelage sur le mât, entre le crochet et l'étau, intercaler un ridoir sur émerillon. La drisse de foc et la balancine seront capelées sous le ridoir. Avec ce dispositif, le foc est tendu dans les airs à force 2, et détendu de 3 millimètres dans les petits airs jusqu'à force 1.

Sur les gréements médium et petit temps classe M, on constate une grande longueur d'étau au-dessus de la têtère de foc. L'installation, juste au-dessus de la têtère, d'une potence fixée sur le mât et soutenant l'étau facilite la tenue du foc et le réglage de son dévers.

Les fabrications des bômes de foc sont les mêmes que les bômes de voile. A l'arrière de la bôme, une balancine en dacron avec taquet passe le plus près possible du mât et va sur la boucle du crochet de capelage. La balancine soutient la bôme et contrebalance la tension de l'étau, elle règle le dévers de la chute du foc.

La liaison bôme de foc et balestron se fait la plus courte possible par un bout dacron 30 kg au tiers avant de la bôme. Veiller à ce que le dacron ne soit pas vrillé car il empêcherait le débattement correct bâbord-tribord de la bôme en revenant toujours du même côté.

Procéder de la façon suivante pour le montage du gréement de foc :

- a) établir la liaison bôme-balestron en dacron,
- b) établir la balancine, présenter le foc et régler la longueur de la balancine pour que la bôme soit parallèle à la bordure de foc, le taquet est placé en bas,
- c) pataras détendu et mât droit, épissurer l'étau au capelage sur le mât, puis tendre l'étau sans déformer le mât et l'épissurer sur la bôme ; par la suite en tendant le pataras on a la bonne tension de l'étau ; sur le gréement de petit temps pour ce montage d'étau, le ridoir sera vissé presque à fond, laisser 3 mm,
- d) à l'arrière de la bôme installer un bout limitant l'ampleur du débattement bâbord-tribord et de ce fait la largeur du couloir entre le mât et la chute du foc.

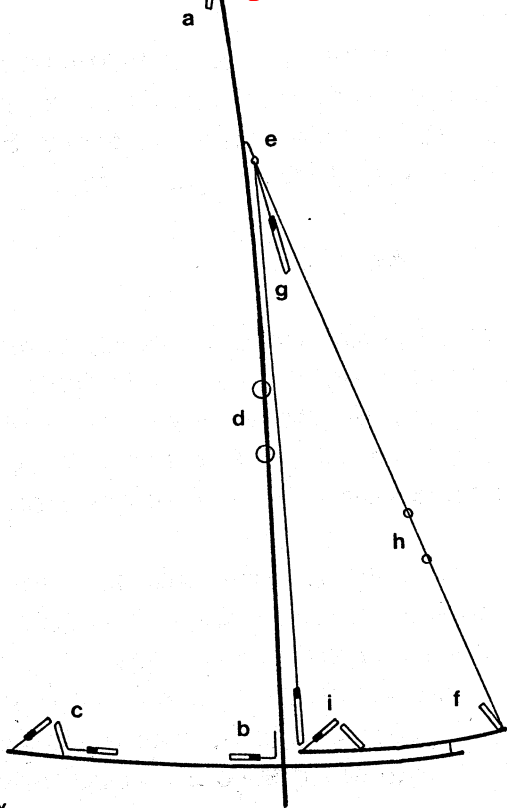
Bien que le système de gréement du foc qui vient d'être décrit soit courant, la bôme et la balancine apparaissent superflues, et perturbantes aérodynamiquement. Leurs suppressions a donné naissance à un type de gréement intéressant, car il fallait bien trouver un montage de substitution pour contrôler le point d'écoute de foc.

Dans ce nouveau montage, l'étau de foc vient directement sur le balestron qui est allongé pour la circonstance. Un doigt de débordement axé sur le balestron soutient le point d'écoute du foc. Le capelage du point d'écoute du foc sur l'extrémité du doigt de débordement doit permettre le réglage du creux et du dévers, et le passage très libre bâbord-tribord. Trois points délicats à maîtriser.

Dans un même ordre d'idée, la seule suppression de la balancine oblige à articuler la bôme sur un vit-de-mulet fixé sur l'extrémité avant du balestron. C'est un gain aérodynamique.

GRÉEMENT COURANT

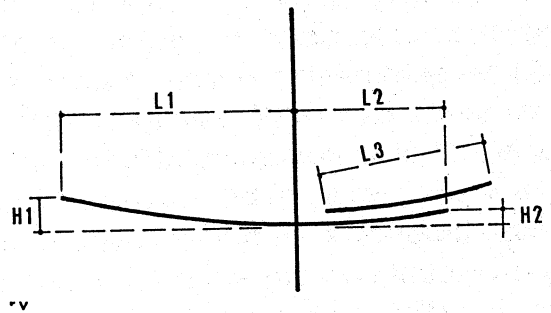
PDF Compressor Free Version



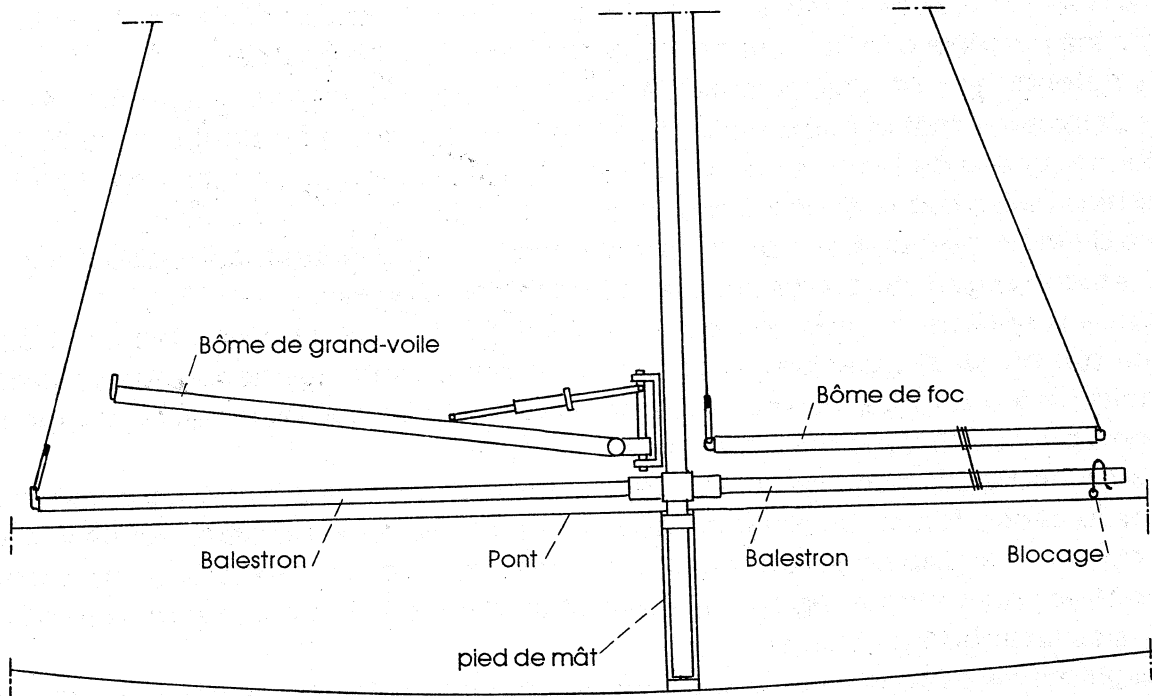
DIMENSIONS DES BÔMES

VOILES	L1	H1	L2	H2	L3
A	440	75	230	20	300
B	475	90	290	35	340
C	510	140	290	50	345
C1	510	140	290	50	345
C2	510	140	220	35	345
B1	480	130	220	35	280

Dimensions des voiles au chapitre VOILES



LE BALESTRON BLOQUÉ



LE GRÉEMENT COURANT

C'est par le gréement courant que l'on établit les voiles sur la mâture. L'utilisation du dacron 30 kg et des taquets 3 trous rend les réglages faciles et fiables;

Les réglages de foc et de voile se font avec un maximum de précision et un minimum de gestes, pour bien faire tous les taquets sont accessibles du même côté et dans le bas du gréement, sauf pour la drisse de foc.

Installer le gréement et les voiles sur une table à plat et capeler en suivant ce processus :

- a) la têtère de voile sur la potence de tête de mât le plus près possible du mât, sans taquet,
- b) le point d'amure avec taquet, réglage de la tension du guindant,
- c) le point d'écoute, avec deux bouts pour son déplacement, un vers l'arrière et l'autre vers l'avant, tous deux avec un taquet, réglage du creux et du dévers,
- d) sur un mât rond sans gorge, le guindant de voile avec des anneaux tous les 150 à 200 mm :
 - en corde à piano 6 ou 8/10^e, peu pratiques,
 - en dacron, bloqués au fer chaud,
 - en fil de frette (nylon laqué Tortue) article de pêche fragile mais souple, noué,
- e) si le guindant de foc est gainé, sortir l'étai de la boucle du crochet et l'enfiler dans la gaine, remettre l'étai en place,
- f) le point d'amure du foc sur la bôme, sans taquet,
- g) la drisse de têtère avec taquet,
- h) le guindant de foc sur l'étai tous les 120 mm environ :
 - avec du fil de frette noué,
 - avec des bandes de tissu à voile de 10 mm de large collées à l'adhésif double face, attention à ne pas coller l'étai, poser l'adhésif sur le foc,
- i) le point d'écoute avec deux bouts, un vers l'avant et un vers l'arrière celui-ci ayant un taquet de réglage du creux, la balancine dacron avec taquet réglant le dévers,

LE BALESTRON BLOQUÉ, UN MARIAGE SANS JOIE

C'est en fait un gréement traditionnel dont le pataras et l'amurage de foc se font sur un balestron et non sur le pont, le mât traversant le pont et se logeant dans un tube ou un boîtier. Le balestron est alors bloqué par une attache sur le pont avant, dans l'axe du bateau. Ce système offre l'avantage de pouvoir régler les voiles avant de gréer sur le bateau. Il est utilisé pour les gréements de brise des bateaux à balestron, l'idée de principe étant de soulager l'étrave par l'attache du balestron sur le pont à l'avant du bateau.

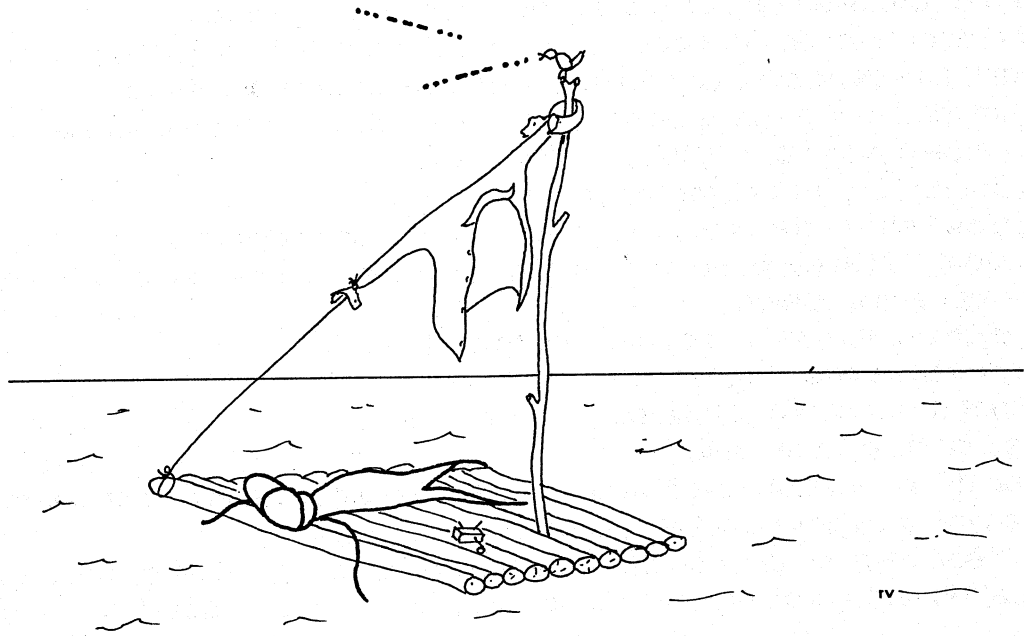
Pour aller jusqu'au bout du raisonnement, ce retour au gréement traditionnel passe par une surface de foc à 40 % et un vit-de-mulet sur la bôme de voile. On a donc délaissé le réglage foc-voile permanent du gréement à balestron assurant une supériorité incontestable aux allures portantes, pour revenir aux aléas du médiocre rendement du traditionnel au large et du problématique passage des voiles en ciseau au vent arrière. L'augmentation de surface du foc conduit à une implantation différente du mât sur le pont par rapport aux gréements de petit temps et médium conservés à balestron avec des focs dont la surface est de 25 % à 28 %.

Toute cette belle théorie n'entraîne pas dans la pratique un intérêt évident. Les complications, les augmentations de poids et des coûts sont face à la simplicité et à l'efficacité du gréement à balestron.

Dans la pratique, tous les modélistes qui sont passés du traditionnel au balestron à la fin des années 80 sont d'accord pour dire le besoin qu'ils ont eu, dans le temps, d'une adaptation aux différences de réglages et de pilotage. On imagine alors ce qu'il en est pour ceux qui doivent passer de l'un à l'autre au cours d'une régata.

S'il peut y avoir avantage, ce n'est pas au près où le risque d'enfournement est nul, mais aux allures portantes par l'effet du foc. Et c'est justement là où le rendement vélique d'un gréement traditionnel est loin d'être bon, alors qu'il est maximum en balestron. Chacun choisira entre un gréement compliqué qui se veut dépensier et un gréement simple payant en performance.

PDF Compressor Free Version



BOUKI

PDF Compressor Free Version

UN DÉBUT EN CLASSE 1 MÈTRE VOILE RADIOCOMMANDÉE

Votre premier voilier radiocommandé est un classe un mètre.

En construisant le BOUKI, vous vous dirigez en douceur dans le sillage de la voile radiocommandée. Sans solutions compliquées, réaliste, il vous procurera vos premières joies de constructeur, elles seront doublées par la suite des émotions du pilotage d'un voilier à l'aise sur l'eau et dans le vent.

Une coque bois à bouchains.

Ce type de coque à double bouchains développables est la construction la plus rapide, la plus tolérante, absorbant les petits défauts d'ajustage, les creux et les bosses. Ce n'est pas pour autant qu'il faille négliger les assemblages, mais il y a des subtilités qui font appel à des astuces ou des tours de mains que l'on découvre en construisant. Un premier bateau peut avoir des imperfections, personne ne vous en tiendra rigueur, au contraire ce sera l'occasion d'analyser le pourquoi d'un défaut, en somme une réflexion positive. C'est dans cet esprit que l'on évolue en VRC.

Détailler le plan fait déjà rêver.

Avant de vous lancer tête baissée dans le découpage du bois, regardez bien le plan, lisez les indications et procédez méthodiquement élément par élément, vous aurez déjà le bateau dans la tête. Profitez-en pour noter l'inventaire et les quantités de matériaux nécessaires à chaque partie du bateau, vous pourrez les construire une à une en ayant tout sous la main, sans perte de temps.

Un travail bien préparé est un travail à moitié fait, bien des erreurs de montage sont éliminées par le temps de la réflexion. Et puis vous avez dans les chapitres de ce document des informations capables de vous dépanner si vous êtes à court d'idées. Vous avez par exemple remarqué que les couples de la coque sont dessinés par moitié, reproduisez-les en entier sans oublier les jambages de mise en chantier, les encoches des lisses, celles des longerons et renforts de pont. Les prédécoupes intérieures ont pour but d'éviter au contreplaqué 3 mm de se chantourner et de conserver sa rigidité pendant l'assemblage.

La mise en chantier de la coque.

Dans la construction il y a des évidences, le plan est le meilleur des guides, mais rien n'empêche de commencer par la dérive ou le safran et de finir par la coque du bateau. Ce qui paraît plus indispensable ici, c'est de vous avertir des précautions à prendre ou la raison d'être de certaines dispositions, et qui n'apparaissent pas sur le plan, ne pas faire de loupé est un bon résultat.

Par exemple, s'il y a des jambettes aux couples, c'est que la coque se construit à l'envers, quille en l'air, ligne de flottaison parallèle au chantier. Le chantier a donc besoin d'être parfaitement plat, prenez une planche de latté de 19 mm de préférence à de l'aggloméré (1200 x 300 x 19). Les jambettes sont vissées sur du carré de 20 x 20 débordant de la largeur du couple et vissées aux extrémités sur le chantier, il faudra pouvoir les dévisser quand la coque sera montée. Les couples en place à l'équerrage sur leurs jambettes, vérifiez au doigt et à l'œil la régularité des lignes en présentant les lisses avant collage. Tous les collages bois sur bois se font à la colle à bois "Sader prise rapide" en biberon, les collages des parties métalliques ou plastiques se font à la colle époxy.

Des bouchains aux formes développables à plat.

Par cette disposition, les faces du bordé de la coque sont découpées dans une feuille de contreplaqué de 1 mm et mises en forme d'une seule longueur. Après le collage des lisses et le ponçage des angles, présenter le ctp sur chaque face du bordé et tracez sa forme de l'intérieur. Commencez par coller le bordé intermédiaire, maintenez-le avec des élastiques au droit des couples, sans pointes ni épingles ; après séchage arrasez les bouchains au ponçoir. Continuez par le bordé de franc-bord, finissez par le bordé de fond de coque et soignez les ajustages de l'étrave.

Tout le bordé étant terminé, de même que le tableau arrière et l'étrave, entamez la finition de la coque en la ponçant à la paille de fer d'ébéniste 000, résultat surprenant.

Débarrassez la coque du superflus.

Avant la dépose du chantier, préparer un ber dans du polystyrène dur aux formes des couples 2 et 5, relier les deux formes ensemble, ce ber vous servira à l'atelier et aux transports futurs en voiture.

La coque à l'endroit sur le ber, vous allez pouvoir finir la construction confortablement installé. Supprimez ce qui n'a plus sa raison d'être, c'est-à-dire les jambettes et les intérieurs prédécoupés des couples. Vous avez maintenant tout l'espace intérieur disponible.

Mettez en place l'ossature du pont et les installations intérieures.

Les cadènes du foc et des haubans sont usinées dans un té aluminium, encastrées et collées dans les longerons de pont.

Intérieurement placez la platine radio, le puits de dérive et le tube pied de mât, la jaumière et son barrot. Prévoyez une boîte en polystyrène pour caler la batterie.

Le pont est en ctp de 1 mm, en deux parties par moitiés bâbord/tribord. Les emplacements de cadènes sont découpés et celui du tube pied de mât. La trappe d'accès à la radio est ménagée et le filoir passe-pont de l'écoute de voile est mis en place avant collage.

La trappe d'accès à la radio est recouverte d'un panneau venant en recouvrement du pont, cependant une feuillure de 2 mm peut être réservée en retrait des longerons. Certains modélistes ont découpé une trappe dans le panneau pour accéder aux accus, fermée par un petit panneau, on économise ainsi de l'adhésif de fermeture.

Précautions dans la construction.

Le tube pied de mât et le puits de dérive ne sont pas parallèles, mais ils sont liés ensemble par du tissu de verre résiné. Le tissu de verre 90 g/m² et la résine polyester seront également utilisés pour la dérive et le safran. Le tube pied de mât est coupé dans un tube IRO électrique, il dépasse légèrement du pont et il est bouché au fond avec un matériau dur. Apportez un soin particulier à ce que le puits de dérive, le tube pied de mât et le tube de jaumière, soient dans le même plan axial, celui du bateau, de là dépend en grande partie le bon comportement d'un voilier.

Solution simple pour l'antenne, un tube plastique partant de la platine radio débouche sur l'arrière du pont, il sert de guide au passage du fil.

Dérive et safran sont en bois protégé extérieurement.

La dérive en ctp de 8 mm mérite d'être profilée correctement et bien ajustée dans le puits. A chaque extrémité un insert métallique est bloqué et collé, ces inserts servant aux fixations subissent des efforts et doivent résister à l'arrachement. La dérive est recouverte de deux couches de tissu de verre 90g résinées puis poncées.

Le centre de gravité indiqué sur le plan est celui du bateau complet avec gréement n° 1. Compte tenu du poids du lest, toute modification de son emplacement modifie l'équilibre du bateau.

Le safran a une âme en ctp 1 mm découpé pour l'incrustation de la mèche, et une épaisseur de balsa 30/10 collée de chaque côté. La mèche a un plat au droit de la vis de blocage du palonnier. Le safran est profilé soigneusement et reçoit un recouvrement de deux couches de tissu de verre 90 g résinées et poncées.

Quelques points importants de la jauge.

Le Bouki, tel qu'il est présenté sur le plan est conforme à la jauge des classe 1 mètre. Cependant il y a des points plus importants que d'autres car ils influencent les performances, et de surcroît, ils ne sont pas faciles à modifier, alors veillez à être bon à la construction.

La longueur hors tout, y compris la défense en matériau souple d'au moins 10 mm, est de 1 mètre au maximum. Le poids total du bateau tout équipé, prêt à naviguer avec le gréement le plus léger, est de 4 Kg minimum. Le poids de la dérive et du lest est entre 2,2 et 2,5 Kg. Le tirant d'eau entre la flottaison et le dessous du lest est entre 370 et 420 mm. Les mesures des voiles sont définies avec des minima et des maxima, consultez le tableau au chapitre "Voiles".

Deux commandes suffisent pour la radiocommande.

Choisissez un ensemble radio fonctionnant en modulation de fréquence (FM) de préférence pour ne pas être perturbé par d'autres émetteurs lorsque vous piloterez votre bateau. Au moment de l'achat renseignez-vous préalablement sur les fréquences déjà occupées dans votre entourage, ne vous laissez pas influencer par le vendeur pour des radios AM en modulation d'amplitude bas de gamme, ou trop sophistiquées avec ordinateur et affichage sur écran parfaitement inutiles en VRC.

Le servo treuil 7 Kg/cm est à poulie, un treuil à bras manœuvre trop peu de longueur d'écoute et manque de puissance en bout d'un bras encombrant. La barre est manœuvrée par un servo standard 3 Kg/cm équipé d'un palonnier. Sur le bateau, l'accessibilité à la vis de blocage de la mèche dans le palonnier se fait par un petit trou dans le tableau arrière (bouché par un adhésif) pour le passage d'un tournevis.

Une batterie d'accus à 5 éléments alimente en 6 volts l'ensemble récepteur et servos, à vous de choisir la capacité en fonction... du poids du bateau ! En effet la construction du bateau dépasse (rarement) ou ne dépasse pas (souvent) les 4 Kg, et la batterie d'accus par son poids variant en fonction de sa capacité permet généralement de faire l'appoint en grammes manquants, sans avoir à ajouter un lest intérieur.

Le récepteur est fixé sur la platine radio par du velcro ou des élastiques. Le fil d'antenne est dégagé des autres fils, s'engage dans le tube prévu et il est sorti le plus haut possible, l'extrémité fixée au pataras. Si le pataras est métallique, pas de tortillons autour, éloignez le fil au maximum et fixez-le avec un dispositif isolant.

Pour le confort du pilotage, veillez à ce que les voiles soient bordées dans l'axe du bateau lorsque le manche de commande sur l'émetteur est abaissé vers vous, les voiles sont choquées en poussant le manche vers le haut. Pour la gouverne, le bateau vire à tribord lorsque le manche est poussé vers la droite, il vire à bâbord le manche vers la gauche. La radio craint l'humidité et en voile radiocommandée elle ne manque pas de se manifester, aérez l'intérieur de la coque autant que vous le pourrez, et rangez votre bateau au sec à la maison en l'éloignant des sources de chaleur.

Réussir la finition peinture.

Passez une heure ou une journée en plus s'il le faut, mais prenez le temps nécessaire à la finition, vous aurez la satisfaction du travail bien fait et votre bateau appréciera d'y gagner en "glisse". Le bois est sensible à l'humidité, une protection de la coque est indispensable. Les renforts résinés sur la dérive et le safran les protègent. Après ponçage à sec, mastiquez toutes les imperfections au Sintofinition à l'aide d'une spatule et poncez à nouveau. Passez une couche de peinture d'apprêt en bombe pour auto. Bouchez au Sintofinition les défauts de surface apparus, poncez fin. Une deuxième couche d'apprêt

sera également poncée finement. Peignez avec une peinture de finition auto en bombe, dans un geste continu par 4 à 5 couches très légères, à une distance de 20 centimètres et à une température de 20°C. Ne cherchez pas à charger en une seule couche par temps froid ou trop chaud, le résultat est catastrophique. Si vous avez une surface finale en peau d'orange, poncez finement et légèrement d'abord, puis finissez à la pâte à polir.

La confection des voiles.

C'est sans doute la partie la plus délicate du voilier. La confection demande une pratique totalement différente du collage du bois et nombreux sont ceux qui découvrent là les subtilités d'une voile. Prenez donc le temps de consulter le chapitre "Voiles" avant de commencer.

Dans la continuité de la simplicité du Bouki, procurez-vous dans une papeterie 5 feuilles 650 x 500 mm de papier calque polyester 35 microns et un rouleau de 3 mètres de papier kraft d'emballage à moins que vous ayez dans vos placards un reste de rouleau de papier peint. Le tracé et la découpe des patrons en papier kraft vous familiarisera avec les dimensions des voiles et le papier calque vous permettra de gâcher du papier à peu de frais en vous essayant au jeu n°1. Ne vous attardez pas sur les petites imperfections, mais recommencez un assemblage de laizes en le recoupant s'il est trop irrégulier. Le principal est d'avoir ce premier jeu de voiles pour faire naviguer le bateau, ensuite vous jugerez de l'opportunité des jeux n°2 et n°3.

Suivez toujours le plan dans le montage des gréements.

Il est rare de pouvoir se baser sur un plan des gréements, vous avez la chance d'en avoir un avec tous les détails de montage. Ils sont proposés dans un souci d'économie, l'accastillage coûte cher, et il y a trois gréements...

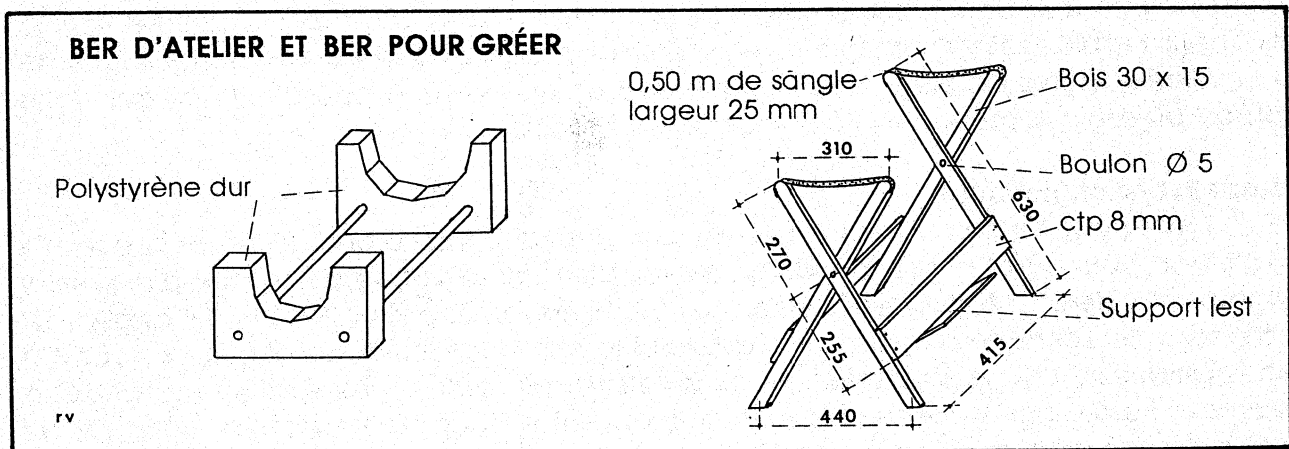
Le tube alu de \varnothing 12 mm est disponible en quincaillerie ou en brico, souvent en longueur d'un mètre trop courte pour les mâts, alors manchonnez intérieurement vers le bas avec du tube alu \varnothing 10 mm collé époxy.

Sur les bômes en tube alu \varnothing 8 mm, les passe-fils, vendus au rayon électricité, ont l'avantage de la simplicité du montage et des réglages d'écoutes, la solution est rapide, mais vous adopterez certainement par la suite des montages moins bricolos et plus modéliste voile, nuance !

Les haubans sont en câble gainé que vous trouverez au rayon articles de pêche, les boucles sont serties dans des petits bouts de tube laiton \varnothing 2 mm. Bloquez la boucle soit avec un nœud sur le bout libre sortant du tube, soit en repassant le câble une troisième fois dans le tube, dans les deux cas mettez une goutte de colle époxy.

Prévoyez un ber pour gréer.

Sur le ber le bateau est placé face au vent de façon qu'il gonfle les voiles. Placez le lest sur le reposoir et ne laissez jamais les voiles faser, s'il y a trop de vent, couchez le bateau par terre voiles sous le vent.

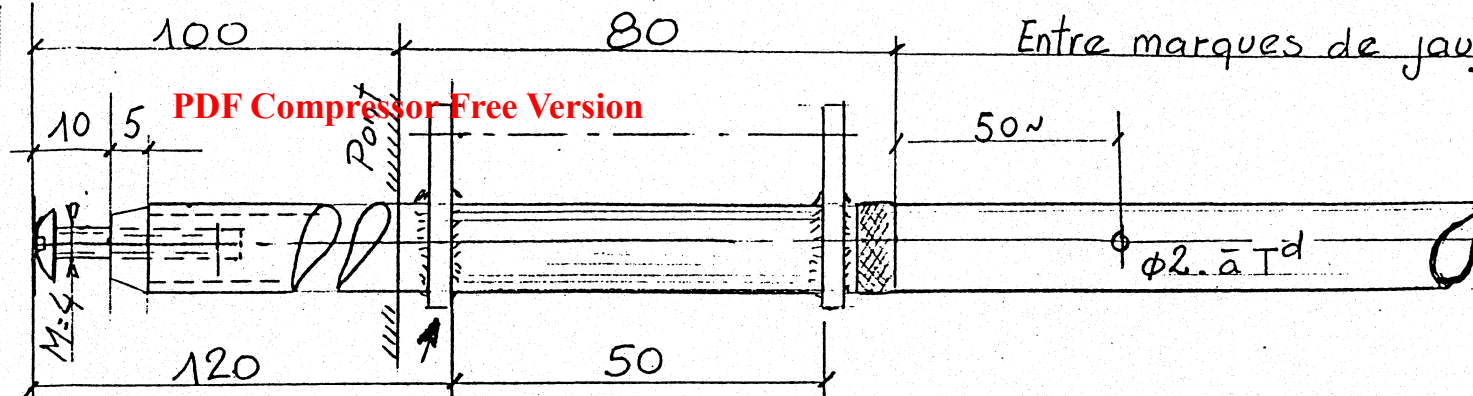


MAT

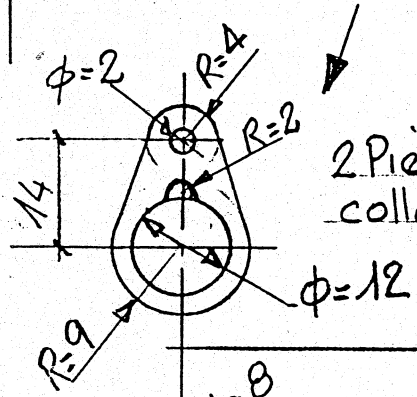
Mât 1 = 1825

Mât 2 = 1405

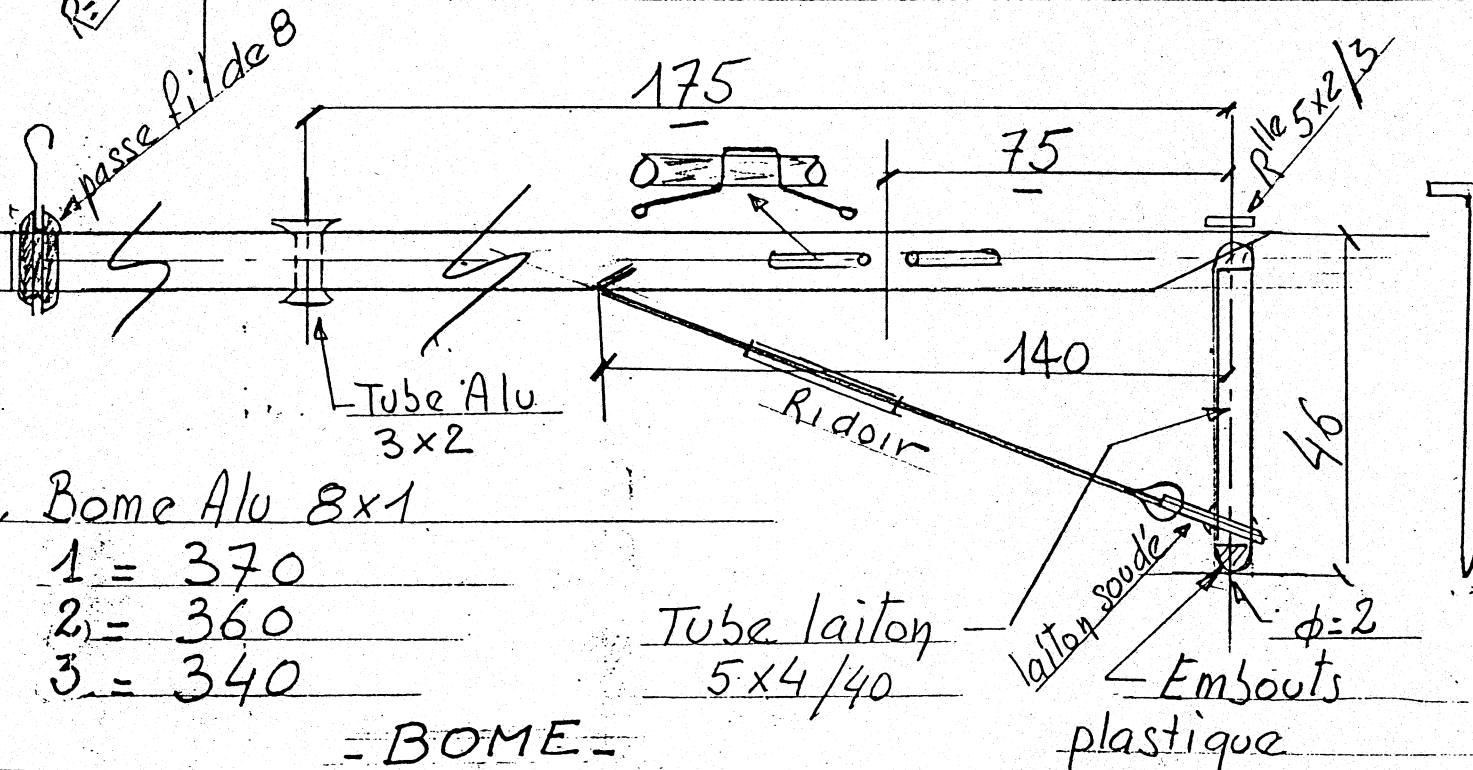
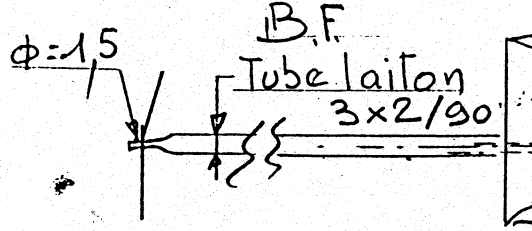
Plan n°4, détacher et coller au plan n°3



Barres de flèche 1 = 700 - 2 = 650 - 3 = pas de barre



2 Pièces Alu 3^m/m ou 2^m/m collé époxy sur mât



Bome Alu 8x1

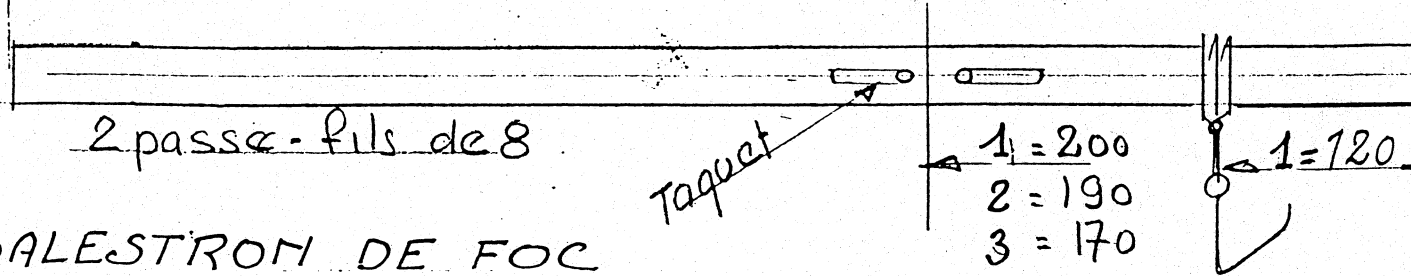
1 = 370

2 = 360

3 = 340

Tube laiton 5x4/40

Tube Alu 8x1. 1 = 410 - 2 = 370 - 3 = 320



BALESTROM DE FOC

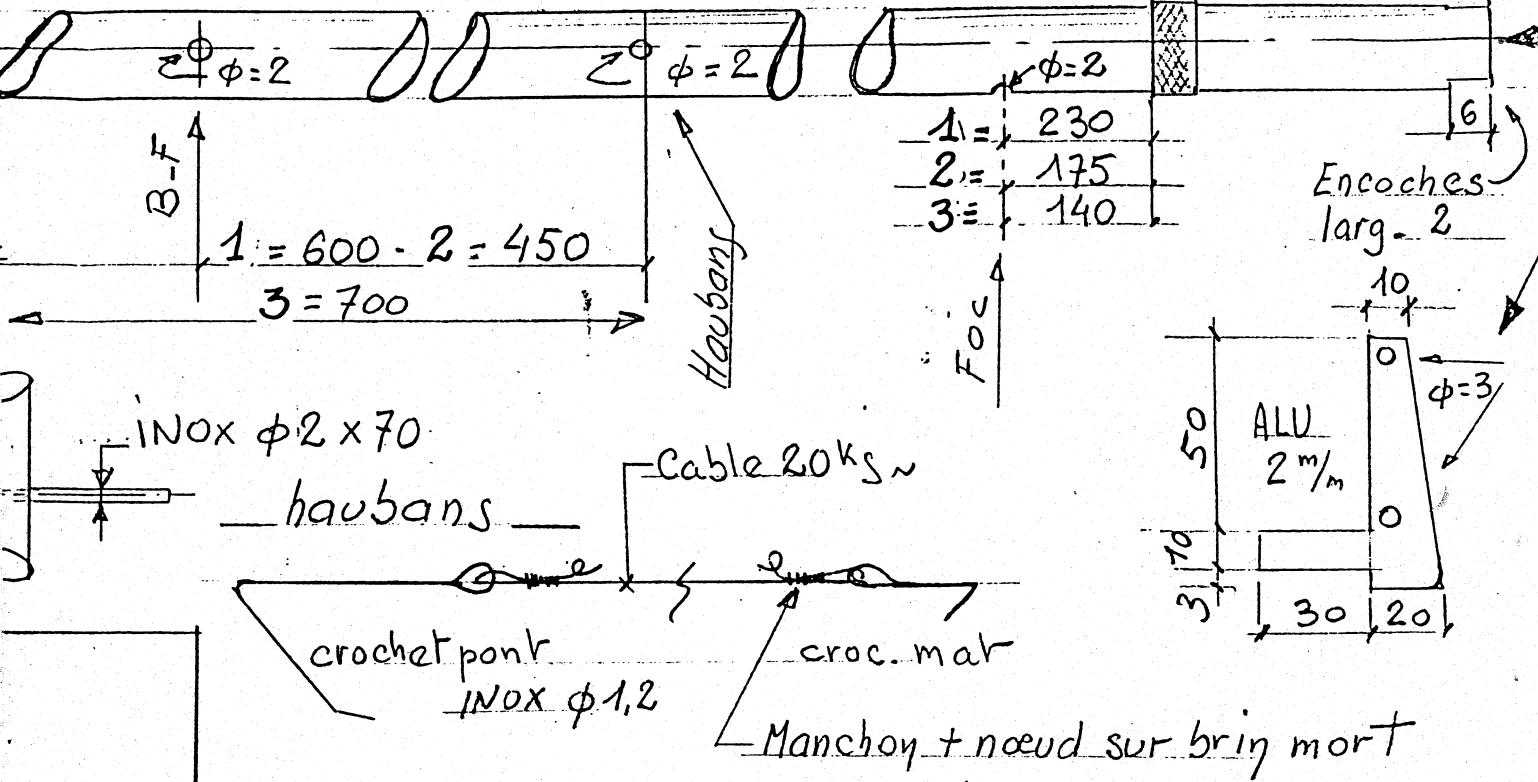
PDF Compressor Free Version

Mat 3 = 1105 Tube ALU ϕ 10 x 12.

1 = 1600 - 2 = 1180 - 3 = 880

45

PDF Compressor Free Version

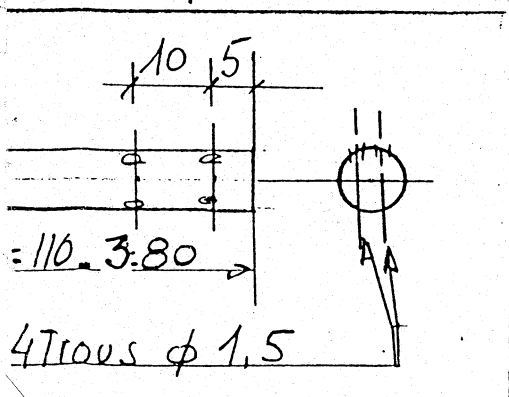


Handwritten calculations:

```

99
6,5
-----
106 | 5
01 21
x 2
42

138
6,5
-----
144,5 | 5
44 29
x 2
88
-----
58
    
```



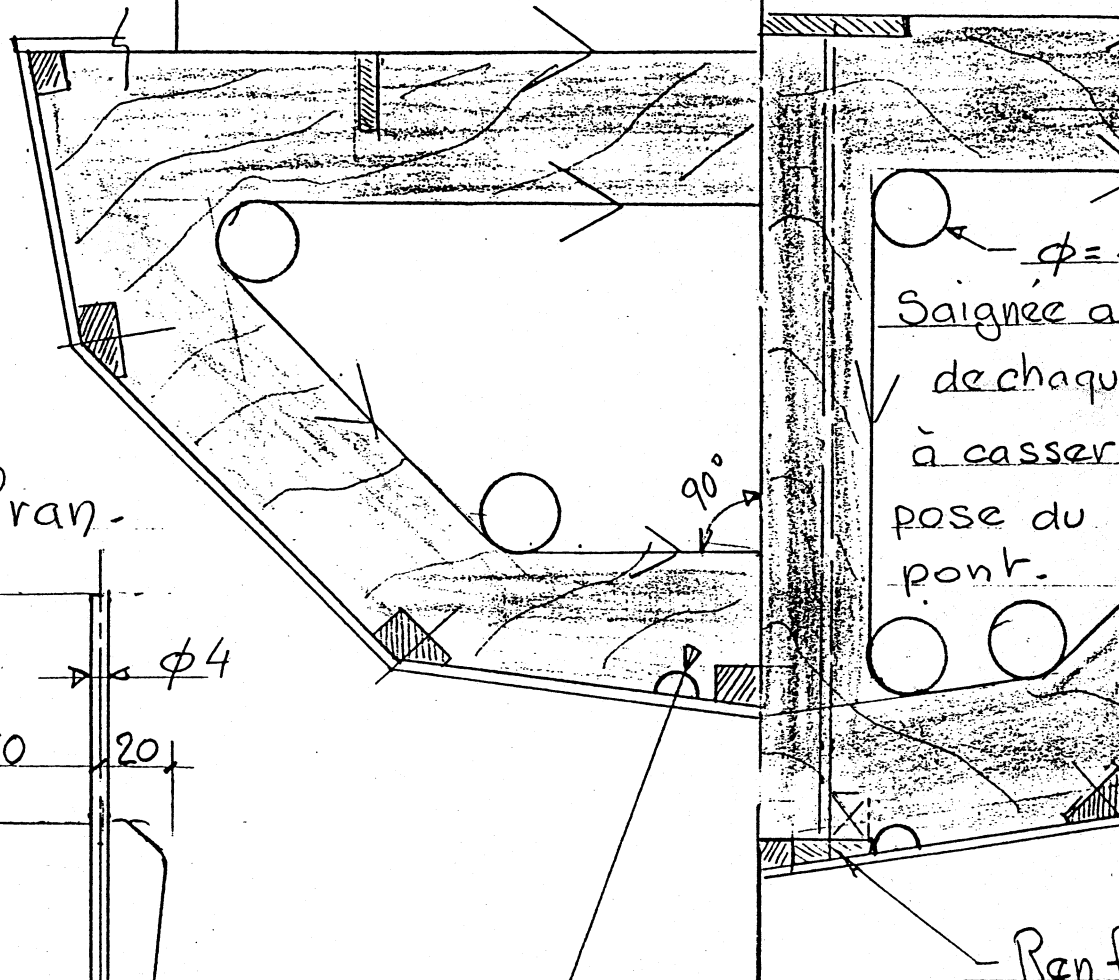
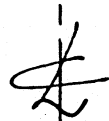
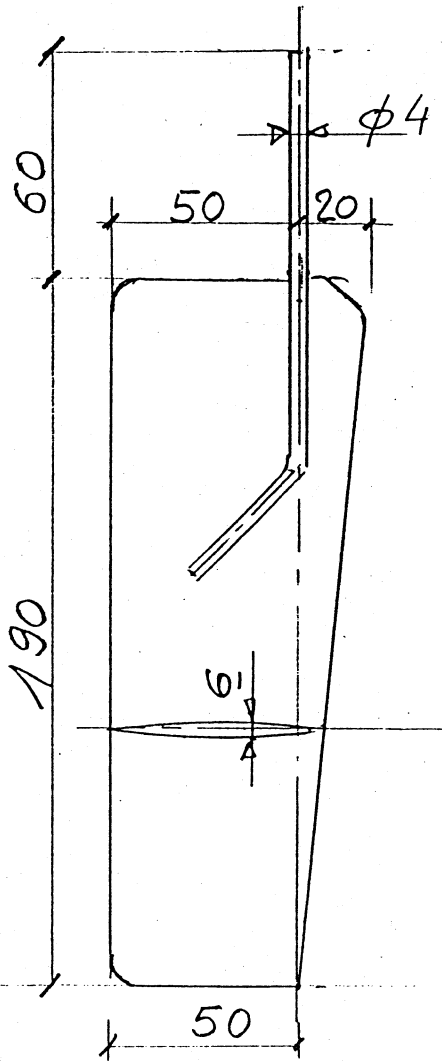
PDF Compressor Free Version

- C.1 - C.2 -

C.3 -

PDF Compressor Free Version

Safran.



$\phi =$
Saignée a
de chaqu
à casser
pose du
pont.

Anguillets
à faire sur chantier
après pose des lisses

Renf
puit
ent

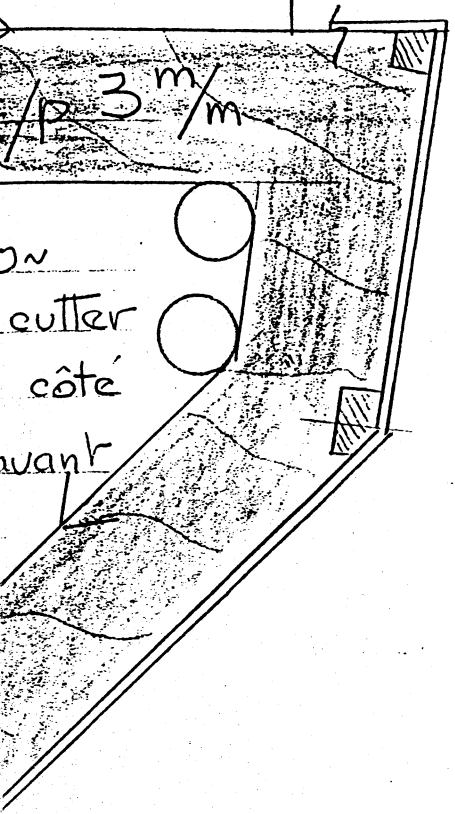
Dé
2,

Plan n° 3 insérer entre les pages 222 - 223

PDF Compressor Free Version

C.4.

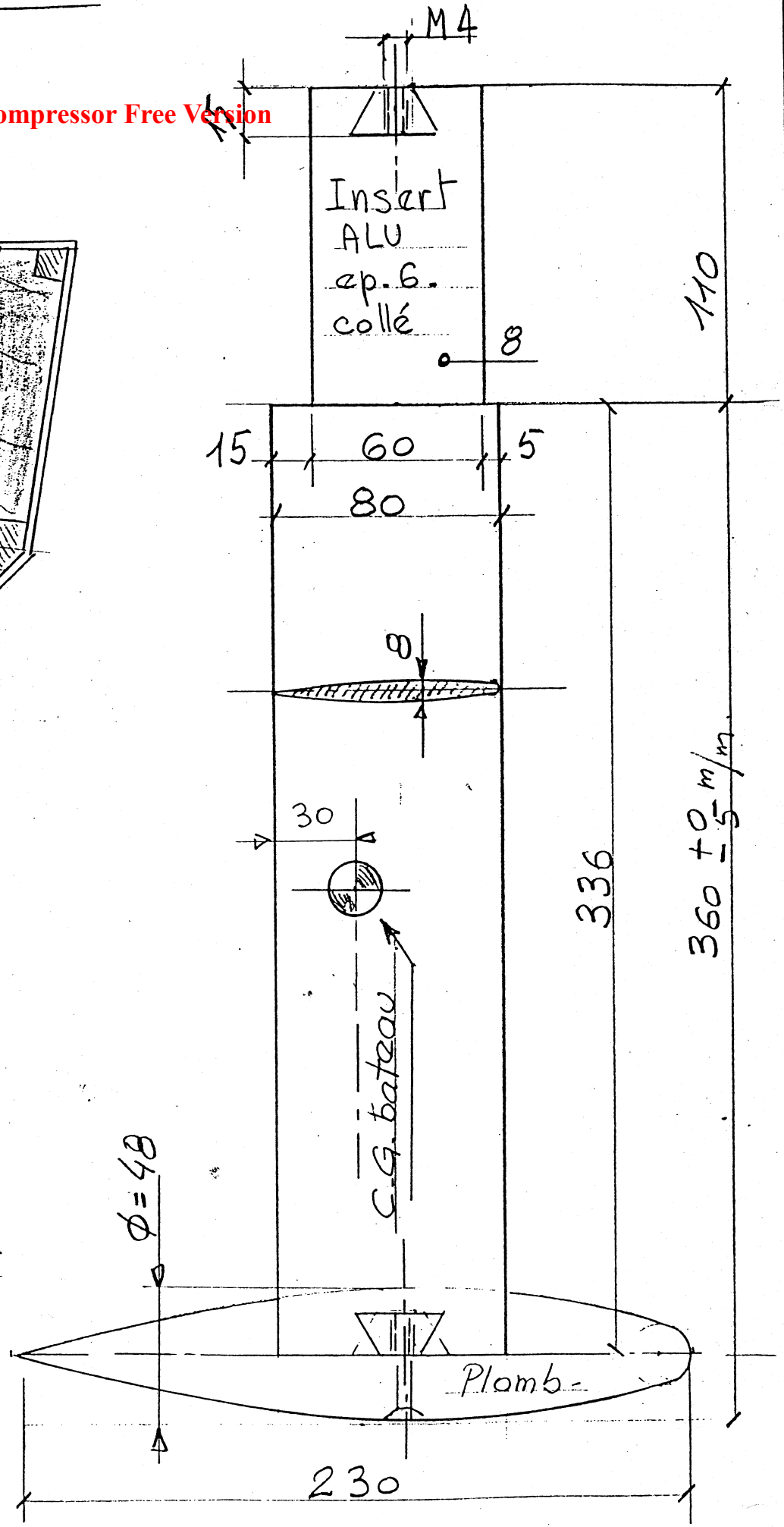
PDF Compressor Free Version



rts sous
de dérive
e C3-C4.

ive + lest
à 2,5 Ks.

- QUILLE -



Plan n° 3, détacher et coller ici le plan n° 4

PDF Compressor Free Version

Plan n° 2, détacher, couper et coller au plan n° 1

PDF Compressor Free Version

Té Alu 15x5

Lg. 125

Colle epoxy.

100

Référence

10 Mini

Le bloc Al peut être évité en prolongeant les lisses

Flottaison

3 2 1

Piton pour élastique

Couples c/p. 3mm.

Lisses = 5x5

" = 10x5

Bloc bois

defense souple

6

6"

90

40

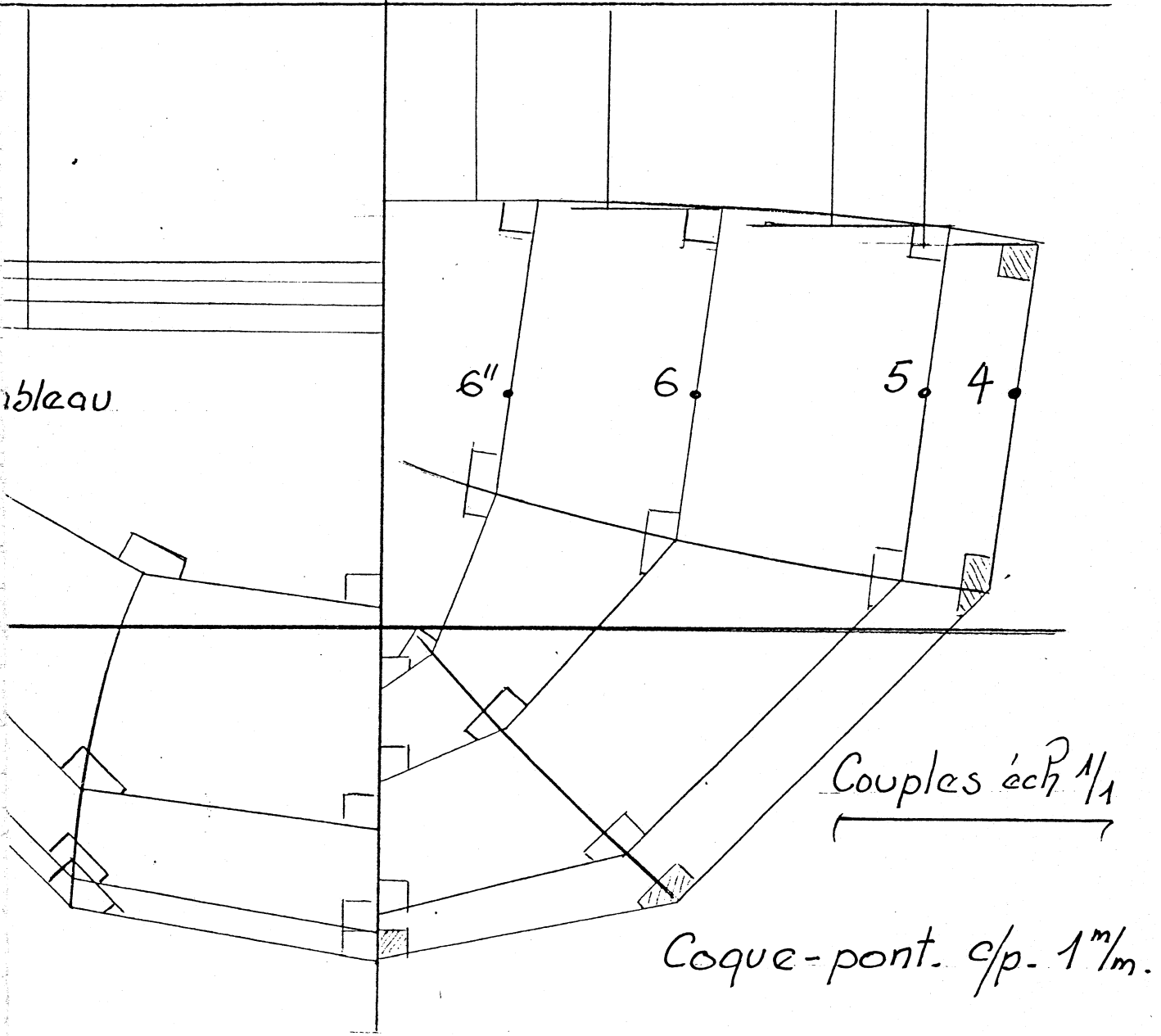
20

140

PDF Compressor Free Version

chantier

PDF Compressor Free Version



Couples éch 1/1

Coque-pont. c/p. 1^m/m.

- BOUKI -

VOILIER CL. 1M .

Lg. 1000. lg 225. Creux 55. T.E 420 Max.

~ JL. Piry ~

PDF Compressor Free Version

TUBE ALU. 3x2 R. centre 30~

PDF Compressor Free Version

1°~

c = 240 ~

50~

φ4x6

60

Platine radio c/p 3°/m (200x80)
500

Ouverture sur pont
(translucide
scotché)

Servo
Direct.

TREUIL
Recepteur

10x3

Tableau

150

1

140

2

140

5x5/30

PDF Compressor Free Version

190

quête R. 2°~

250

PDF Compressor Free Version

120



Puits
60x8

10x5

Alu $\phi 6^m$

60

Tube PVC (gaine elect.)
 $\phi_{int} 13$

25

Ech 1/2.

c/p. 3^m/m

Piton
écoute
de foc

10x5

50

10

Cadène

3

4

5

140

140

140

1000 ± 0 m/
- 10 m-

Cadène Γ Alu 15x5 Long = 10m
(ou T)

Plan n° 1, détacher et coller ici le plan n° 2

PDF Compressor Free Version

Nimbus

PDF Compressor Free Version

UN CLASSE M QUI A DES PRINCIPES

Alors quels principes pour NIMBUS ?

Il y en a quatre : économie, simplicité, facile à construire, capable de performances.

Économique et simple c'est intéressant, mais l'économie à tout va n'est pas toujours la meilleure.

Les complications, les surplus inutiles allongent la facture, les solutions simples la réduit. Par exemple le dépouillement des gréements à balestron, sans haubanages délicats, sans ridoirs ni vit-de-mulet et autres halebas, pas de blocage non plus. Autre exemple, un seul moulage pour sortir la coque, le pont est on ne peut plus simple et il ne manque pas d'autres qualités comme la légèreté, la facilité de construction et d'accès intérieur. Pour la radiocommande, deux commandes suffisent, sur le bateau les connexions sont facilement accessibles tout comme le circuit d'écoute de voile et la gouverne.

Un seul outil est nécessaire à la préparation du bateau avant de naviguer : un petit tournevis de 4 nécessaire à la fixation du safran et du lest.

Dans cet ensemble il faut faire parfois le bon choix de la dépense justifiant le rapport qualité/prix. Si l'on pense à la dérive dans cette optique, il vaut mieux opter pour le budget d'un bon sandwich en stratifié carbone, NIMBUS l'appréciera.

Comment procéder à la construction de NIMBUS ?

La coque est normalement moulée en stratifié époxy, ainsi que la dérive, et les mâts des gréements sont en tubes carbone. Voir les chapitres se rapportant à ces éléments.

En matière de capacité de performance, que faut-il envisager ?

Deux bateaux d'apparences identiques peuvent avoir des performances très différentes. On pense souvent aux différences de capacités des pilotes. Mais un bateau mal construit (est-ce que ça existe vraiment en VRC ?), ou mal équilibré (là les erreurs foisonnent !), ne sera jamais bon, même dans les mains d'un bon pilote, il faudrait un miracle...

Un bon bateau sera capable de performance quel que soit le pilote. Pour un modéliste débutant, ce n'est qu'une question de temps, de volonté et d'expérience.

Sans parler de pilote et de performance, comment reconnaître un bon bateau ?

L'aspect général du bateau n'est pas à lui seul le critère déterminant. Sa conception, son architecture, ses équilibres, sa construction forment un tout étudié avec soin, selon des données théoriques dont NIMBUS a profité pleinement, et confirmé par des podiums en régates.

Les modélistes VRC savent combien le moindre détail, où l'œil n'y voit goutte, peut tout changer dans la marche du bateau. Prenons le mât en exemple, la mesure de son implantation sur le pont est exacte mais sa quête est à deux degrés d'écart avec le plan, et c'est l'erreur. Bougeons la dérive de quelques millimètres par rapport au plan et voilà une différence qui change tout et se ressent en navigation.. Un

plan doit comporter tout les renseignements indispensables au bon équilibre du bateau, pas d'à peu près pour avoir des bateaux identiques.

NIMBUS a fait l'objet d'une étude précise, rien n'est dû au hasard, pas de solution pilotée. Le plan indique les données essentielles à respecter, les mesures, les emplacements, les formes. Ne sont laissés à l'initiative du constructeur que le choix des matériaux, de la radio, des tissus, bien qu'un écart de poids conséquent puisse jouer un rôle en navigation.

La structure de la coque a-t-elle de l'importance ?

La coque est normalement moulée selon les techniques décrites dans ce document. Chacun choisira les matériaux selon ses possibilités d'approvisionnement. La solution économique est en tissu de verre et époxy malgré un supplément de poids acceptable. La préférence se portant sur le carbone/kevlar et époxy. Les amateurs tentés par les belles carènes lattées en bois exotique doivent s'attendre à une grande déviation sur la balance.

Le fait d'un seul moule pour NIMBUS réduit les coûts et le temps de construction, c'est un avantage non négligeable. Toutefois, nombreux sont ceux qui manquent de temps ou n'ont pas la possibilité de travailler la résine chez eux. Alors à leur intention le moule original du NIMBUS a été confié à PG modélisme (4 boulevard Chandeyson, 26700 Pierrelatte.) qui moule les coques à la demande, en verre ou en kevlar/carbone dans un choix de couleurs très attractives.

La simplicité du pont offre de nombreux avantages.

Le pont est fait de contreplaqué 1 millimètre posé sur une baguette 5 x 5 bois dur courant sur le pourtour intérieur. Le contreplaqué est placé là où c'est nécessaire et l'ensemble du pont est recouvert ensuite d'un film thermorétractable solartex qui crée une note de couleur supplémentaire.

Les éléments de contreplaqué sont découpés, poncés et résinés entièrement. Ils sont mis en place par collage à l'époxy (araldite lente). Ensuite sont tracés, puis percés ou découpés tous les emplacements des éléments qui y sont fixés. Les barrots sont résinés et collés. Le tube de jaumière du gouvernail et le tube pied de mât sont mis en attente jusqu'à la mise en place de la dérive qui conditionne leur alignement.

Le revêtement solartex sera posé en toute dernière opération quand tout sera prêt. S'il y a des parties saillantes comme les fermetures de trappes, ces parties là seront fixées après la pose du solartex car elles sont particulièrement gênantes.

Lorsque tout les collages sur la coque sont faits, il est temps de s'assurer de l'étanchéité.

Rares sont les coques qui ne font pas d'eau, il est bon de voir ce qu'il en est. Alors que la coque est bien rigidifiée avec le contreplaqué du pont et avant la pose du revêtement, caler la coque sur le chantier. La remplir d'eau et repérer les fuites éventuelles, puis vider et laisser sécher complètement. Boucher les fuites en étalant de l'époxy à l'intérieur de la coque.

Fuites ou pas, il est prudent de prévoir un petit bouchon de vidange sur le côté du tableau arrière.

Comment se pose le solartex ?

Le solartex est un film plastique coloré, parfois métallisé, très résistant. Il est thermorétractable et se pose à l'aide d'un fer à repasser thermostaté réglé entre laine et coton. La partie qui vient en contact avec le contreplaqué est recouverte de colle à chaud, un film protecteur est retiré avant la pose.

La pose est facilitée en opérant en deux fois, l'arrière d'abord, l'avant ensuite de façon à ce que le chevauchement ne soit pas face à la marche du bateau.

Couper le solartex 2 à 3 centimètres plus large que nécessaire et avec le fer chaud commencer à le coller par petites touches sur le pourtour en veillant à faire un minimum de plis. On continue en passant le fer sur toutes les parties à coller sur le contreplaqué, les quelques plis disparaissent. Les parties sans support sont tendues en frôlant le fer sur le film de manière à ce qu'il se tende comme une peau de tambour. Ensuite le solartex est rabattu sur le franc bord et au cutter on le coupe en laissant une petite bande de 4 à 5 millimètres. Si besoin, le décollage se fait à chaud sans réutilisation possible.

Quand la pose est terminée, un ruban décor pour auto est posé sur la coque à demi recouvrement, il maintient en place le bord du solartex et complète la décoration.

La dérive est-elle démontable ou fixe ?

Les deux systèmes sont valables, chacun choisira le sien.

Les procédés de fabrication sont divers avec leurs avantages et leurs inconvénients. Ce qui est certain c'est que toute modification du dessin, du profil et de la position de la dérive entraînera une modification du comportement du bateau qui, on le sait, a été optimisé. On se retrouvera donc dans la situation d'une recherche d'un nouvel équilibre. La recommandation que l'on peut faire dans ce cas là est de prévoir une dérive démontable placée dans un puits et permettant des expérimentations multiples.

Par un suivi rigoureux des indications du plan, la dérive peut être collée dans la coque. La construction retenue à l'origine est celle du stratifié sandwich carbone/balsa dans un moule, assurant la reproduction exacte des formes. Cependant le plus simple est la réalisation du sandwich sous presse malgré son manque de précision.

Le collage de la dérive dans la coque demande une précision millimétrique.

Respecter avec un maximum de rigueur les mesures indiquées sur le plan, l'équilibre de route du bateau en dépend.

Ouvrir au cutter le fond de coque à la forme du profil de dérive. Sur le pont, percer deux petits trous de part et d'autre de l'emplacement de la dérive, dans lesquels seront introduits les pattes d'un étrier en corde à piano 12/10° inox, dont le rôle est de centrer la dérive sous le pont et de servir de fixation à la pantoire.

Dépolir la dérive aux endroits des collages de renforts, il ne doit plus y avoir de traces de démoulant. Repérer nettement le centre du plan de dérive (214 x 43,5). Caler et maintenir la coque à l'envers sur un chantier, coller la dérive en place sans renforts, vérifier sa position en contrôlant les cotations du plan, surtout la position du centre. Dans le cas d'une dérive différente, son centre doit impérativement être sur la même verticale.

Le lest est en plomb. Sur une dérive collée dans la coque, démonter le lest dans le transport et le stockage.

La jaumière du gouvernail est mise en place après la dérive.

La mèche est en inox de Ø 4 mm insérée entre deux planchettes balsa de 40/10° à fibres légèrement croisées. La jaumière est en tube alu de Ø 4 mm intérieur, elle est collée en vérifiant l'alignement du safran avec la dérive. Pour cette opération maintenir le bateau à l'envers sur le chantier ; par la suite renforcer le collage de la jaumière sous le pont et en fond de coque.

Beaucoup de précision dans l'installation du tube pied de mât.

D'un diamètre intérieur minimum de 16 mm, il comporte en haut et en bas deux bagues de Ø 14 mm intérieur recevant le mât, c'est la solution la plus économique. Le fond du tube est bouché hermétiquement et comporte une pastille dure sur laquelle

reposera le pied de mât. Un embout, en pied de mât, améliore la rotation des gréements A et B.

Les montages avec bagues téflon sur chaque mât sont onéreux, et avec roulements à bille c'est un luxe qui ne se justifie vraiment que sur le gréement A dans les vents très faibles.

La position du tube sur le bateau est à respecter rigoureusement dans le cas où les jeux de voile sont aux dimensions de celles indiquées sur le plan. Le bateau est calé sur le chantier à l'endroit, ce qui nécessite une ouverture dans le chantier pour le passage de la dérive. Le pont est percé au diamètre extérieur du tube.

Pour la mise en place, introduire dans le tube pied de mât, un autre tube de \varnothing 14 mm et d'au moins 50 centimètres de long, engager le tout à l'emplacement prévu, coller et vérifier l'équerrage avec le pont et l'alignement avec la dérive. Coller des cales autour du tube, sous le pont et en fond de coque.

Dans le cas de gréements existants autres que ceux indiqués sur le plan, où situer le tube pied de mât ?

Une petite étude sur plan est nécessaire et ne présente pas de difficultés majeures. Rechercher le centre de voilure du jeu de voile B, noter ses coordonnées verticales et horizontales par rapport à l'axe du mât et au point d'amure de la voile. Ensuite consulter le chapitre "Équilibres et réglages du voilier"

Quelles solutions pour le gréement ?

Pas d'hésitation pour un gréement à balestron sur le nimbus, d'ailleurs la forme de carène a été conçue pour ce type de gréement avec du volume avant et une radio à l'arrière. Sauf la batterie d'accus qui est centrée, à cet emplacement l'influence d'une différence de poids, selon les accus employés, sera minime sur l'équilibre du bateau.

Chaque jeu de voile est gréé à demeure sur une mâture à balestron, c'est un système permettant des réglages précis, une mise en place rapide sur le bateau et un rendement inégalé aux allures portantes. De plus il évite de détériorer les voiles par manipulation, les seules précautions sont de détendre la grand-voile et le pataras hors utilisation, et de suspendre le gréement pour le stocker.

Les six gréements proposés donnent la possibilité de faire naviguer NIMBUS dans d'excellentes conditions, jusqu'à force 7 Beaufort avec le jeu B1. Mais pour ceux qui débutent en VRC, commencer par le B ça permet de prendre le bateau en main progressivement. La solution économique se limite à trois jeux de voile : A, B et C, les autres gréements utilisés dans les vents forts venant éventuellement s'y ajouter.

Quelle construction pour le mât ?

Pour conserver au bateau ses capacités de performance, la construction des mâts est basée sur le rapport qualité/prix. Ce n'est donc pas le plus économique, ni le plus cher qui a été retenu. Les mâts sont en tubes carbone emboîtés, les tubes qui conviennent sont à fibres croisées.

Les emboîtements sont de 40 millimètres et collés à l'époxy (araldite lente). L'ajustage du tube de 12 demande généralement d'agrandir le diamètre intérieur du tube de 14. Deux dixièmes de millimètres qu'il faut gratter et la lime ronde n'a guère de prise. Le meilleur est le meulage avec une mini perceuse, voir dans l'outillage Dremel, ou le ponçage gros grain (100 ou 80 Norton) roulé sur un rondin de bois.

Vérifier à l'œil que l'assemblage des tubes est bien rectiligne.

La fabrication du balestron se fait comment ?

Différentes techniques sont valables pour le balestron, la plus simple à faire est en tubes alu Ø 12 mm emboîtés dans une pièce de liaison enfilée sur le mât. Cette pièce d'un diamètre de 20 mm et longue de 60 mm est percée à Ø 12 dans la longueur et à Ø 14 en travers, elle est usinée pour réduire ses épaisseurs à 3 mm.

Le mât et le balestron ont besoin d'être équipés pour recevoir les voiles.

Il est en effet nécessaire de préparer complètement le mât et le balestron avant de confectionner les voiles de façon à les ajuster au mieux. Se munir de corde à piano 6/10 inox et 12/10 inox, de fil dacron 80 lbs (30 kg), de taquets trois trous et de mèche carbone pour les ligatures.

Que faut-il envisager à propos des voiles ?

Il est évident que la confection des voiles est un gros morceau qu'il faut plutôt entreprendre avec détermination. C'est une question de tour de main pour l'assemblage des laizes qui doit se faire d'un seul geste pour obtenir une courbure régulière. Une table de cuisine, une machine à coudre et quelques menus accessoires suffisent. C'est de loin la solution la plus économique, commencer par la voile et le foc B, les voiles A étant délicates à réussir en premier. Terminer par les jeux C, C1, C2 et B1.

Pour la radiocommande, quel ensemble choisir ?

NIMBUS ne fait pas de complexe et se contente d'un ensemble à deux commandes, l'une pour le treuil de voile, elle est crantée et reste en position, et l'autre pour le servo barre, elle a un retour automatique au centre. La recommandation que l'on peut faire se porte vers un ensemble FM alimenté par des accus rechargeables, plutôt qu'un AM (modulation d'amplitude) alimenté par des piles. La bonne raison c'est que la grande joie des modélistes voile RC est de naviguer ensemble en régates, et là entourée de puissantes FM, une radio AM a des ratés.

Le circuit d'écoute et la commande des voiles.

La commande permet de choquer et de border les voiles par l'intermédiaire d'un treuil dont la puissance minimum est de 7 kg/cm, et l'alimentation par batterie unique avec le récepteur et le servo barre.

Le servo treuil est fixé sur une platine elle-même fixée sur le pont, un petit cordon de pâte à joint sanitaire assure l'étanchéité sous la platine ainsi qu'un peu de graisse autour de l'axe de sortie sous la poulie. On a donc une seule écoute qui s'enroule et se déroule sur une poulie, le maintien en tension de l'écoute est fait par un élastique. Un schéma de montage figure sur le plan. L'écoute est en dacron identique au gréements, il a l'avantage d'avoir un coefficient d'allongement nul.

La longueur d'écoute à dérouler de 36 cm. Elle correspond à la distance qu'il y a entre l'axe du mât et le filoir sous la bôme de grand-voile qui est de 21 cm, soit 30 cm, auquel il faut ajouter ce qui correspond au débattement du trim, soit 6 centimètres. Pendant le pilotage, il est conseillé de laisser le trim en position milieu et de ne s'en servir que pour affiner le réglage des voiles en navigation.

Un maximum de précision de la commande est apporté par un manche long et tout son débattement doit manœuvrer les 30 cm d'écoute.

Quel servo sur la commande de barre ?

Compte tenu des efforts à fournir, un servo développant 2,5 kg/cm est un minimum. Les minis servo à 2 kg/cm sont trop faibles dès que le vent force. Choisir un servo sans jeu mécanique, pas facile à trouver, même les pignonneries métalliques en ont. Mieux vaut un servo à pignonnerie plastique sans jeu, ayant éventuellement un joint

torique sur l'axe de sortie, pesant aux environs de 40 grammes et pas cher, il est inutile d'y mettre un prix fou.

Sur le NIMBUS le servo est en arrière de la jaumière, et comme pour le servo treuil, il est fixé sur une platine elle-même fixée sur le pont, mettre aussi un petit cordon de pâte à joint sanitaire pour assurer l'étanchéité sous la platine et un peu de graisse autour de l'axe sous le palonnier. Les entre axes des palonniers sont de 30 x 30 mm, et bien entendu à double tringlerie et sans jeu. Pas de montage fantaisie si l'on veut conserver toutes les qualités d'équilibre de route du bateau.

Le réglage du point milieu se fait à l'œil dans un premier temps et en atelier, en alignant le safran sur la dérive. Régler le trim au milieu et faire un plat sur la mèche sous la vis de blocage de palonnier. C'est une première approche, il est plus que probable qu'une petite correction au trim sera nécessaire en navigation. On s'assurera de la bonne position en tirant des bords sur les deux amures, où le bateau doit avoir des réactions identiques.

Pour la batterie d'accus, quels éléments ?

Une batterie de 5 éléments rechargeables, 6 volts 600 milliampères donne une autonomie de 2 heures par petit temps et 1 heure avec les jeux C dans la brise.

Si vous faites la guerre au poids, les 5 éléments 270 mA charge rapide pèse 70 g et assurent 1 heure dans les vents faibles et 30 minutes dans la forte brise, chargeur rapide indispensable en régates.

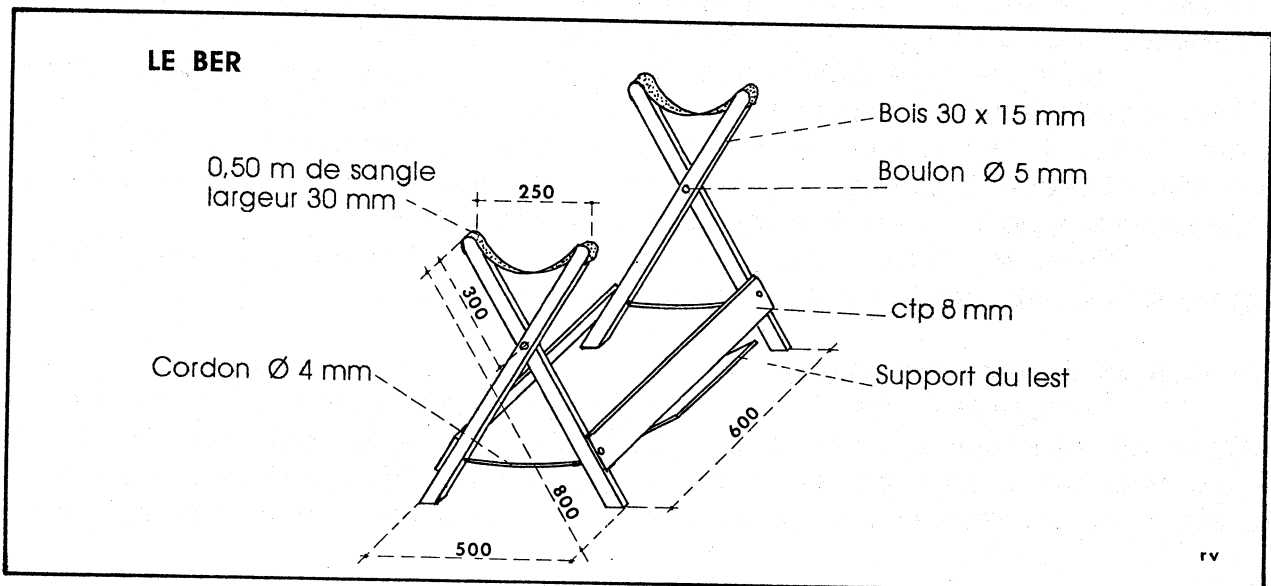
L'installation d'un interrupteur n'est pas une obligation, la déconnexion de la batterie est suffisamment pratique, à la condition de prévoir un accès facile.

NIMBUS loge la batterie dans un pot à crème 150 cc (en pharmacie), de même que le récepteur. Prévoir un joint en fond de couvercle et une entrée des différents cordons. Les pots sont collés à l'époxy (araldite lente) après que le pont soit recouvert de solartex. Un collage satisfaisant sera obtenu en dépolissant l'épaulement sur le pot et en chanfreinant le contreplaqué du pont.

L'utilité d'un ber

A l'atelier ou au bord du plan d'eau, un ber sur lequel repose le bateau facilite la mise en place des équipements. La stabilité par l'empiètement au sol et un support pour le lest sont des aides pratiques.

Toujours placer le bateau à 30° du vent et incliné, lest appuyé sur le reposoir pour régler les voiles. Le bateau sur le ber, ne jamais laisser les voiles faser, dégréer s'il doit y rester, gréer au moment de mettre à l'eau. Si l'on ne veut pas dégréer, le mettre à l'abri ou le coucher sur le sol voiles sous le vent.

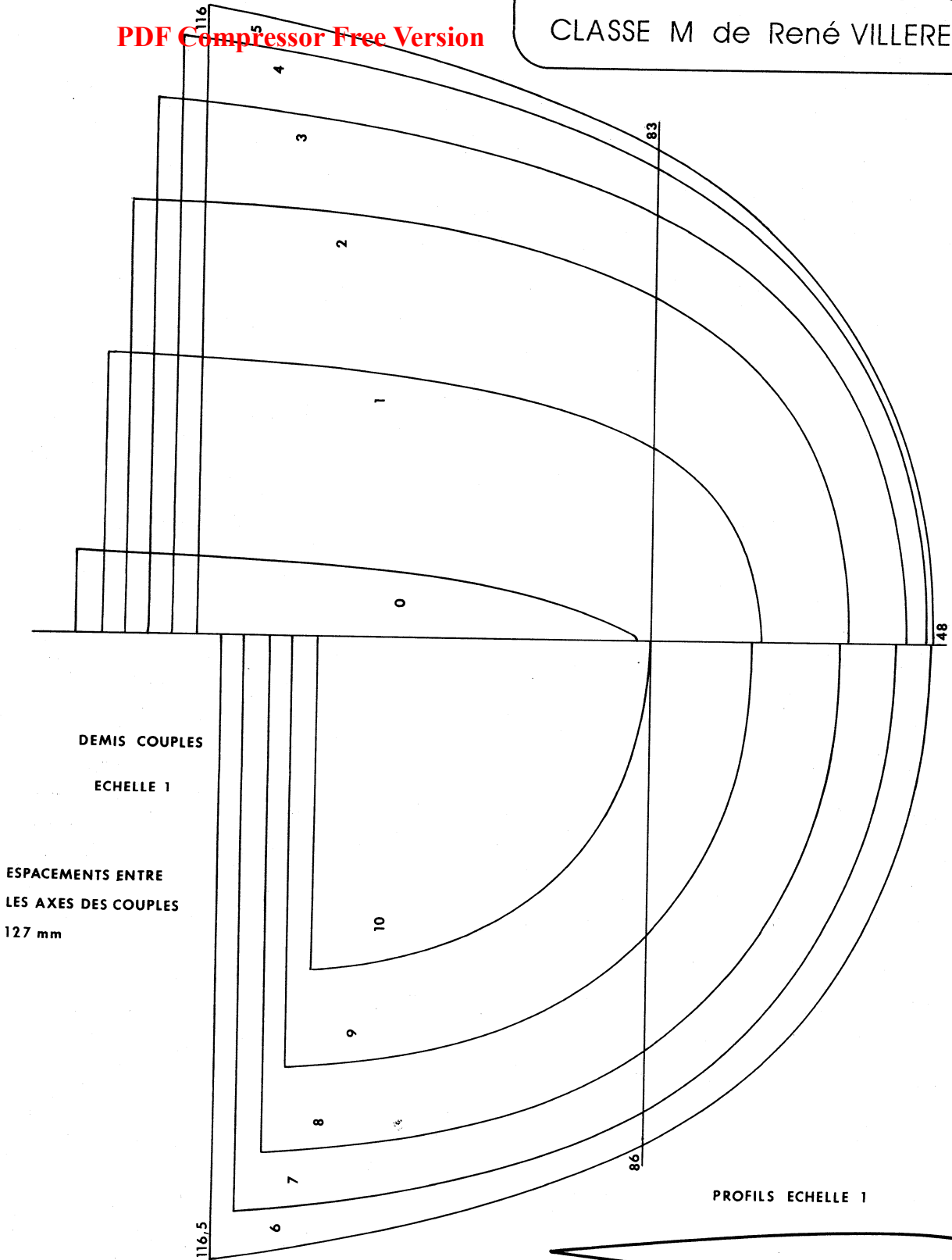


PDF Compressor Free Version

nimbus

CLASSE M de René VILLERET - 1998

PDF Compressor Free Version



DEMIS COUPLES
ECHELLE 1
ESPACEMENTS ENTRE
LES AXES DES COUPLES
127 mm

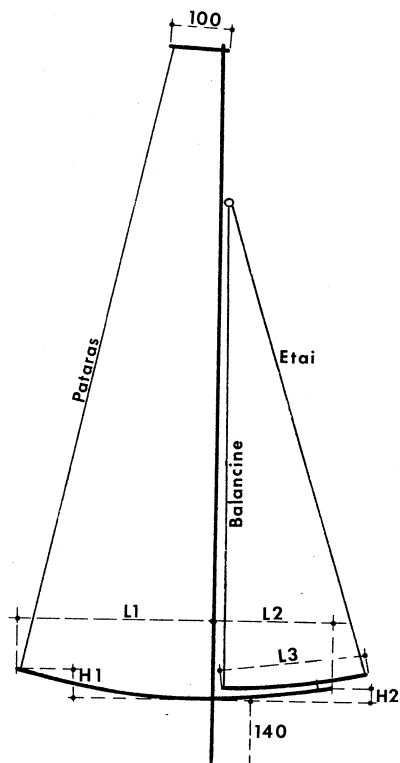
PROFILS ECHELLE 1

SAFRAN NACA 0009

NACA 66 006
DÉRIVE

NACA 66 009

Plan n° 6 insérer entre les pages 228 - 229
Plan n° 6, détacher et coller au plan n° 5

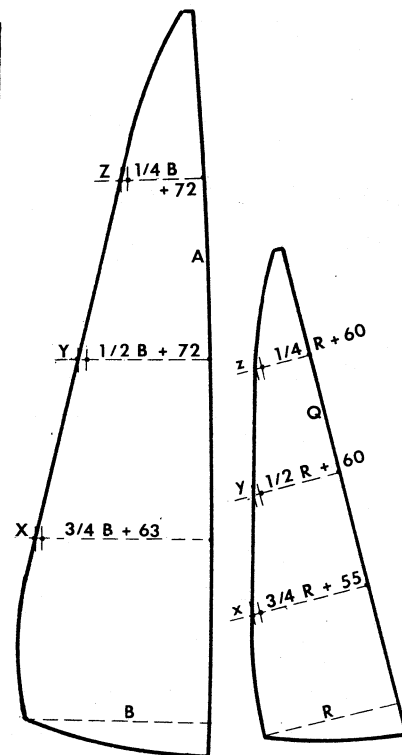


LONGUEURS DES TUBES POUR MAT

MAT	DIAMETRE DU TUBE CARBONE				HAUTEUR TOTALE
	8	10	12	14	
A		500	880	1000	2300
B		500	800	850	2070
C		450	700	750	1820
C1		400	550	700	1570
C2		350	450	600	1320
B1	350	400	400		1070
EMBOITEMENTS COMPRIS					

DIMENSIONS DES BOMES

	L1	H1	L2	H2	L3
A	440	75	230	20	300
B	475	90	290	35	340
C	510	140	290	50	345
C1	510	140	290	50	345
C2	510	140	220	35	345
B1	480	130	220	35	280



DIMENSIONS DES VOILES

JEUX DE BASE

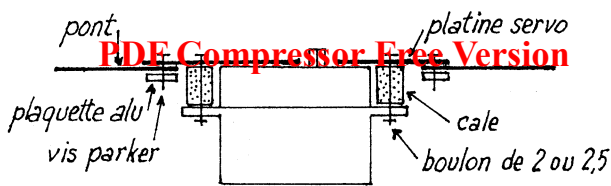
GRAND-VOILE		A	B	C
A Guindant		2115	1870	1620
B Bordure		370	413	440
Largeur au quart	$(3/4 B + 63) + X$	340	372	393
Largeur à la moitié	$(1/2 B + 72) + Y$	257 + 6	278	292
Largeur au trois quart	$(1/4 B + 72) + Z$	164 + 5	175	182
RG Rond de guindant		37	18	13
FOC				
Q Guindant		1163	1061	966
R Perpendiculaire		205	245	277
Largeur au quart	$(3/4 R + 55) + x$	208	238	262 + 3
Largeur à la moitié	$(1/2 R + 60) + y$	162	182	198
Largeur au trois quart	$(1/4 R + 60) + z$	111	121	129
SURFACE DE VOILE				
M1 Surface du triangle de grand-voile	$(0,5 \times A \times B)$	391275	385165	356400
M2 Dépt. de surface de grd-voile	$(A \times (2X + Y + 2Z)) / 6$	5640	0	0
J1 Surface du triangle de foc	$(0,5 \times Q \times R)$	119207	129972	133791
J2 Dépt. de surface de foc	$(Q \times (2x + y + 2z)) / 6$	0	0	966
Somme M1 + M2 + J1 + J2 (max 516149 mm ²)		516122	516127	491157
SURFACE TOTALE MESUREE (max 0,5161 m²)		0,5161	0,5161	0,4912

JEUX SUPPLEMENTAIRES

C1	C2	B1
1370	1120	870
440	430	397
393	385	360
292	287	270
182	179	171
11	9	6
856	730	700
277	277	220
262	262	193
198	198	137
129	129	82
301400	240800	172695
0	0	0
118556	101105	077000
0	0	0
419956	341905	249695
0,4200	0,3419	0,2497

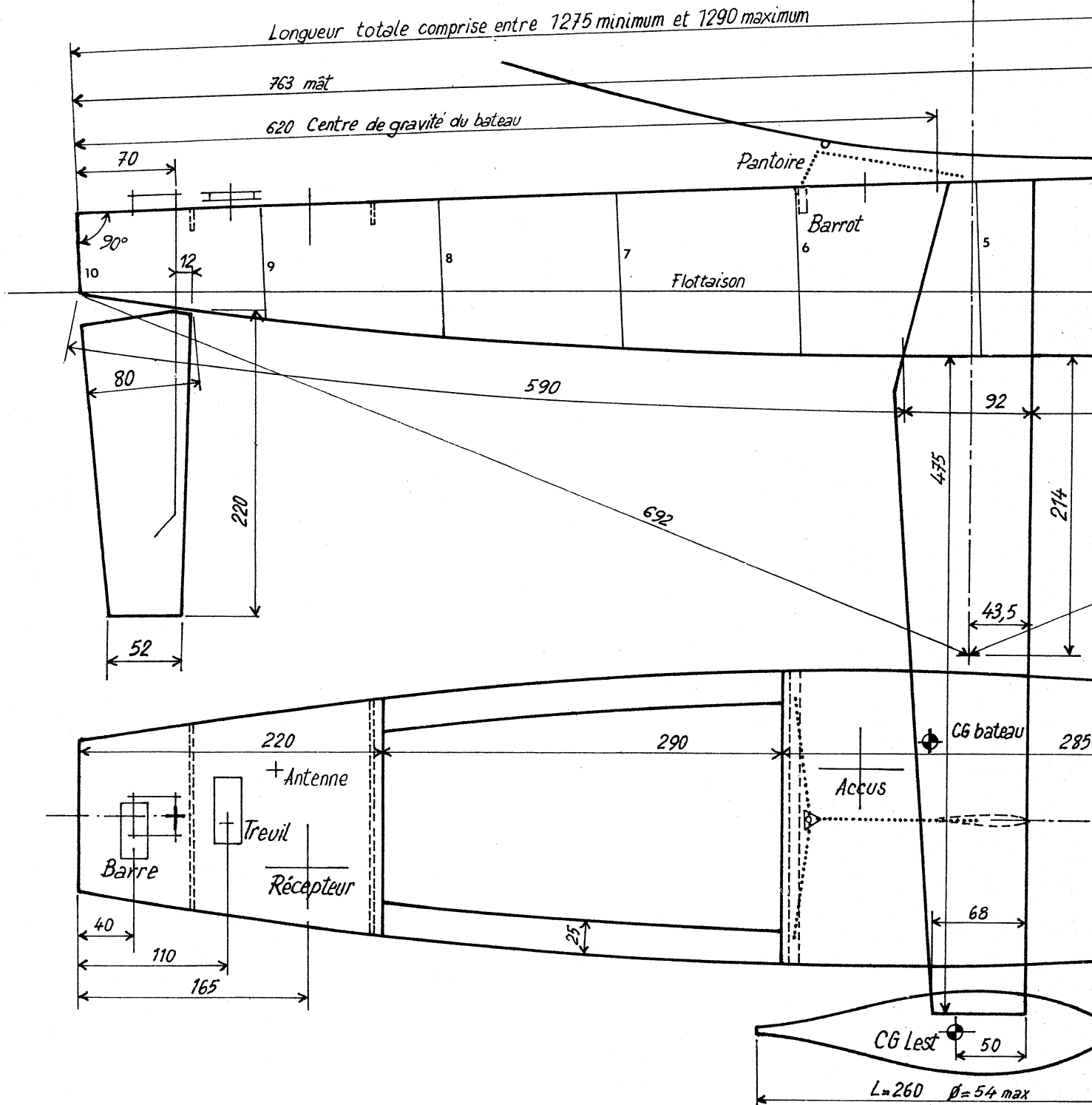
PDF Compressor Free Version

Installation d'un servo



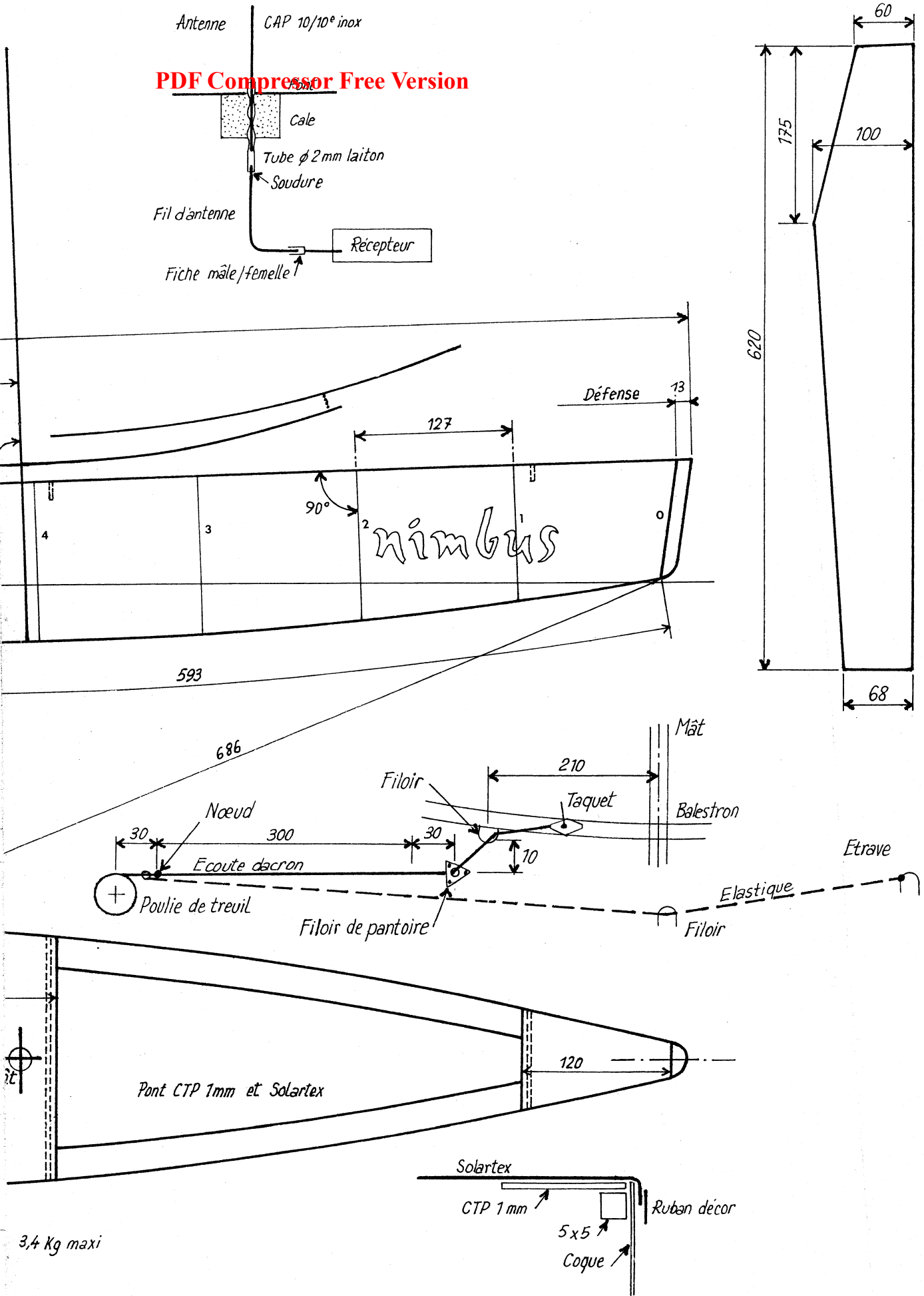
Utiliser de la pâte à joint pour l'étanchéité

Verticale passant par les centres du plan de voilure grément B et du plan de la dérive.



PDF Compressor Free Version

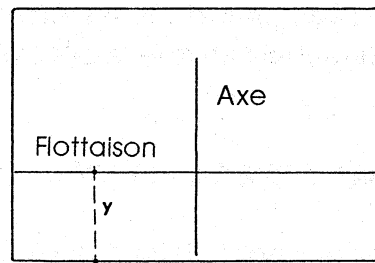
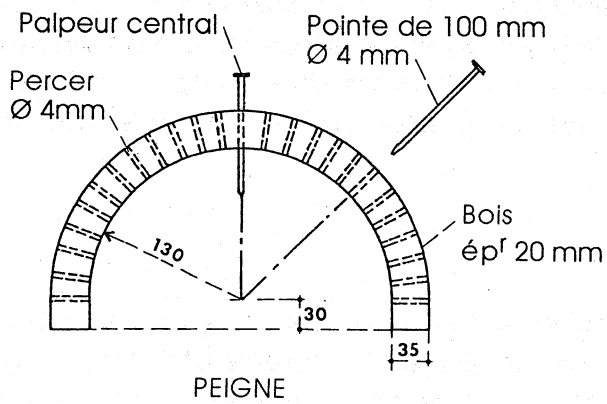
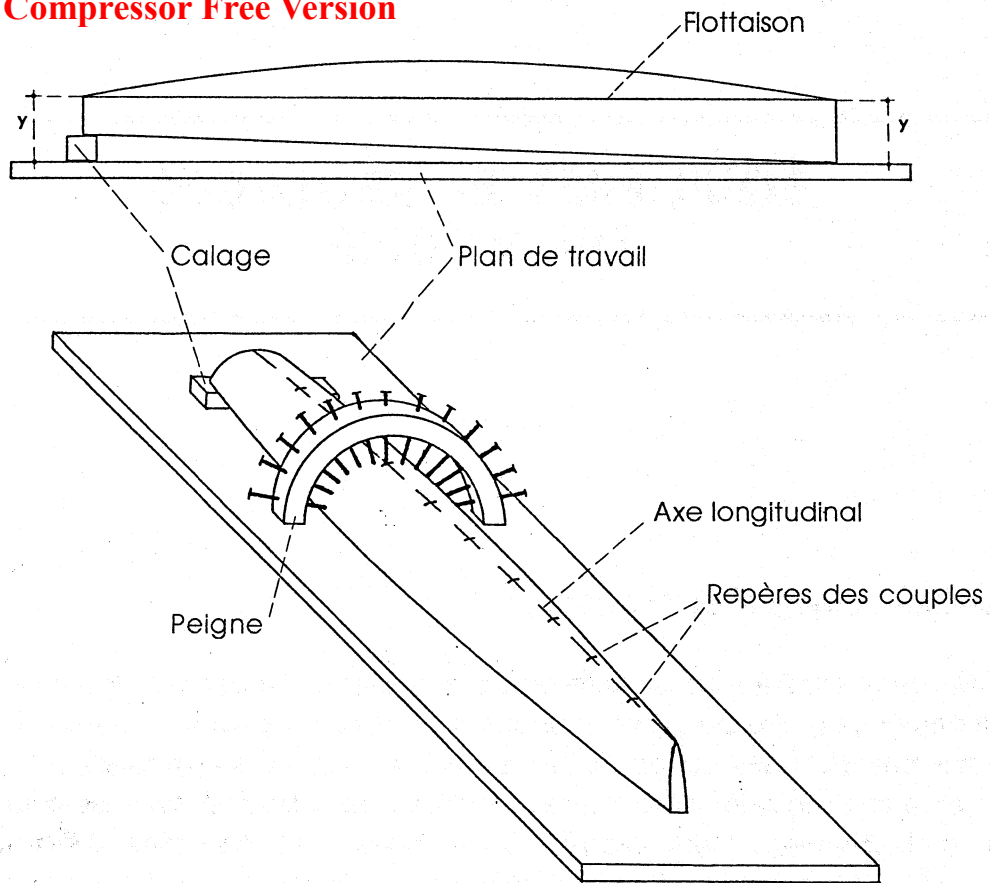
PDF Compressor Free Version



Plan n° 5, détacher et coller ici le plan n° 6

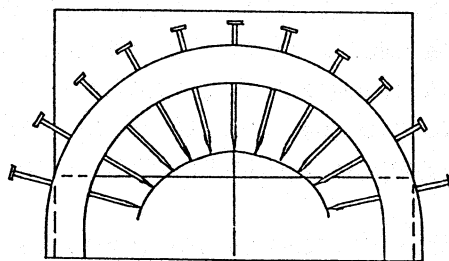
RELEVÉ DES FORMES DES COUPLES

PDF Compressor Free Version



FEUILLE DE PAPIER

TRACÉ DU COUPLE



ÉQUILIBRES ET RÉGLAGES DU VOILIER

OÙ LA THÉORIE ALIMENTE LA PRATIQUE

Après avoir étudié tous les éléments constitutifs du voilier radiocommandé, voyons comment arriver à la mise au point, plusieurs situations de départ créent des pratiques à adapter aux besoins. Celui qui en suivant ce guide est parti d'une feuille de papier blanc et a fait naître son modèle, aura toutes facilités pour aboutir. Avoir déjà un bateau et chercher à l'optimiser, c'est repartir à la base des systèmes d'équilibres avant d'entreprendre d'éventuelles modifications. Et puis être en possession d'une coque seule demande impérativement d'avoir un plan précis d'implantation de tous les équipements, ou alors un modèle identique que l'on copie. Faute de quoi sans renseignements, comment faire ? Le sujet de ce chapitre est de mettre en évidence des dispositions pratiques dans les équilibres et les réglages d'un voilier, tant en ce qui concerne la recherche que le contrôle, c'est une mise en pratique complémentaire de la théorie.

UN " PEIGNE " POUR LA CARÈNE

Pour ceux dont l'intention est de vérifier leur voilier ou ceux qui doivent l'équiper, la première action consiste à connaître les centrages, sur la carène d'abord. Le point de départ des équilibres, c'est évidemment la coque dont l'étude a été faite dans le chapitre "Dessin des voiliers", on ne saurait trop recommander la lecture des commentaires relatifs aux dessins, ils évoquent justement les équilibres.

Dans l'hypothèse où l'on ne connaît pas la ligne de flottaison, considérer qu'elle va de l'étrave au tableau arrière, bien que ce ne soit pas toujours vrai, on aura quand même le maximum de ce que la carène pourra admettre, c'est un pis aller.

Il s'agit tout d'abord de procéder au relevé des formes des couples. Pour cette procédure l'utilisation d'un " peigne " rend l'opération facile, le croquis ci-dessous en montre les détails.

Arrivé au stade précisant les centres, les comparer au schéma qui établit les bonnes dispositions. Est-ce que les relevés correspondent aux valeurs du schéma ? Oui, on est sur la bonne voie, si c'est non, il y a un peu de réflexion et du travail en perspective qui seront évoqués par la suite.

POSITION DU CENTRE DE VOILURE

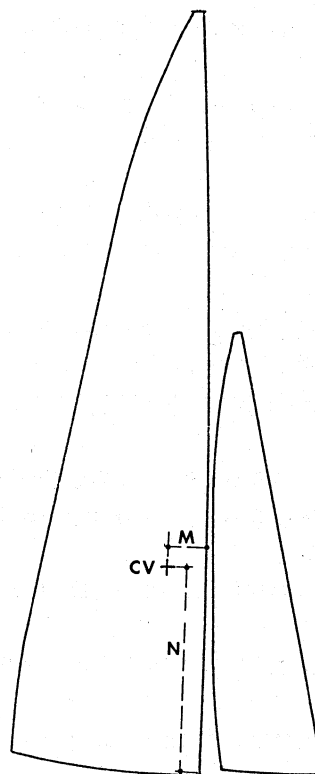
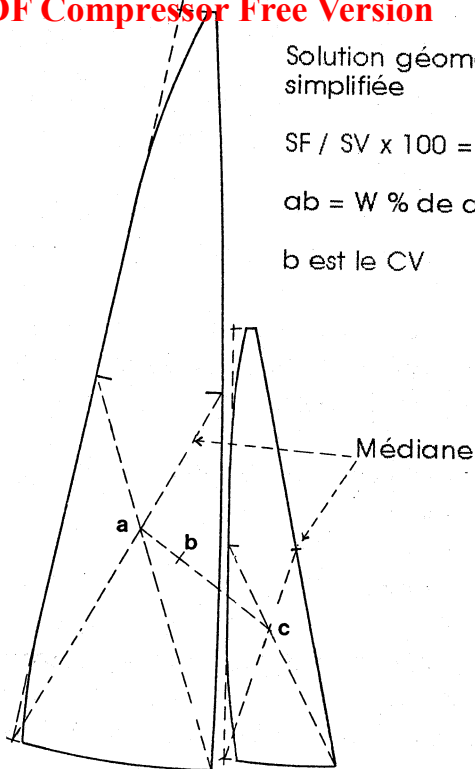
PDF Compressor Free Version

Solution géométrique simplifiée

$$SF / SV \times 100 = W \%$$

$$ab = W \% \text{ de } ac$$

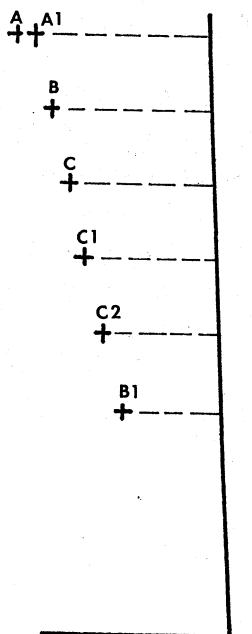
b est le CV



rv

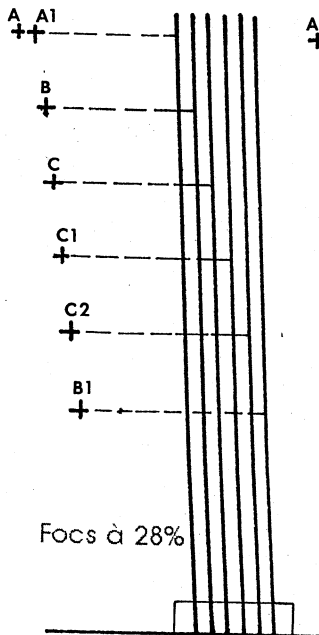
ÉTAGEMENT DES CENTRES DE VOILURE

Correct



1 pied de mât

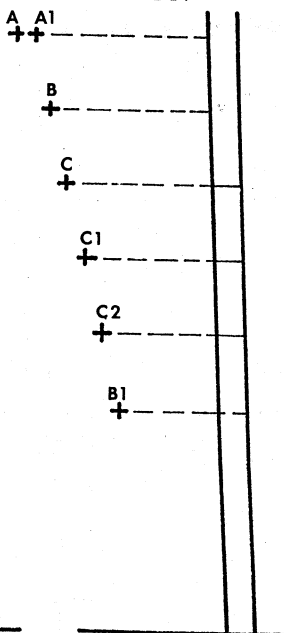
Correct



Focs à 28%

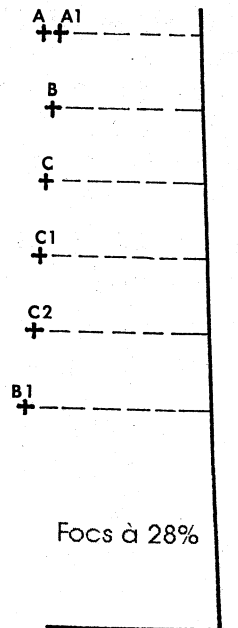
Boîtier pied de mât

Correct



2 pieds de mât

Incorrect



Focs à 28%

1 pied de mât

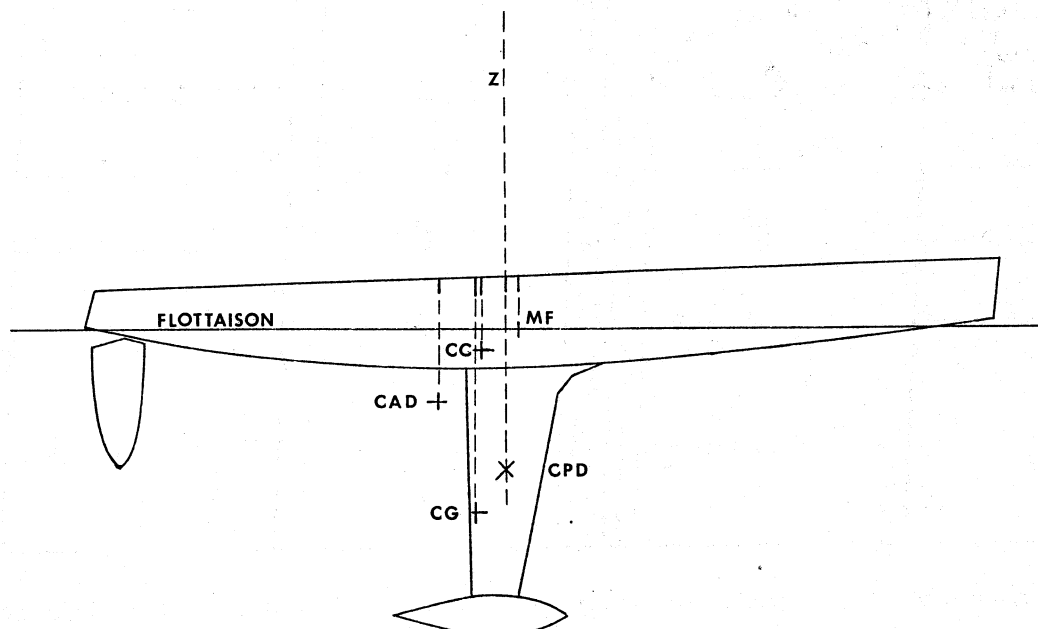
rv

PROCESSUS DE RELEVÉ DES FORMES DES COUPLES

PDF Compressor Free Version

- 1 Positionner la coque à l'envers, caler la ligne de flottaison parallèle au plan de travail.
- 2 Tracer l'axe longitudinal joignant l'étrave au tableau et diviser cet axe en 10 parties égales représentant la position des couples, numérotés à partir de l'étrave.
- 3 Sur une feuille de papier format A4 (21 x 29,7) tracer la ligne de flottaison et l'axe vertical des couples, le bord de la feuille représentant le plan de travail.
- 4 Positionner le peigne en chevauchant la coque au droit du repère d'un couple, amener le palpeur central sur l'axe longitudinal, puis mettre tous les autres palpeurs en contact avec la coque, sur les parties immergées principalement.
- 5 Placer le peigne sur la feuille de papier, le palpeur central sur l'axe vertical, et la base au bord de la feuille représentant le plan de travail.
- 6 Pointer au crayon sur la feuille les extrémités des palpeurs.
- 7 Relier tous les points par une courbe régulière en s'aidant d'une règle déformable.
- 8 Répéter les opérations 4, 5, 6, 7 pour chaque couple.
- 9 Se reporter au chapitre "Dessin des voiliers", aux dessins n°9 et n°10 pour avoir la marche à suivre dans la recherche du volume de carène et de la position du centre CC.
- 10 Avec le dessin n°11, recherche du centre du plan de dérive CPD, du centre anti dérive CAD, du positionnement de la verticale Z.

SCHÉMA DE RÉPARTITION DES CENTRAGES



RECHERCHE DU CENTRE DE VOILURE, MÉTHODES

La solution déjà proposée à propos du dessin est la méthode dite "par gravité". Rappel en quelques lignes : la grand-voile et le foc sont dessinés et découpés à l'échelle 1/5^e dans un bristol, en respectant leurs positions l'un par rapport à l'autre, deux petites pattes sont laissées entre le foc et la grand-voile pour les rendre solidaires. Le découpage bristol est suspendu successivement par les trois angles à une épingle. Un petit fil à plomb est également suspendu sur le bristol, le point de croisement des traces du fil désigne le CV. Cette méthode est relativement longue, surtout si l'on doit modifier les mesures et refaire un découpage, mais elle est pratique.

En classe 1 mètre où les dimensions des voiles sont imposées dans des fourchettes de mesures, la méthode par gravité convient.

En classe M où il y a une liberté de dimensionnement ainsi que du nombre de jeux de voiles, la solution est plus complexe notamment avec les balestrons où les marges de centrages sont très réduites. Une décomposition géométrique des surfaces par procédé graphique ou par logiciel informatique est du domaine du possible.

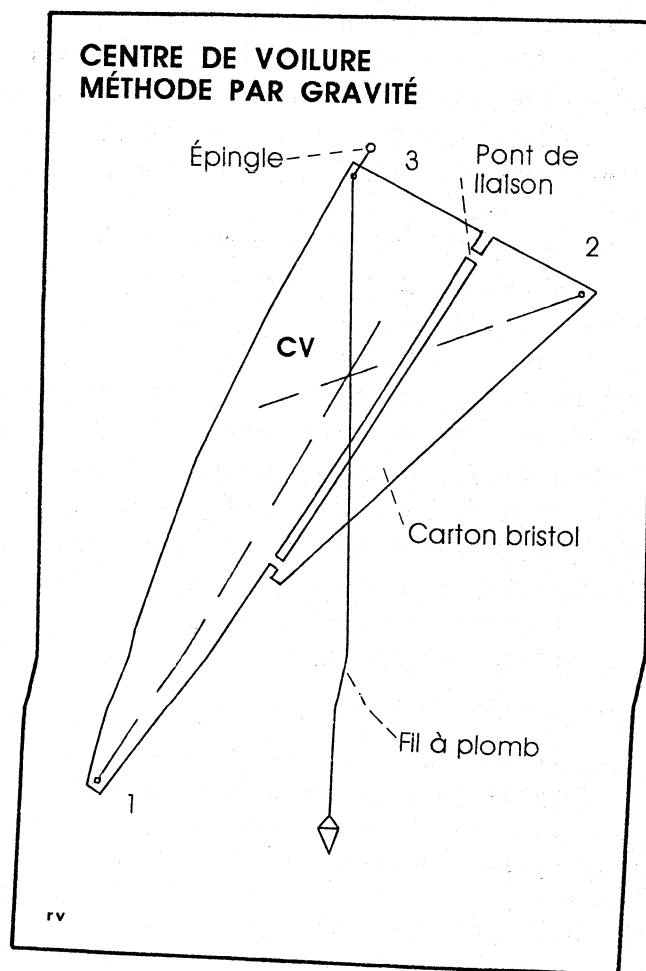
On peut aussi estimer que les pourcentages des surfaces de foc, évoquées dans un paragraphe précédent, décalent correctement les CV sans pour autant connaître leurs positions. Toutefois le médium étant bien positionné, le résultat peut s'avérer bon.

Un jeu de voiles sur gréement à balestron fonctionne comme une girouette, d'où une surface avant limitée à 28 % de la surface totale. Un dépassement entraîne le risque de voir la grand-voile passer en avant... surprenant, mais déjà vu ! Logiquement c'est sur la base de la surface réelle du jeu de voiles dont le CV est le plus avancé vers le mât (jeu de brise), que le calcul doit se faire. En faisant ce calcul sur la surface réelle du jeu B1, on s'aperçoit qu'en surface de jauge le pourcentage est à un peu moins de 26 %. Cependant le calcul sur la surface de jauge a l'avantage d'aboutir à des résultats rapidement utilisables. C'est donc sur la base du jeu de brise C1 avec SF = 28 % de SV en surface de jauge que l'on base le processus de calcul des jeux de voiles à balestron pour un éventail de 6 gréements.

Entre autres, pour un seul emplacement de pied de mât à balestron, si l'on calcule tous les jeux de voiles avec une surface de foc SF = 28 % de SV la surface totale, ça conduit à un mauvais étagement des CV ; ils sont disposés à l'inverse de ce que l'on recherche ! Dans le cas où l'on prend cette option, il faut prévoir un boîtier de pied de mât offrant une série de positions correspondantes aux décalages des CV.

L'adoption de deux tubes pieds de mât est motivée par le désir d'avoir des focs de plus grande surface pour les jeux médium et petit temps ou pour une quête différente des jeux de brise. Une étude sur plan est nécessaire et la mise en place des tubes exige de la précision de façon à ce que les CV soient bien positionnés.

Spéciale au classe M à balestron, une méthode empirique permet des résultats relativement rapides à l'aide d'une calculette. Elle est basée sur des coefficients en fonction des rapports des surfaces de grand-voile et de foc.



L'ÉTAGEMENT DES CENTRES DE VOILURE

Lorsqu'on fait naviguer un voilier, il est intéressant d'observer ses réactions aux variations de la vitesse du vent, on constate avec un jeu médium par exemple, les phénomènes du tableau ci-dessous.

VITESSE DU VENT (nœuds)	5	8	12	15
ANGLE DE GÎTE	5° ←	15° à 25°		→ 45°
RÉACTION DU VOILIER	De plus en plus mou	au maximum de ses possibilités		Devient ardent
ACTION SUR LES VOILES	Reculer et élever le centre de voilure. Gréer petit temps	Voiles médium		Avancer et abaisser le centre de voilure. Gréer voiles de brise

Ce raisonnement démontre la nécessité de bien étager les centres de voilure CV des différents jeux de voiles les uns par rapport aux autres, en les décalant horizontalement et verticalement. Le résultat sera alors un voilier au maximum de ses possibilités dans tous les types de temps. Il est certain que d'autres facteurs influencent ce maximum, comme le pilotage, mais en ce qui concerne le voilier, on ne le soupçonnera pas de défaillances.

L'étagement des hauteurs de CV se fait par celle des hauteurs de guindants de grand-voile. Le CV est situé en arrière du mât par deux mesures, l'une horizontale M ayant pour référence le guindant, et l'autre verticale N à partir du point d'amure. Cet équilibrage entre les CV est basé sur 6 jeux de voiles pour des vents allant de 0 à 8 Beaufort. Si le nombre de jeux est modifié, certains modélistes de haut niveau allant jusqu'à 9 jeux, l'écart entre les extrêmes ne change pas, mais il se répartit en fonction des jeux supplémentaires, chaque grément correspondant à une plage de force de vent.

L'expérience a montré les relations suivantes, ligne de flottaison horizontale, entre l'écart horizontal des CV et l'écart horizontal entre le centre de carène CC, et le centre du plan de la dérive CPD (en avant de CC). Rappelons aussi que CPD ne peut être en avant du milieu de la ligne de flottaison MF.

Quelques remarques. Le centre anti dérive CAD du bateau étant en arrière de la dérive et sous la carène, donc dans le "vide", il est préférable de se baser sur CPD qui se matérialise par un repère sur la dérive, c'est important pour la suite des opérations dans la mise en équilibre du voilier. Sur le schéma de répartition des centrages, l'écart de 10 mm est une cote minimum entre CC et la verticale Z surtout exploitable avec un grément à balestron. Quel que soit le type de voilier monocoque, à une mesure inférieure à 10 mm où la verticale Z va vers un alignement avec CC, le bateau aura du mal à relancer et pire, il faut parfois lui faire faire une marche arrière pour reprendre le vent, c'est la caractéristique des bateaux "trop centrés".

Ces mesures entre CV correspondent à une implantation verticale du mât, avec une quête de 2°5 l'écart augmente d'environ 1 mm, en tenir compte dans cette configuration, exemple pour un écart de 16 mm, prendre $6 - 1 = 5$ mm.

ÉCARTS HORIZONTAUX POUR 6 JEUX DE VOILES (en millimètres)							
Ecart horizontal entre CC et CPD	10	16	23	35	50	70	Voiles petit temps
Ecart horizontal entre des CV contigus	5	6	7	8	10	12	Ecart CV x 2

PRATIQUE DE L'ÉQUILIBRE LONGITUDINAL

PROCÉDURE DE CONTRÔLE DE L'ÉQUILIBRE LONGITUDINAL

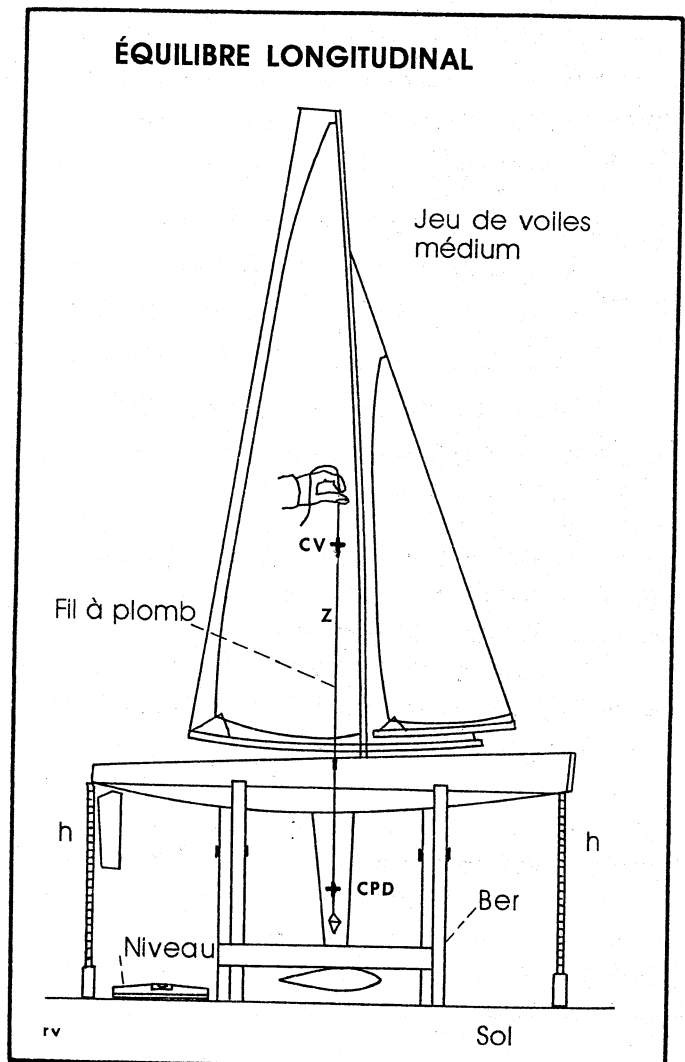
- 1 De chaque côté du pont et de la coque repérer les positions longitudinales :
 - du centre de carène CC,
 - du centre de gravité du voilier CG,
 - du milieu de flottaison MF,
 - du centre anti dérive CAD,
 - de la verticale Z.
- 2 Marquer CPD le centre du plan de dérive sur la dérive.
- 3 Placer le voilier sur son ber et sur un sol horizontal, ligne de flottaison horizontale.
- 4 Vérifier au fil à plomb l'alignement des deux repères de la verticale Z (un de chaque côté de la coque) et de CPD.
- 5 Sur le gréement B médium, voiles établies, repérer le centre de voilure CV selon les mesures de M et de N.
- 6 Vérifier au fil à plomb l'alignement du centre de voilure CV avec CPD et les deux marques sur le pont de la verticale Z.
- 7 Contrôler le centre de gravité du bateau.

Tous les centrages dont il a été question sont invisibles à l'œil nu, impossible de les repérer sans en faire d'abord la recherche. Ce qui explique souvent que deux bateaux d'apparences identiques ont un comportement différent sur l'eau s'ils n'ont pas les mêmes centrages. Il y a quelques millimètres de différence quelque part, et c'est suffisant.

Avoir des atouts en main est un gage de réussite, à condition de bien s'en servir, sans embrouiller les cartes. L'organisation systématique de tous ces centres fait l'équilibre longitudinal du voilier.

Les marques de chaque côté du pont permettent de contrôler les mesures, surtout si l'on doit les modifier, et aussi de faire une visée perpendiculaire à l'axe du bateau. Et attention, les plans indiquent parfois le centre de gravité du lest, ne pas confondre avec celui du bateau.

Vous avez tout bon ? Y compris l'étagement des centres de voilure ? Alors, félicitations vous avez bien travaillé. Sinon à vos crayons et autres outils, vous apprécierez ensuite les qualités de votre voilier.



RECHERCHE DU CENTRE DE VOILURE, CLASSE M À BALESTRON MÉTHODE EMPIRIQUE

Les données précédentes évaluant les pourcentages de surfaces, les hauteurs de guindant (du chapitre "Voiles") et les écarts horizontaux des CV sont bien entendu valables, elles sont applicables aux classe M à balestron.

Cette méthode donne de bons résultats dans l'équilibre du bateau à condition d'employer les coefficients correspondants aux 6 jeux de voiles déjà définis. Il est bien entendu que si l'on nomme B1 un jeu qui est ici le C, il faut utiliser les coefficients du jeu C.

COEFFICIENTS DE CALCUL DES CENTRES DE VOILURE							
APPLICATIONS	VOILES	A et A1	B	C	C1	C2	B1
$SF = SV / (k1 + 1)$	k1	SGV / SF ou $(M / k2) + 1$					
$M = (k1 - 1) k2$	k2	50	55	60	65	70	75
$N = A \times k3$	k3	0,280	0,285	0,290	0,295	0,300	0,305

Exemple d'utilisation des coefficients pour le jeu de voile B médium calculé au précédent chapitre "Voiles".

$$k1 = SGV / SF = 386650 / 129497 = 2,98$$

$$M = (k1 - 1) k2 = (2,98 - 1) \times 55 = 108,9 \text{ soit } 109 \text{ mm}$$

$$N = A \times k3 = 1850 \times 0,285 = 527 \text{ mm}$$

Calcul du jeu de voiles B médium à partir de M.

$$\text{Hypothèses : } M = 109 \text{ mm, } SV = 516149 \text{ mm}^2, A = 1850 \text{ mm, } Q = 1060 \text{ mm.}$$

$$k1 = (M / k2) + 1 = (109 / 55) + 1 = 2,98$$

$$SF = SV / (k1 + 1) = 516149 / (2,98 + 1) = 129686 \text{ mm}^2$$

$$SGV = SV - SF = 516149 - 129686 = 386463 \text{ mm}^2$$

$$B = SGV / A \times 2 = 386463 / 1850 \times 2 = 418 \text{ mm}$$

$$R = SF / Q \times 2 = 129686 / 1060 \times 2 = 245 \text{ mm}$$

Si l'on tient compte de la surface additionnelle au 1/4 du foc : 707 mm².

$$R = (129686 - 707) / 1060 \times 2 = 243 \text{ mm}$$

On ne peut que retrouver les mêmes mesures puisque l'on prend la même valeur de M, mais le calcul est conduit différemment, il peut se faire au millimètre près en prenant 110 ou 108 mm comme hypothèse.

Ainsi pour constituer un éventail de 6 jeux de voiles en partant d'un jeu C1 (SF = 28 % de SV) avec M = 100 mm et l'écart entre CV de 5 mm, on a les valeurs de M du tableau suivant pour un seul tube pied de mât.

JEUX DE VOILES	A et A1	B	C	C1	C2	B1
M (en mm)	110 + 5 + 5 120	105 + 5 110	100 + 5 105	100	100 - 5 95	95 - 5 90

L'ÉQUILIBRE TRANSVERSAL

Dès que le voilier avance, il gîte selon la force du vent jusqu'à une position d'équilibre entre les forces qui tendent à le faire chavirer et celles qui réagissent pour le stabiliser. L'étude de ces forces apporte une meilleure connaissance de l'action de chaque élément du bateau dans la recherche de l'équilibre transversal définissant "la raideur à la toile", elle permet d'analyser à l'avance les conséquences d'une modification.

Des forces latérales agissent, celle du vent F appliquée au centre de voilure fait gîter le bateau, et une force R anti dérive se développe au centre du plan anti dérive. Elles forment un couple de renversement dont le bras de levier est b . Ce couple s'équilibre avec le couple stabilisant formé par le poids P au centre de gravité du bateau, et la force de sustentation S au centre de carène décalé par la gîte et dont le bras de levier est a . Les forces R et S varient respectivement selon F et P . Dès lors, dans un système où l'on considère qu'un kilogramme poids est égal à un kilogramme force, la situation d'équilibre devient :

$$F \times b = P \times a \quad \text{et} \quad F = P \times a / b$$

Les valeurs de P , a et b dépendent essentiellement de la conception du voilier, leurs améliorations s'envisagent sur certains points :

P - Le poids total du bateau est limité par la capacité du volume des parties immergées; l'augmentation souhaitable de P est donc principalement subordonnée au volume de carène et au compromis entre la légèreté appréciée dans les vents faibles et à la raideur à la toile imposée par les fortes brises et le clapot.

a - Son augmentation est liée à trois points :

- l'allongement de la dérive,
- l'abaissement du centre de gravité,
- l'élargissement du plan de flottaison.

b - Sa diminution est envisageable par un abaissement du centre de voilure, notamment des hauteurs de guindant, c'est le choix du jeu de voile à l'instant de gréer; à noter que l'allongement de la dérive et de la profondeur de carène augmente la mesure de b , ce qui va à l'encontre.

MOMENT DE RENVERSEMENT ET MOMENT STABILISANT

La recherche des moments conduit à définir les mesures utiles à la stabilité transversale. Le moment d'un couple est le produit d'une force par un bras de levier.

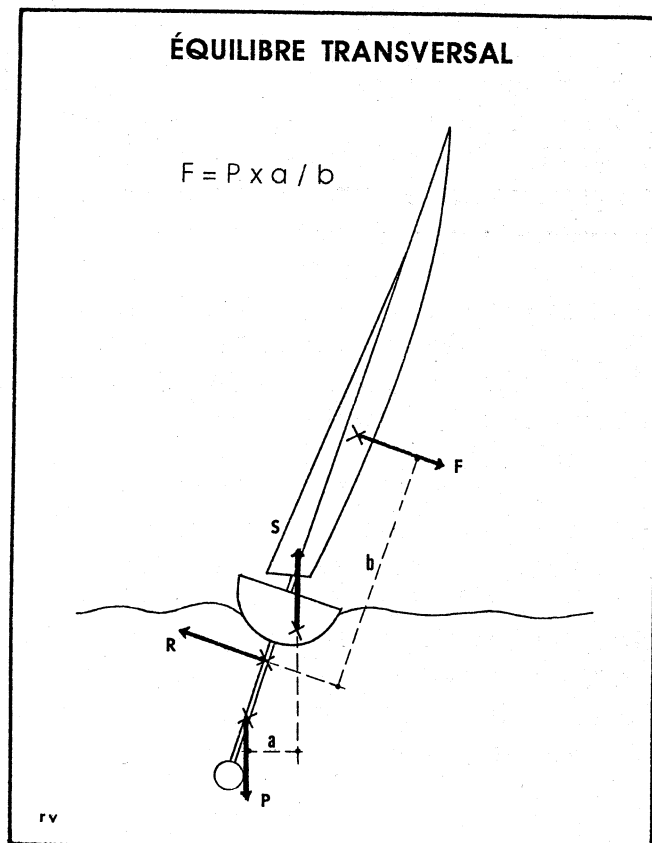
Deux mesures sont donc nécessaires pour le calcul d'un moment :

$P \times D = Mt$ (en grammes par centimètres)

- le poids P en grammes,
- le bras de levier D en centimètres

il est évalué par simplification sur le voilier entre la ligne de flottaison et le centre de gravité de l'élément considéré; l'unité normalisée est le Newton-mètre, guère pratique pour un voilier radiocommandé.

Tout moment situé au-dessus de la flottaison est calculé positivement, c'est un moment de renversement. En-dessous de la flottaison calculé négativement, c'est le moment stabilisant. Le total est nécessairement négatif.



LE CENTRE DE GRAVITÉ DU VOILIER

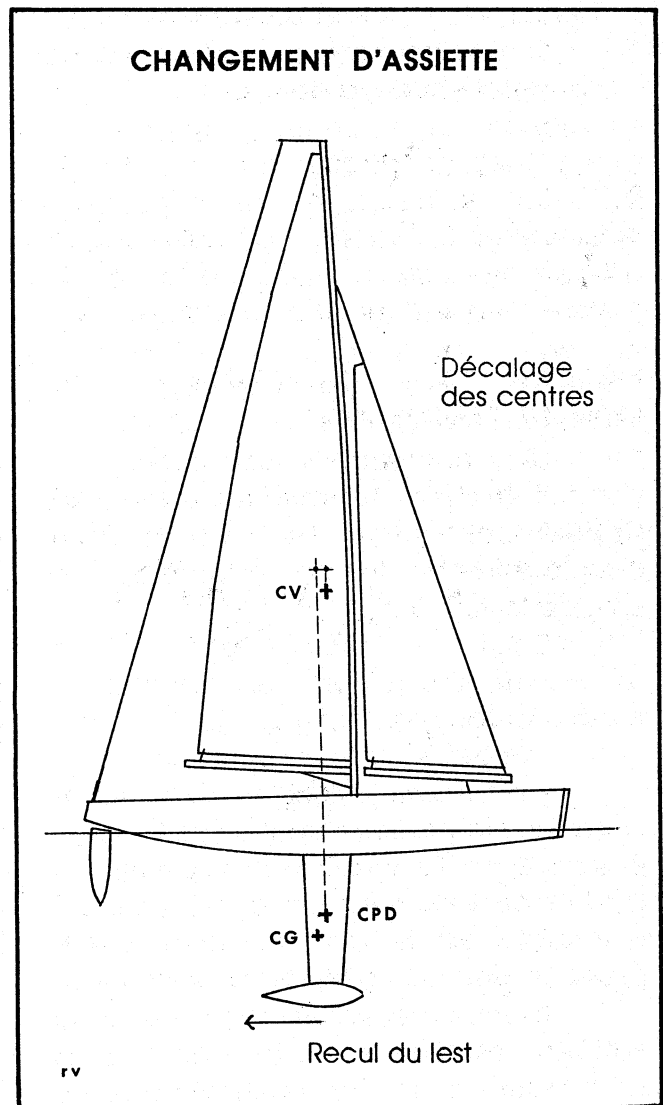
CENTRE DE GRAVITÉ, PROCÉDURE DE MISE EN ÉQUILIBRE :

- 1 Repérer la position de CG de chaque côté du pont et sous la coque, si nécessaire percer la dérive à \varnothing 2 mm au droit du CG, rebouchage au sintofer en fin de procédure.
- 2 Sur un sol horizontal, placer le bateau sur son ber ligne de flottaison horizontale.
- 3 Maintenir le lest sous la dérive avec de l'adhésif d'emballage.
- 4 Poser un niveau sur le pont, coincer la bulle, le CG du niveau sur le CG du bateau.
- 5 Passer un bout dacron 30 Kg autour de la coque sur les repères du CG et soulever le bateau, la bulle du niveau doit rester coincée entre ses repères.
- 6 Rechercher l'équilibre par déplacement du lest et repérer le bon emplacement de la dérive sur le lest.
- 7 Procéder à la fixation du lest sur la dérive.

Théoriquement le centre de gravité CG est à la verticale du centre de carène CC. Ceci est vrai lorsque le voilier est statique sur l'eau, mais dès qu'il évolue, l'assiette change, le bateau s'appuie sur l'avant, il engage une rotation autour de son centre de gravité, l'écart horizontal entre CV le centre de voilure et CAD le centre anti dérive augmente, le bateau devient plus mou.

Comment compenser ce changement d'assiette ? Tout simplement par un décalage du lest vers l'arrière de CC, de telle manière qu'en navigant le voilier retrouve sa ligne de flottaison et ses centrages. L'expérience a montré qu'en reculant le CG d'un voilier à gréement traditionnel de 5 à 7 mm et celui d'un gréement à balestron de 10 à 13 mm selon le poids du lest et par rapport à CC, le bateau retrouve ses lignes d'eau lorsqu'il navigue.

La recherche de cet équilibre se fait en dernier par le déplacement progressif du lest, avec le bateau complètement équipé : dérive, safran, récepteur, servos, accus, et gréement médium maintenu dans l'axe du bateau. Opérer à l'abri du vent en atmosphère calme.



LE RISQUE D'ENFOURNEMENT

A chaque chose malheur est bon, enfin presque... La situation fâcheuse de l'enfournement peut procurer quelque avantage ne serait-ce qu'en donnant de l'expérience par une recherche des causes du phénomène. On retrouve dans l'enfournement une situation dont le raisonnement reprend celui déjà évoqué dans l'équilibre transversal, mais cette fois-ci pour l'appliquer au longitudinal, et en y ajoutant une étude du vent, on établit une échelle d'utilisation des gréements.

En situation extrême au vent arrière, le voilier effectue une rotation autour de son centre de gravité. Cette modification de l'assiette entraîne une réduction de vitesse dès lors que l'étrave s'engage sous la surface de l'eau, jusqu'à se "planter" avec les conséquences que tous les adeptes du balestron connaissent bien et redoutent, c'est l'enfournement total...

Au vent arrière le voilier est soumis à la force F appliquée au centre de voilure, et à son déplacement s'oppose la résistance R de l'eau appliquée au centre des sections frontales maximales. L'action de ces deux forces opposées F et R provoque l'enfournement par une inclinaison du bateau vers l'avant du fait de l'écart b . La limite acceptable de l'enfournement va jusqu'à hauteur de l'étrave, l'eau arrivant au niveau du pont. Dans cette situation, le centre de carène avance et les forces de pesanteur P et de sustentation S se décalent selon l'écart a . Le couple de redressement qu'elles forment se maintient alors en équilibre pour compenser le couple F et R (S variant selon P , et R variant selon F).

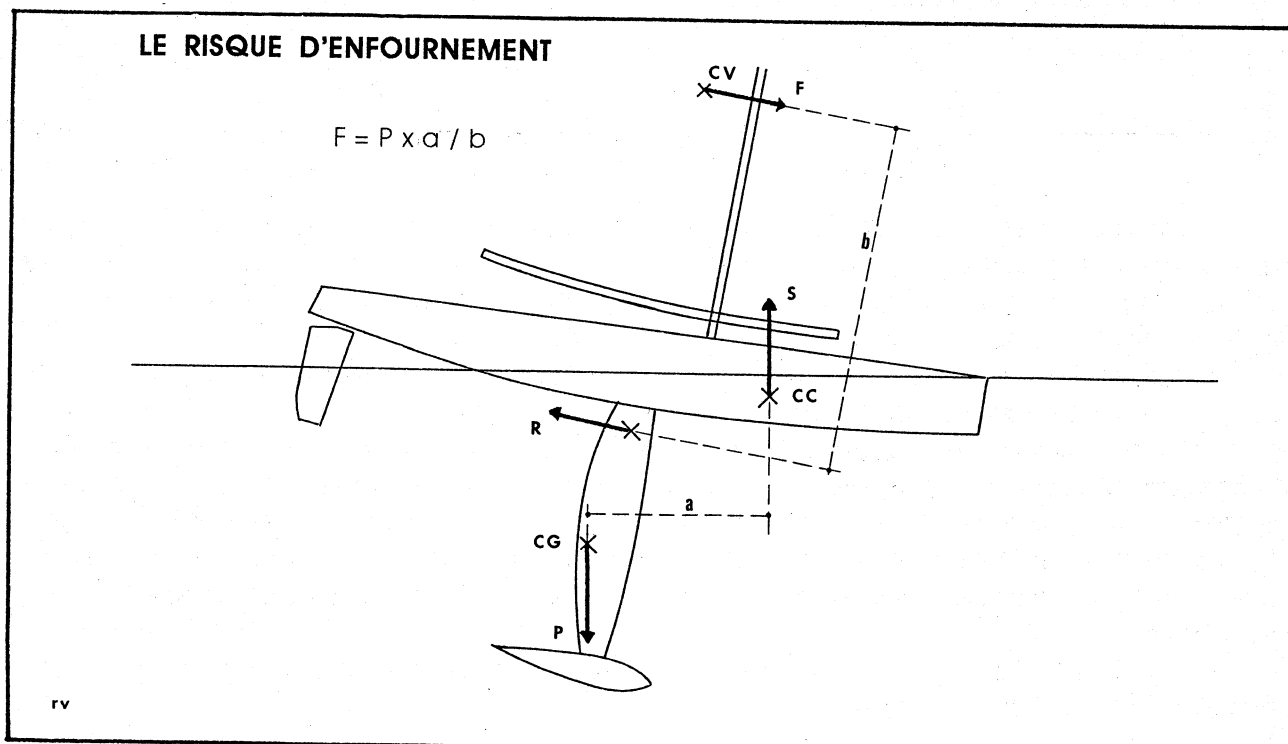
Ainsi nous retrouvons la situation d'équilibre $F \times b = P \times a$. La force F du vent et son action limite pour l'enfournement dépendent donc de la formule : $F = P \times a / b$.

Profiter au maximum du vent F dans les surventes suppose l'augmentation de P et de a , et la diminution de b .

P - Son augmentation par le poids du lest est limitée par le volume des parties immergées notamment celui de la carène.

a - L'augmentation peut se faire en reculant le point d'application de P ce qui donne un volume arrière important ; en contre partie les lignes avant de carène sont plus élancées avec au-dessus de la flottaison une augmentation de volume par des sections en V ou en U très ouverts de façon à déplacer CC le plus possible vers l'étrave.

b - La diminution de b c'est surtout l'abaissement du centre de voilure par le choix des voiles au moment de gréer qui s'impose.



ANALYSE DE LA STABILITE TRANSVERSALE

Chacun peut établir le tableau d'équilibre transversal de son bateau, c'est à première vue un alignement de chiffres paraissant rébarbatif. Seulement voilà, il s'agit d'avoir une idée juste de l'importance de chaque élément du bateau pour satisfaire les conditions d'abaissement du centre de gravité et celle d'un meilleur pourcentage de lest, garants de "la puissance du bateau". Par exemple, il existe des récepteurs radio pesant 60 g et d'autres 35 g pour un même service. Ces 25 g d'allègement paraissent peu sur le poids total, mais ajoutés à ceux grapillés ailleurs, l'addition est payante. Un gain de 100 g dans les structures et ajoutés au lest, est sensible sur la vitesse.

Dans la chasse aux grammes, une seule limite : la fragilité due à un gain excessif. L'objectif reste la fiabilité, l'utilisation du bateau se faisant sans défaillances dans des conditions normales de navigation, de transport ou de manutention. Quoi de plus désagréable d'arriver au bord du plan d'eau et de ne pas pouvoir mettre le bateau à l'eau en raison d'un incident mineur ? Solide sans plus ni moins, un juste milieu conciliant légèreté et efficacité, pas toujours compatibles.

Le tableau démontre les incidences sur la stabilité par les variations des moments d'un classe M gréé successivement avec les gréements A, B, B1. Les écarts de 130 g de B à B1 et de 29 cm sur le bras de levier, abaissent de 4,1 cm le centre de gravité et augmentent le pourcentage de lest de 2 %.

EQUILIBRE TRANSVERSAL (en gramme / centimètre)										
	RENVERSEMENT			STABILISATION				TOTAL	CG en cm	% Lest
	Gréement	Coque	Accus	Safran	Dérive	Lest				
Poids	A 290	655	130	45	155	3 300	4 575			
Distance	76	2	2	- 10	- 20	- 52		- 33,1	72,13	
Moment	22 040	1 310	260	- 450	- 3 100	-171 600	-151 540			
P	B 370	655	130	45	155	3 300	4 655			
D	59	2	2	- 10	- 20	- 52		- 32,6	70,9	
Mt	21 830	1 310	260	- 450	- 3 100	-171 600	-151 750			
P	B1 240	655	130	45	155	3 300	4 525			
D	30	2	2	- 10	- 20	- 52		- 36,7	72,9	
Mt	7 200	1 310	260	- 450	- 3 100	-171 600	-166 380			

Dans l'analyse du tableau, les deux colonnes de droite sont à surveiller attentivement. Le centre de gravité est obtenu par le rapport entre le total des moments et le poids total du bateau, exemple : $- 166\,380 / 4\,525 = - 36,7$ cm. Le pourcentage de poids du lest est en rapport du poids total : $3\,300 / 4\,525 \times 100 = 72,9\%$.

Modifier les données du tableau devient un jeu lorsqu'on envisage une modification sur le bateau, le résultat apparaît rapidement s'il est bénéfique à la position de CG qui doit baisser, et du pourcentage de lest qui doit augmenter. Changer le type de batterie d'accus ou de poids de lest entraînent des conséquences que l'on peut quantifier et comparer avant même de les réaliser. Un transfert de poids de 50 g du renversement vers la stabilisation améliore le pourcentage de lest de 1 % dans l'équilibre pris en exemple, le poids total ne changeant pas. Voilà encore du travail intéressant en perspective.

La classe 1 mètre ne peut que constater les limites draconiennes l'empêchant d'améliorer la stabilité transversale.

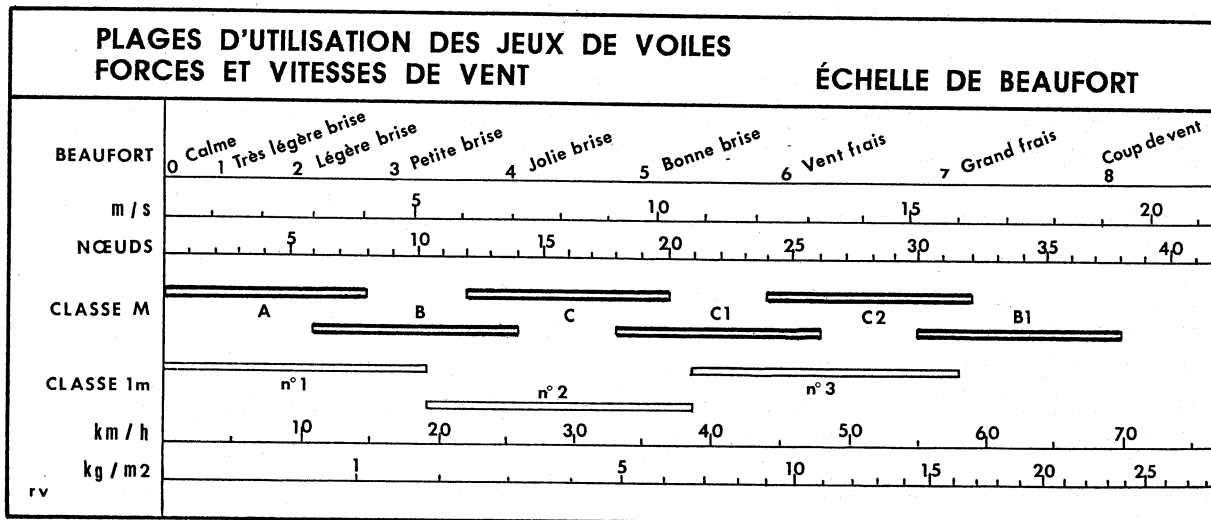
OBSERVER LE VENT ET CHOISIR LES VOILES

Chaque plan d'eau a ses particularités en fonction de son environnement, de la force et de la direction du vent, particulièrement ceux où évoluent les voiliers radiocommandés. Les vitesses de vent publiées par la météo sont mesurées à une hauteur de 10 mètres et classées selon l'échelle de Beaufort. A l'intérieur de cette couche, le vent varie d'intensité, ce que l'on appelle le gradient de vent, il diminue considérablement à hauteur des centres de voilure des VRC. L'anémomètre est alors un auxiliaire très utile pour définir les limites d'utilisation des gréements.

En classe M, une longue pratique a montré qu'en mesurant le vent sur les pontons, à une hauteur de 2 mètres au-dessus d'un plan d'eau, les plages d'utilisation des voiles étaient de 8 nœuds pour un éventail de 6 jeux, chaque voile ayant un recouvrement de 2 nœuds sur les autres. Il est apparu que les vitesses exprimées en nœuds étaient facilement mémorisables et qu'un nombre de 6 jeux de voiles couvraient correctement des forces de vent de 0 à 8 Beaufort c'est-à-dire jusqu'à 38 nœuds. La conversion des forces de vent en vitesses se lit sur l'échelle Beaufort. Dans les conditions de vent maximum propre à chaque jeu de voiles, le bateau atteint en navigation au près une gîte jusqu'à 45°. Ce vent maximum est aussi la limite où au vent arrière le risque d'enfournement est atteint avec une étrave de 100 mm.

Les voiliers de classe 1 mètre sont confrontés aux mêmes forces de vent avec seulement 3 jeux de voiles à surfaces imposées ainsi que la stabilisation. Les plages d'utilisation des voiles sont théoriquement doublées. Ils ont en compensation de la faiblesse du moment stabilisant, une largeur confortable de maître bau, un foc de grande surface amuré sur le pont et un centre de carène reculé, ce qui caractérisent les voiliers à gréements traditionnels. Ils n'en reste pas moins vrai que ces bateaux naviguent souvent en survente avec en conséquences une forte gîte et le risque d'enfournement.

Les classes M à voilures traditionnelles ou à balestron bloqué ont tendance à exploiter les jeux de voiles à des forces de vent supérieures car le risque d'enfournement est moindre. Mais cette théorie est cependant perturbée par une gîte excessive au près entraînant pertes de cap et de vitesse. Et comme au vent arrière l'augmentation de la surface des voiles et de la hauteur du centre de voilure favorisent le risque d'enfournement, il est pratiquement d'aucun intérêt d'allonger la plage d'utilisation des voiles.



LE RÉGLAGE DES VOILES

PDF Compressor Free Version

Le premier réglage se fait en atelier, au calme. Là on s'assure qu'elles se présentent sans plis, avec les creux souhaités. Pas d'illusions, les creux d'une voile de VRC ne sont pas ou peu modifiables par les réglages, ils sont ceux que la confection leur a donné. Une voile creuse ne sera jamais plate et une voile plate ne sera jamais creuse correctement.

Il est important d'imaginer la circulation de l'air sous le vent des voiles. Dans le réglage des deux voiles, il faut favoriser le déséquilibre des pressions entre extrados sous le vent et intrados au vent des profils. Le couloir entre le foc et la grand-voile doit accélérer l'air sans pour autant constituer un bouchon d'obstruction. Le rendement de l'ensemble foc grand-voile dépend de leur positionnement l'une par rapport à l'autre, le principal étant d'avoir un écoulement régulier sous le vent des voiles là où se crée la force vélique.

PROCÉDURE DE RÉGLAGE DES VOILES

- 1 Pataras : le tendre de manière à faire passer la voile sous le mât dans la partie centrale du guindant pour un meilleur rendement.
- 2 Point d'amure de grand-voile : régler modérément la tension du guindant de manière à ne pas aplatir l'attaque du profil, supprimer les plis éventuels sans plus.
- 3 Point d'écoute de grand-voile : réglage du creux et du dévers ; la mesure maximum du dévers se situe à hauteur du point de drisse de foc, faire déverser la voile d'environ 50 mm.
- 4 Reprise des réglages si nécessaire, agir avec méthode en repartant du 1 et à petites doses ; s'assurer que le passage bâbord-tribord se fait bien.
- 5 Point de drisse du foc : gréement de petit temps, régler la tension de l'étal.
- 6 Point de drisse du foc : tendre le guindant de foc modérément, juste ce qu'il faut pour faire disparaître les plis éventuels.
- 7 Point d'écoute de foc : régler le creux du profil.
- 8 Balancine de foc : agir pour avoir le dévers de la chute, les chutes de foc et de grand-voile doivent être sensiblement parallèles, contrôler en se plaçant derrière les voiles.
- 9 Ouverture du foc : Le couloir entre le foc et la voile est d'environ 50 mm, il dépend du creux donné aux profils du foc et de la grand-voile ; quelques essais en navigation préciseront la position de rendement optimum.
- 10 Reprise des réglages, agir doucement s'il en est besoin et méthodiquement.
- 11 Avant de mettre le bateau à l'eau, les voiles seront bordées et réglées en les présentant au vent qui leur convient, la procédure de réglage étant toujours la même. Les voiles demandent beaucoup de soins, autant en les manipulant qu'en navigation, les laisser faser au vent c'est les soumettre à un régime de vibrations destructrices tout comme les fortes surventes qui n'ont rien de bon et abrègent leur durée de vie.

PARACHEVER LES RÉGLAGES

Après les tests de réglage sur l'eau, les éventuelles interventions sur le bateau se font finement et avec beaucoup de minutie, en procédant par des modifications millimétriques. Agir en toute connaissance de cause, noter et tester chaque modification de manière à ne pas s'embrouiller.

INTERVENTIONS SUR LES RÉGLAGES		
ACTION	SI LE VOILIER EST ARDENT	SI LE VOILIER EST MOU
Sur le centre de voilure	Avancer le mât	Reculer le mât
Sur le centre anti dérive	Augmenter la surface du safran	Diminuer la surface du safran
Sur le foc	Augmenter la surface	Diminuer la surface
Sur la grand-voile	Diminuer la surface	Augmenter la surface

Une modification de la surface de foc s'accompagne normalement d'une modification de la surface de grand-voile, la surface totale restant la même.

Un voilier devient ardent ou mou si la mesure horizontale entre le centre anti dérive et le centre de voilure varie. Modifier cet écart, c'est déplacer l'un ou l'autre de ces centres.

Dès que le mât est bougé, que se soit au pied sur la crémaillère, par l'étambrai, dans le boîtier ou le tube, que se soit en tête par le pataras ou l'étai de foc, le centre de voilure se déplace. C'est pourquoi il est particulièrement avantageux d'avoir des réglages bien repérés et supprimer tous les taquets et ridoirs perturbateurs sur le pataras (sauf sur balestron), l'étai et l'étambrai, le voilier réagissant à toute modification de quête du mât.

Il est évident que plus l'écart entre les centres de voilure des différents jeux de voiles est faible, cas des voiliers à balestron dont le centre de carène est avancé, plus le réglage est pointu ; plus l'écart est grand, plus le réglage est tolérant, c'est la cas généralement des voiliers à gréements traditionnels dont le centre de carène est reculé.

Modifier la position du centre anti dérive se fait facilement en agissant sur la surface de safran plutôt que sur la dérive, le travail est quand même moindre. Là encore des précautions sont à prendre, un petit calcul montre qu'une augmentation ou une diminution de 10 % de la surface de safran déplace le centre anti dérive d'environ 5 mm sur un classe 1 mètre et d'environ 6 mm sur le classe M, c'est beaucoup. Le centre recule si on augmente la surface, le voilier devient mou. Le centre avance si on diminue la surface, le voilier devient ardent. Se contenter d'une modification de 5 % de la surface du safran semble raisonnable.

Entreprendre de revoir les surfaces de foc ou de grand-voile est encore plus délicat, il faut jouer sur très peu dans les mesures. Enlever une bande de 5 mm sur la chute de grand-voile du jeu médium déjà calculé pour un classe M au chapitre "Voiles", c'est avancer le centre de voilure de 2 mm, le bateau sera moins ardent. Recouper la chute, c'est diminuer la surface totale dans le cas présent de 4 625 mm², si l'on ajoute cette surface à celle du foc, l'avancement du centre de voilure est de 6 mm !

MISE A L'EAU DU VOILIER, ULTIMES RÉGLAGES

Le but est d'avoir la confirmation que le suivi minutieux des principes d'équilibre et de réglage des voiles aboutissent à "un voilier bien dans ses lignes" et performant, il est normalement légèrement ardent quand le vent fraîchit. A cela quelques rappels :

- a) l'alignement parfait dans l'axe vertical du bateau, du mât, de la dérive, du safran,
- b) l'alignement vertical du CV du jeu de voiles médium sur CPD,
- c) l'étagement correct des centres de voilure,
- d) le montage du gouvernail sans jeu mécanique,
- e) la portée radio suffisante, accus émission et réception chargés.

Les tests de réglage se font avec le gréement médium pour commencer, sur un plan d'eau calme où le vent est le plus régulier possible en direction et en force.

À terre toujours présenter le voilier face au vent, voiles choquées.

TEST DE RÉGLAGE DU BATEAU AU PRÈS

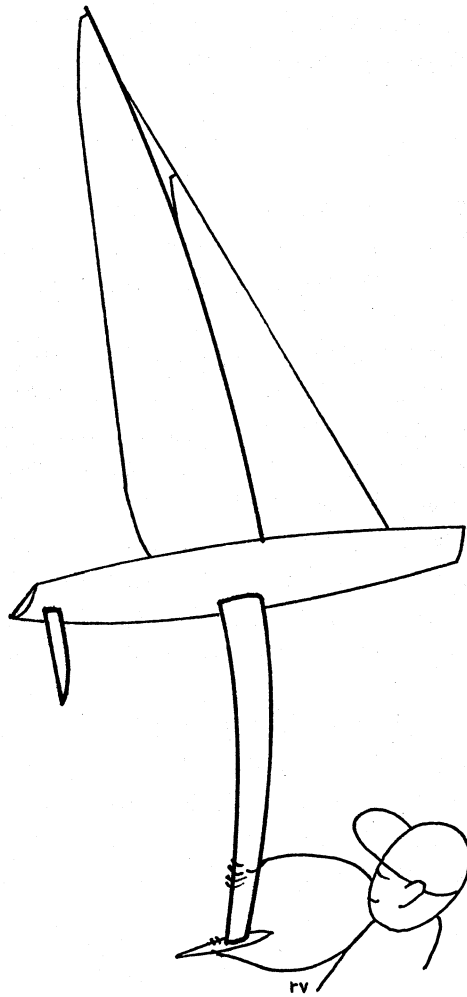
- 1 Mettre le bateau au près sur un bord et le laisser naviguer sans toucher aux manches de commande.
- 2 Le bateau modifie sa route, corriger au trim de façon à ce qu'il conserve son cap en serrant le près, sans intervention sur les commandes.
- 3 Rechercher la correction du trim sur l'autre bord.
- 4 Répéter plusieurs fois ce test sur les deux bords.
- 5 Repérer les positions du trim ; le point zéro est au milieu des deux repères et pas obligatoirement en face du zéro indiqué sur le boîtier de l'émetteur.
- 6 Repérer sur la coque la position du safran au point zéro

La correction au trim est nécessaire quand le voilier navigue au près dans une vitesse de vent fraîchissant, correspondant à la moitié supérieure de la plage d'utilisation des voiles. Le voilier a alors tendance à lofer, c'est normal, la correction le fait légèrement abattre. Ce n'est pas un handicap, au contraire le voilier se déplaçant en dérivant sous le vent, à l'arrière de la dérive les filets d'eau sont déviés et viennent frapper latéralement le safran. En corrigeant la position du safran on le place dans l'axe des filets d'eau, d'où un gain de vitesse.

Si l'écart entre les repères du trim est de plus de 5 mm, et la correction du safran de plus d'un degré et demi de part et d'autre du point zéro repéré sur la coque, c'est une remise en cause de l'équilibre longitudinal qu'il faut envisager. Dans ce test de navigation au près, trois comportements du voilier sont possibles :

- il tient son cap, il lofe doucement dans les adonnantes, le réglage est bon,
- il lofe jusqu'à se mettre face au vent, il est ardent, le réglage est à revoir,
- il abat et s'écarte du lit du vent, il est mou, le réglage est à revoir.

Avant toute intervention dans l'hypothèse d'opérer des modifications, vérifier à nouveau les positions d'équilibre de tous les éléments du bateau. C'est dans ces moments-là que l'on apprécie ses connaissances des centrages, l'intervention qui s'en suivra sera sûre et précise. Choisir une action sur l'un des éléments du tableau ci-contre et reprendre le test de réglage.

PDF Compressor Free Version

Je ne savais pas que le carbone poussait si vite !!!

TEST D'APTITUDE AU VIREMENT DE BORD

L'aptitude d'un voilier radiocommandé à virer de bord est une préoccupation majeure pour le pilote. En VRC les viréments de bord sont fréquents et une perte de vitesse dans la relance est mal acceptée. L'influence de la verticalité de la dérive, de la forme de carène ou du safran et de son profil, a déjà été évoquée au moment de leur construction. Il reste à vérifier cette aptitude, et si besoin est de peaufiner les réglages des voiles.

Toujours sur l'allure de près et gréé médium dans un vent régulier ni trop faible ni trop fort, dès que le voilier a pris son cap et sa vitesse, virer de bord franchement mais sans brutalité. Exécuter une série de virement de bord tous les deux mètres, si le voilier ne perd pas de vitesse après une dizaine de fois, c'est tout bon ! Refaire le test plusieurs fois en manœuvrant bien arrondi et sans à-coups.

Si la relance n'est pas satisfaisante, creuser un peu plus le foc. Essayer. Reprendre un peu le dévers de grand-voile, essayer. Agir doucement sur l'ouverture du foc. En fait c'est un compromis de ces réglages qui assurent la réussite du test.

A PROPOS DE PILOTAGE

Les deux tests réussis, voilà le bateau équilibré et réglé, prêt à affronter le vent dans de bonnes conditions. Il reste à acquérir toute la finesse du pilotage pour lequel tous les écrits n'auront pas l'équivalent des heures passées émetteur en mains et bateau sur l'eau lorsque le temps est propice.

Beaucoup d'attention et de concentration sont nécessaires au pilotage, un œil sur le bateau, un œil sur ce qui l'entoure, un pouce sur la commande des voiles, un pouce sur la commande de barre. Dans la tête il n'y a que le voilier, rien d'autre. Le pilotage est la dernière action pour faire du cap, de la vitesse, des accélérations et éviter l'enfournement. Un objectif pour le pilote : devenir meilleur que le bateau !

Commander ou radiocommander, c'est prévoir. L'œil qui observe l'environnement est l'avertisseur de l'événement futur, une risée, une adonnante, un autre voilier, une rive... L'autre œil constate l'exécution des ordres reçus, car entre les deux la tête a analysé, pris la décision, les pouces ont réagi, et le bateau a réceptionné et manœuvré. Vraiment rien n'est simple !

Vous l'avez compris, plus l'événement est constaté tôt, plus la manœuvre est juste et efficace... Ce qui en somme, dépend des aptitudes... et de l'âge du capitaine !

Les efforts se porteront alors sur le besoin de "faire courir" le bateau, sans jamais l'arrêter, conserver sa vitesse, piloter en douceur et toujours veiller au maintien des notions d'équilibre et de stabilité spécifiques au voilier radiocommandé.

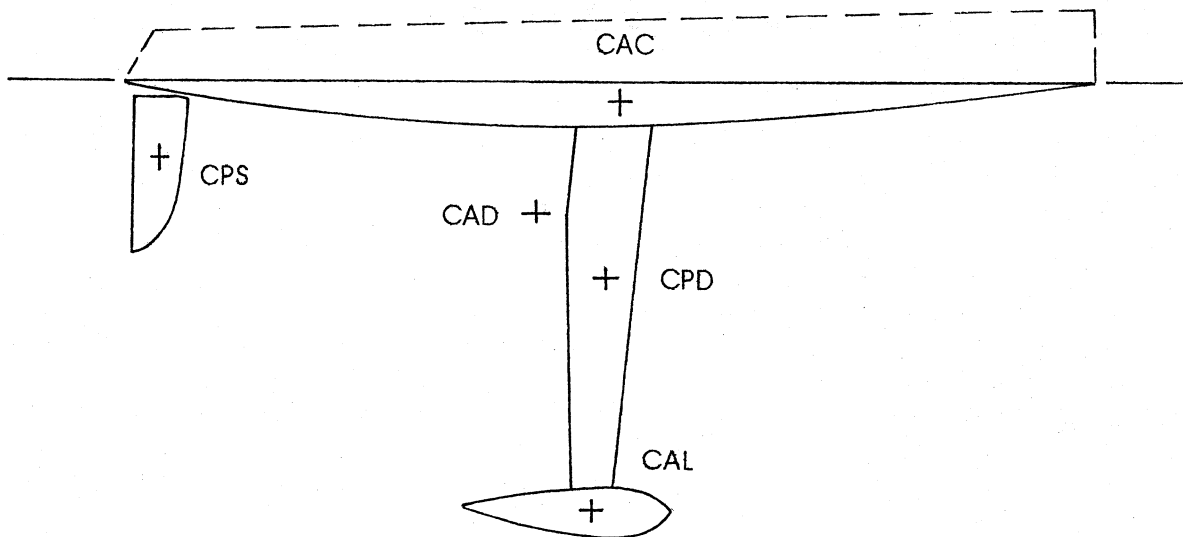
*

*

*

CENTRES DES PLANS ANTI DÉRIVE

PDF Compressor Free Version

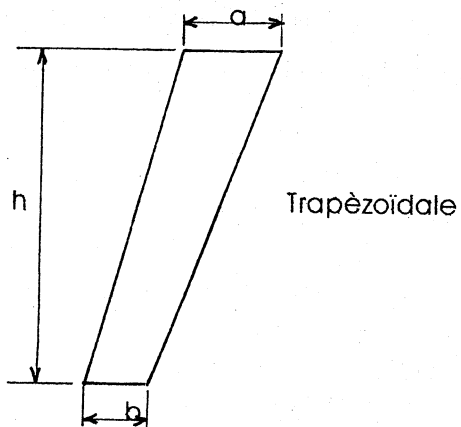
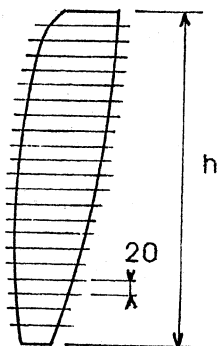


IV

SURFACES

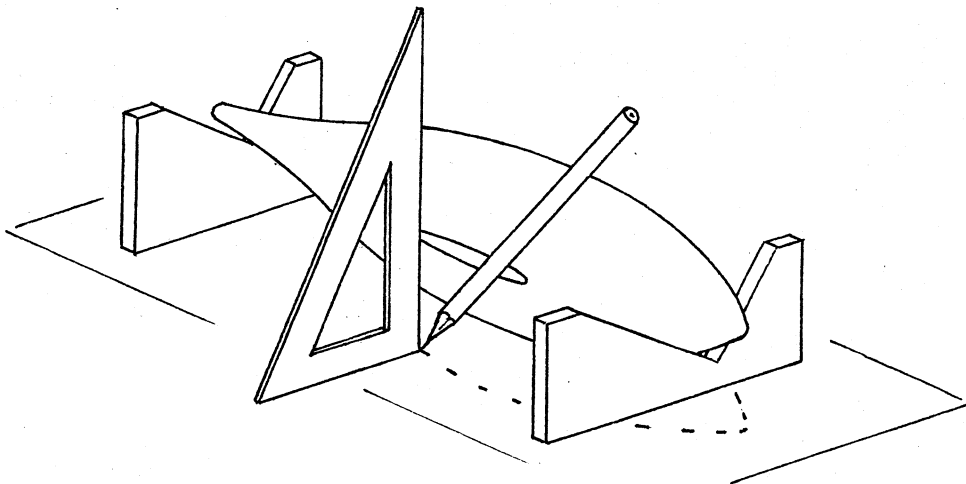
Contours courbes

Méthode des trapèzes



IV

RELEVÉ DE LA FORME DU LEST



IV

PDF Compressor Free Version

ANNEXE 1

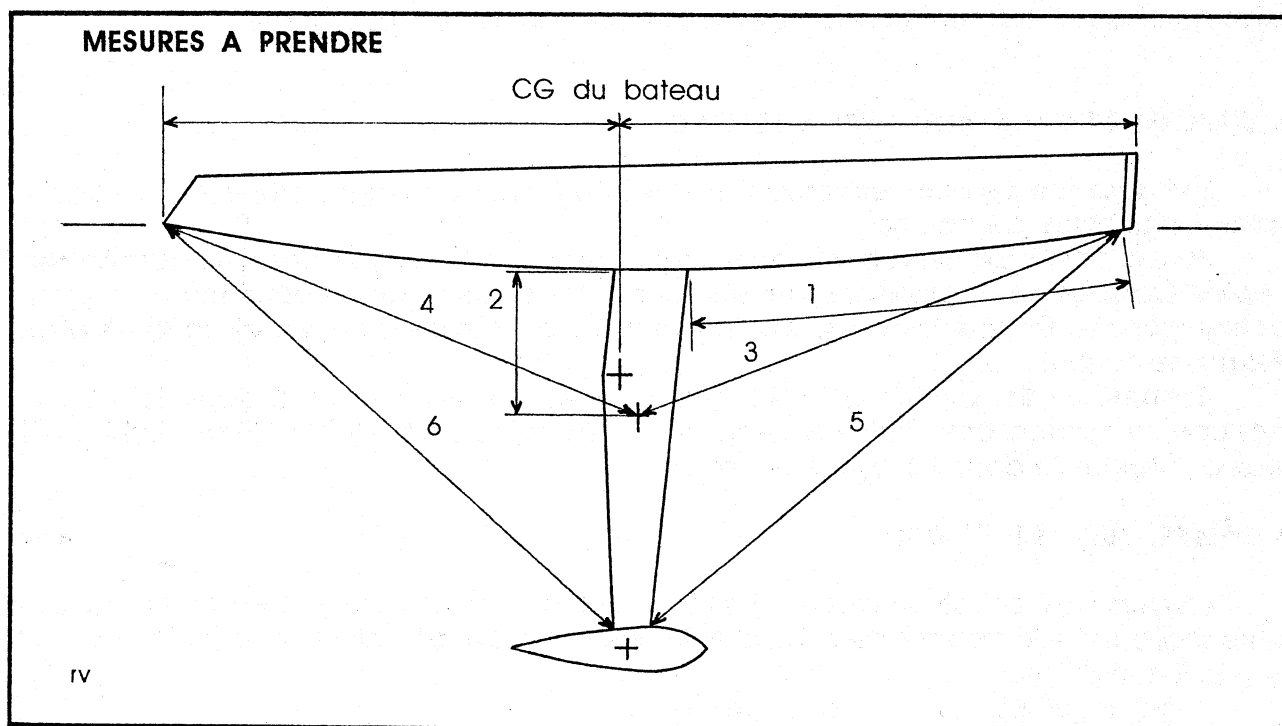
CHANGEMENT DE DÉRIVE

2 0 0 1

REPLACER UNE DÉRIVE A L'IDENTIQUE

Dans ce cas là, pas de gros problème, il suffit de noter quelques mesures pour resituer au millimètre près la nouvelle dérive. Deux points doivent rester à la même place : CPD et le centre de gravité du lest CG. Rechercher CPD et le situer sur la dérive, ensuite :

- 1 - mesurer sous la carène entre l'avant de la dérive et le bas de l'étrave,
- 2 - " verticalement de CPD jusqu'au dessous de la carène,
- 3 - " de CPD jusqu'au bas de l'étrave,
- 4 - " de CPD jusqu'au bas du tableau.
- 5 - " du bas de l'étrave jusqu'au lest, devant la dérive,
- 6 - " du bas du tableau arrière jusqu'au lest derrière la dérive,
- 7 - positionner la nouvelle dérive en respectant toutes ces mesures.



REPLACEMENT D'UNE DÉRIVE, FORME DIFFÉRENTE, MÊME SURFACE

Commencer par repérer le CPD existant par trois mesures comme ci-dessus. Repérer le centre de gravité CG du bateau (page 237).

Sur la nouvelle dérive, situer l'ancien et le nouveau CPD, les aligner verticalement ligne de flottaison horizontale (page 236).

Resituer le lest en vérifiant la position du CG. Veiller à ce que la dérive ne soit pas contrainte au vrillage par un lest trop déporté (page 110).

CONSERVER L'ÉQUILIBRE DU VOILIER

Dans la pratique, deux processus de recherche sont proposés, l'un destiné aux modélistes peu exigeants se contentant d'une approximation par une solution rapide, l'autre apportant un maximum de précision pour les modélistes pointilleux.

Une augmentation de surface de la dérive, en conservant le safran, a pour conséquence un déplacement vers l'avant de CAD. Par la diminution de l'écart horizontal entre CAD et les centres de voilure CV, le bateau devient ardent. Il est donc impératif de respecter l'alignement vertical des anciens et des nouveaux CAD et CPD (pages 22, 232, 233 et 236) pour ne pas remettre en cause tout l'équilibre du voilier.

Quelles que soient les raisons d'un changement de la dérive ou du safran, l'opération est délicate, il est indispensable de prendre quelques précautions, essentiellement les repères, si on veut conserver le bon équilibre du bateau.

Les repères se situent sur le plan longitudinal :

- le centre du plan anti dérive de carène CAC,
- le centre du plan de dérive CPD,
- le centre du plan du lest CAL,
- le centre du plan de safran CPS,
- le centre anti dérive du bateau CAD.

Les précautions à prendre doivent éviter tout déplacement longitudinal de CAD, fortement influencé par la position et la surface de la dérive, et en moindre importance par la surface du safran et la position de son centre.

Les premières opérations à effectuer avant toute modification sur le bateau existant consiste à repérer le centre de gravité du bateau, à calculer les surfaces anti dérive de chaque élément concerné et repérer les centres de ces surfaces.

LA CARÈNE, SURFACE ANTI DÉRIVE ET CAC

En l'absence de plan, effectuer un relevé de forme (voir pages 230 et 231) et tracer le plan longitudinal de carène.

Pour le calcul de surface anti dérive de carène, préciser sur le dessin la position des couples. Calculer en additionnant les surfaces entre couples, en les considérant comme des triangles et des trapèzes, auxquels on ajoute 1% pour le supplément de la courbe du dessous de carène.

Rechercher la position de CAC par la méthode d'équilibre (pages 22 et 23). Découper la surface anti dérive à l'échelle 1/4 dans un bristol (genre intercalaire pour classeur, disponible dans les rayons papeterie).

LA DÉRIVE, SURFACE ET CPD

La dérive est en fait un plan anti dérive dont la surface à prendre en compte est la partie située entre le dessous de carène et le dessus du lest. Le calcul de la surface se fait selon la forme du plan :

- rectangulaire : $a \times h = S$
- trapézoïdal : $0,5 \times (a + b) \times h = S$
- contours courbes : méthodes des trapèzes (pages 16 et 17).

La recherche de CPD se fait par équilibre ou gravité (pages 22 et 23). Découper la forme à l'échelle 1/2.

LE LEST, SURFACE ET CAL

Reproduire le dessin de la forme longitudinale du lest sur un bristol, découper et rechercher CAL par équilibre, noter aussi la position du centre de gravité du lest CG.

Calculer la surface anti dérive par la méthode des trapèzes (pages 16 et 17).

LE SAFRAN, SURFACE ET CPS

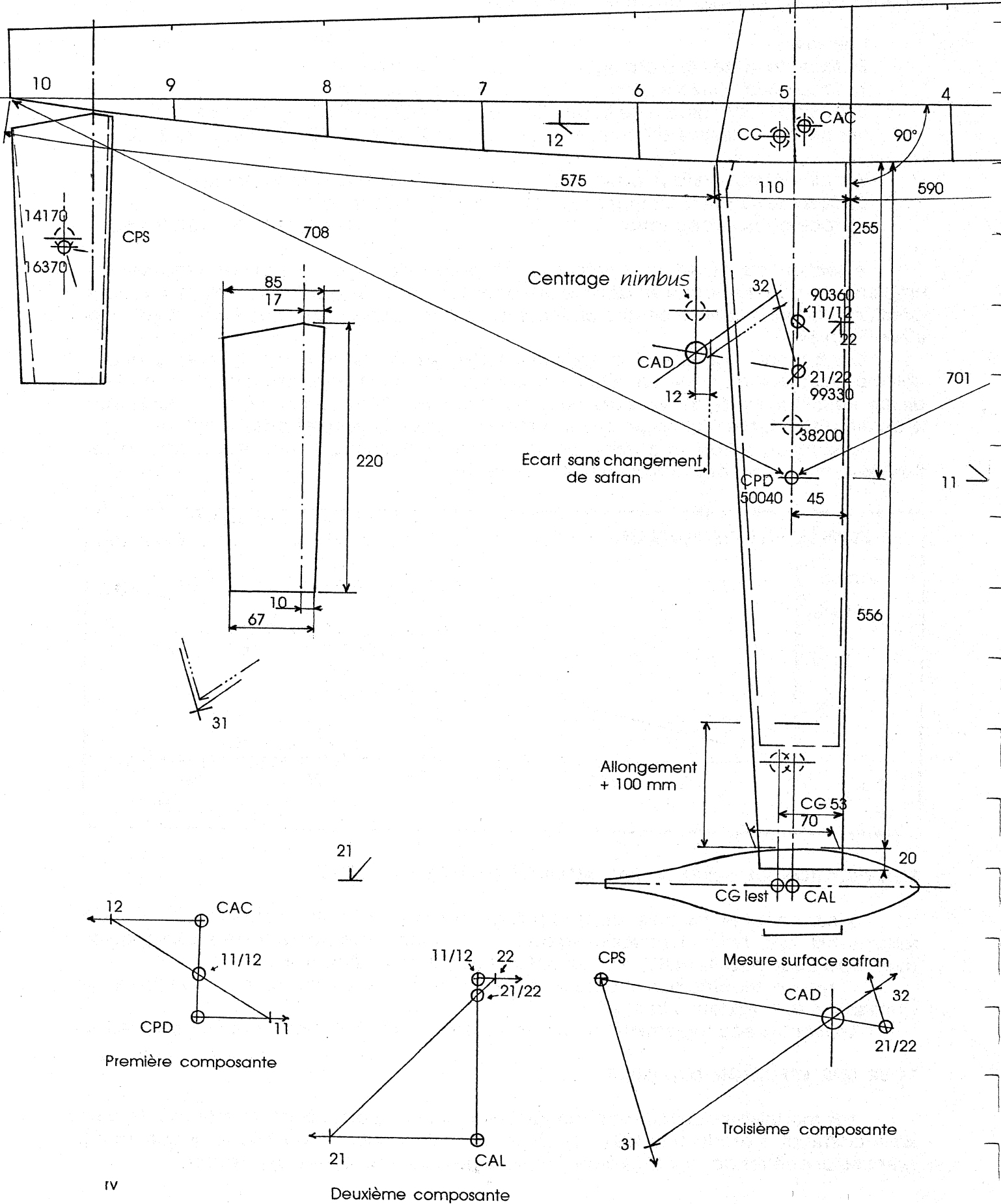
Le centre CPS est déterminé par équilibre ou gravité (pages 22 et 23). Le calcul de la surface est identique à celui de la dérive.

Une modification de surface de la dérive entraîne normalement une modification de surface du safran.

nimbus bis

PDF Compressor Free Version

Dérive PG MODÉLISME



NOUVELLE DÉRIVE ET NOUVEAU SAFRAN, LA SOLUTION RAPIDE

Le graphique ci-dessous donne la correspondance du supplément de surface du safran par rapport au supplément de surface de la dérive. Ces suppléments sont exprimés en pourcentage et s'appliquent à tous les cas.

Exemple :

Surface de la dérive à changer : 41605 mm²

Surface de la nouvelle dérive : 50758 mm²

Supplément de surface de la dérive : 50758 - 41605 = 9153 mm²

Supplément exprimé en pourcentage : 9153 / 41605 = 0,2199 soit + 22 %

Supplément de surface pour le safran : + 11 % (voir le graphique)

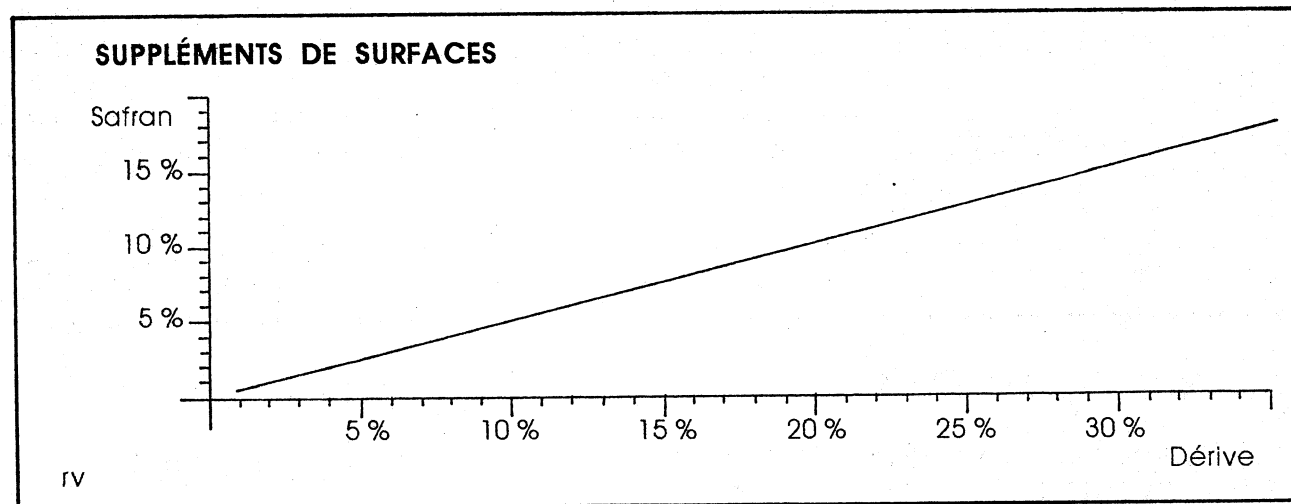
Surface du safran à changer : 14153 mm²

Surface du nouveau safran : (14153 x 0,11) + 14153 = 15709 mm²

Attention au dessin du contour de la dérive de façon à pouvoir retrouver les emplantures dans la coque et dans le lest dont le centre de gravité ne doit pas bouger longitudinalement, veiller à ce que la dérive ne soit pas soumise au vrillage par un lest trop déporté (p 110).

Commencer par repérer la position de CPD sur la dérive à changer, en prenant trois mesures : sous la coque en vertical, puis jusqu'à l'étrave et ensuite jusqu'au tableau arrière. Pour la nouvelle dérive, s'assurer que son centre CPD soit sur la même verticale que le centre de la dérive à changer en reportant les mesures prises précédemment.

Quand au safran, la position de la mèche conditionne la nouvelle forme, vérifier l'alignement vertical des CPS anciens et nouveaux.



MODIFICATION DE SURFACE PAR ALLONGEMENT DE LA DÉRIVE

Il est en effet possible aujourd'hui de trouver dans le commerce, à un prix raisonnable, des dérives longues et rigides, en carbone moulé, polymérisées sous pression avec post-cuisson (p 82 et 83), respectant la forme d'un profil mince.

C'est un incontestable progrès exploitable sur le classe M pour améliorer la stabilisation et la raideur à la toile.

Le tirant d'eau réglementé du classe 1 mètre interdit tout allongement de la dérive.

POUR UNE PRÉCISION MAXIMUM

Les modélistes pointilleux ne ménageront pas leur peine, ils travailleront sur le plan longitudinal du bateau à modifier (p 230 et 231), à l'échelle 1 ou 1/2, sur lequel seront précisés les centres de tous les éléments concernés : carène, dérive, lest, safran.

ALLONGER LA DÉRIVE, OUI MAIS ...

Pour des raisons de résistance des matériaux (pages 118 et 119), l'allongement de la dérive entraîne systématiquement une augmentation de la surface mouillée et un abaissement sensible du centre de gravité du bateau, ceci pour une amélioration du moment stabilisant si l'on conserve le même poids de lest (page 239).

On peut donc penser à une augmentation des performances malgré des résistances de forme et de frottement plus importantes (page 95), ainsi qu'un supplément de poids. La compensation positive de ces augmentations venant d'un meilleur rendement vélique, par une raideur à la toile accrue, et proportionnel à la force du vent.

Oui mais ...

Il semble que cet accroissement n'apparaisse qu'au-delà d'un vent de force 2, et qu'en dessous de ce vent là, l'accroissement est nul, voire négatif entre 0 et 1 Beaufort. Il y a donc devant ce constat un besoin d'analyse de la situation.

POIDS ET SURFACE MOUILLÉE

L'influence négative du poids se manifeste dans l'inertie du bateau et sa résistance à l'accélération particulièrement sensible dans les petits airs, la résistance au frottement agissant à la décélération, à un moment où le bateau pourrait bénéficier d'une vitesse acquise due à l'énergie cinétique accumulée par son poids.

Notons que l'augmentation de poids de la dérive et du safran influence la ligne de flottaison qui remonte un peu, le bateau s'enfonce très légèrement.

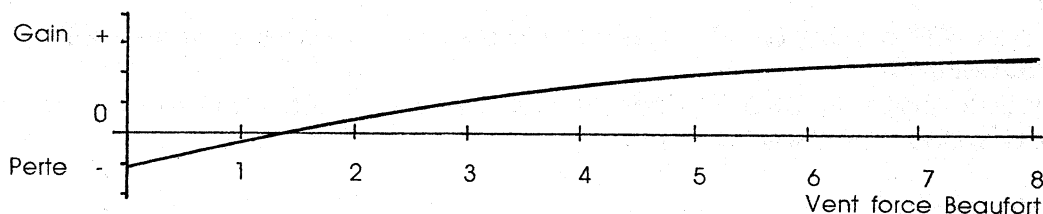
La surface du plan de flottaison d'un classe M est d'environ 17 dm², un petit calcul montre qu'il faut alors un poids de 170 grammes pour faire varier la flottaison de 1 mm : (1700 cm² x 0,1 cm = 170 cm³ = 170 g).

Un allongement de dérive de 100 mm pèse environ 30 g, le safran quelques grammes en plus, et un éventuel puits de dérive 30 g (adopté en raison de l'encombrement d'une dérive longue), soit un total de 30 + 30 = 60 g. L'influence sur la flottaison est alors de ± 0,35 mm, soit 900 mm² environ sur la surface mouillée.

On peut donc conclure que le supplément de poids a une influence négligeable sur la ligne de flottaison et il est peu sensible sur la surface mouillée de la carène. De fait les 60 grammes semblent un maximum, ils peuvent être récupérés sur le poids de la batterie d'accus, ou par un gréement léger adapté à des voiles légères, ou à défaut sur le lest.

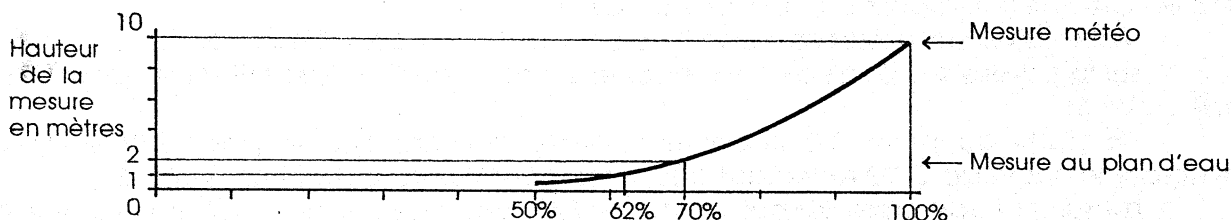
Cependant il faut prendre en compte l'importante augmentation de surface de la dérive à laquelle viennent s'ajouter celle du safran et éventuellement de la carène.

RENDEMENT D'UNE DÉRIVE LONGUE



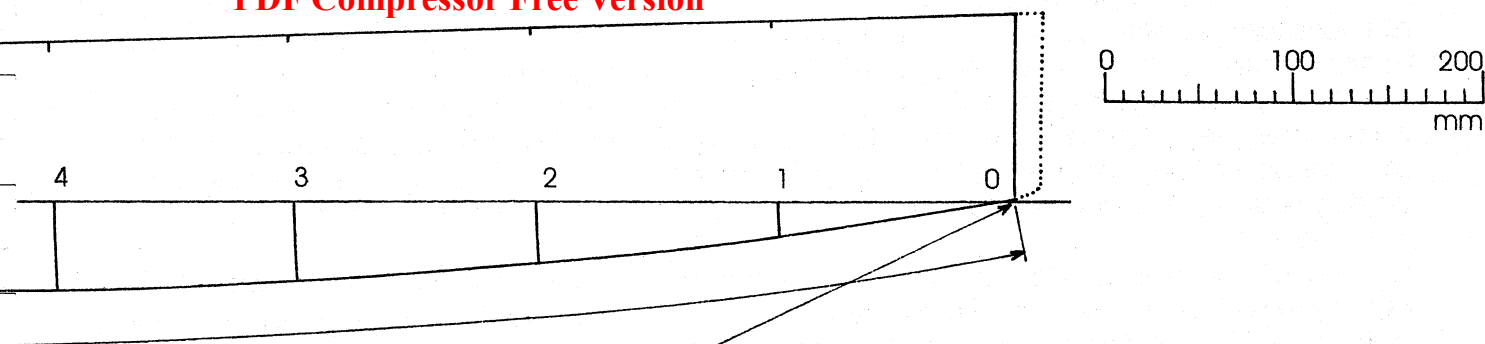
IV

GRADIENT DU VENT



IV

PDF Compressor Free Version



LE POSITIONNEMENT DU CENTRE ANTI DÉRIVE

La méthode graphique des moments tracée sur le plan donne des résultats très valables. Les composantes sont tracées de différentes couleurs pour ne pas embrouiller le plan, ou bien on ne trace qu'à l'endroit des points de mesure.

Exemple pour le NIMBUS, avec un allongement de la dérive de 100 millimètres et une augmentation de surface de 31 %, le processus est le suivant :

- surface de la dérive à changer : 38200 mm²
- surface de la nouvelle dérive : 50040 mm² soit $(50040 - 38200) / 38200 = + 31 \%$

Première composante

- relier CPD à CAC par une droite,
- tracer deux parallèles issues de CPD et de CAC sur des côtés opposés,
- sur la parallèle à partir de CPD reporter la valeur de la surface anti dérive de la carène à l'échelle de 1/1000^e, soit 40 mm pour 40320 mm² (point 11),
- sur la parallèle à partir de CAC reporter la surface de dérive, soit 50 mm pour 50040 mm², (point 12),
- tracer une droite de 11 à 12, le point d'intersection avec la droite CPD - CAC donne le point d'équilibre 11/12 pour une valeur de : $40320 + 50040 = 90360$ mm².

Deuxième composante :

- relier par une droite le point 11/12 et CAL,
- tracer deux parallèles issues de 11/12 et CAL sur des côtés opposés,
- sur la parallèle à partir de CAL reporter la valeur de 11/12, soit 90,3 mm pour 90360 mm², point 21,
- sur la parallèle à partir de 11/12 reporter la surface anti dérive du lest, soit 8,9 mm pour 8970 mm², point 22,
- tracer une droite de 21 à 22, l'intersection avec la droite 11/12 et CAL donne le point 21/22 pour $90360 + 8970 = 99330$ mm².

Troisième composante :

- estimer la surface du nouveau safran à partir du graphique ; dessiner sa forme et son centre CPS,
- relier par une droite le point 21/22 à CPS, l'intersection avec la verticale de l'ancien CAD définit la position du nouveau CAD,
- tracer deux parallèles issues de 21/22 et de CPS sur des côtés opposés,
- sur la parallèle à partir de CPS reporter la valeur de 21/22, soit 99,3 mm pour 99330 mm², point 31,
- à partir du point 31, tracer une droite passant par le point d'intersection définissant le nouveau CAD et venant couper la parallèle issue de 21/22, point 32,
- mesurer l'écart entre les points 11/22 et 32, exemple : 16,3 mm, soit une surface de 16370 mm² correspondante à la surface du nouveau safran. Ajuster les mesures.
- augmentation de surface du safran : $16370 - 14170 = 2200$ mm², soit 15,52 %.

PDF Compressor Free Version

DES VOILES POUR UNE TRÈS LÉGÈRE BRISE

L'analyse approfondie de la dérive conduit à se préoccuper des conditions de navigation dans les vents de 0 à 1 Beaufort que l'on appelle habituellement la pétrole.

La forme donnée aux voiles et la qualité des tissus doivent être capables de développer une force vélique apte à faire avancer le bateau dès le moindre mouvement d'air. C'est très subtil, mais quelques principes vont favoriser l'action.

Pour la grand-voile :

- utilisation d'un tissu léger, 50 g/m² maximum, de façon à obtenir facilement une forme de profil, notamment dans un changement d'amure bâbord-tribord,

- le profil est plutôt creux dans le haut - 5 à 6 % - , et plus plat dans le bas - 4 % - sans poche, la bordure a le même profil compte tenu du gradient de vent, plus on se rapproche du plan d'eau, plus la force du vent décline, phénomène particulièrement sensible sur les plans d'eau encaissés ou abrités,

- le guindant de la voile n'est pas étarqué et son passage bâbord-tribord est très libre, les attaches sur le mât sont larges ; le rond de guindant est important pour reculer le centre de voilure.

Pour le foc :

- dans un tissu ou un film très léger de 20 g/m², par exemple, de façon à ce qu'il se forme vite,

- de préférence un profil creux à 5 %, le guidant est droit,

- le foc doit absolument s'ouvrir et laisser libre le passage de l'air dans le couloir, entre sa chute et la grand-voile,

- veiller à ne pas avoir de raideur dans le système d'articulation de sa bôme sur le balestron de manière à obtenir la liberté de rotation ; ne pas hésiter à détendre l'ensemble étai - drisse - balancine par l'action d'un ridoir monté au capelage sur le mât, quasiment indispensable (pages 214 et 215).

LE PILOTAGE DANS LE PETIT TEMPS

Le petit temps, c'est l'une des conditions de vent, avec celle d'une force Beaufort à 7 - 8, où le pilotage demande une attention et une concentration de tous les instants. Trop souvent les pilotes ne s'entraînent pas avec ces vents là, et pourtant ce sont les situations extrêmes les plus formatrices.

Dans ces deux cas, la douceur de manœuvre des manches est nécessaire et la distance d'une à deux longueurs est maintenue entre les bateaux :

- dans la pétrole parce que l'on est peu manœuvrant et que l'on a besoin d'air,

- dans l'autre cas parce que l'on devient trop manœuvrant et les mouvements du bateau risquent d'être brutaux et dangereux.

Dans les petits airs il faut laisser "porter" plus que d'habitude, bôme légèrement débordée, et faire des bords "breton" très ouverts. Ne chercher à faire du cap qu'une fois le bateau lancé.

La girouette est-elle utile ? Certains ne l'utilisent pas dans des vents faibles bien souvent tourbillonnants. D'autres ont une girouette très sensible, c'est leur premier indicateur, mais dans les deux cas la surveillance de la position du foc est le meilleur signe apparent de la direction du vent.

LA POLYVALENCE EN NAVIGATION

C'est l'idéal, mais le bateau existe-t-il ? Ne vaut-il pas mieux être excellent dans le médium et bon dans les extrêmes pour un résultat final meilleur qu'un bateau extrême ?

Tout va dépendre des conditions dominantes de vent dans la région où l'on navigue : petits airs ou grand vent. Fréquemment, le matin ce sont les vents faibles, 2 ou 3 courses sont courues ; l'après-midi le vent se lève et l'on a 6 ou 7 courses. Les journées sans vent existent aussi, tout comme les journées de vents forts ...

Alors qui sera le meilleur ?