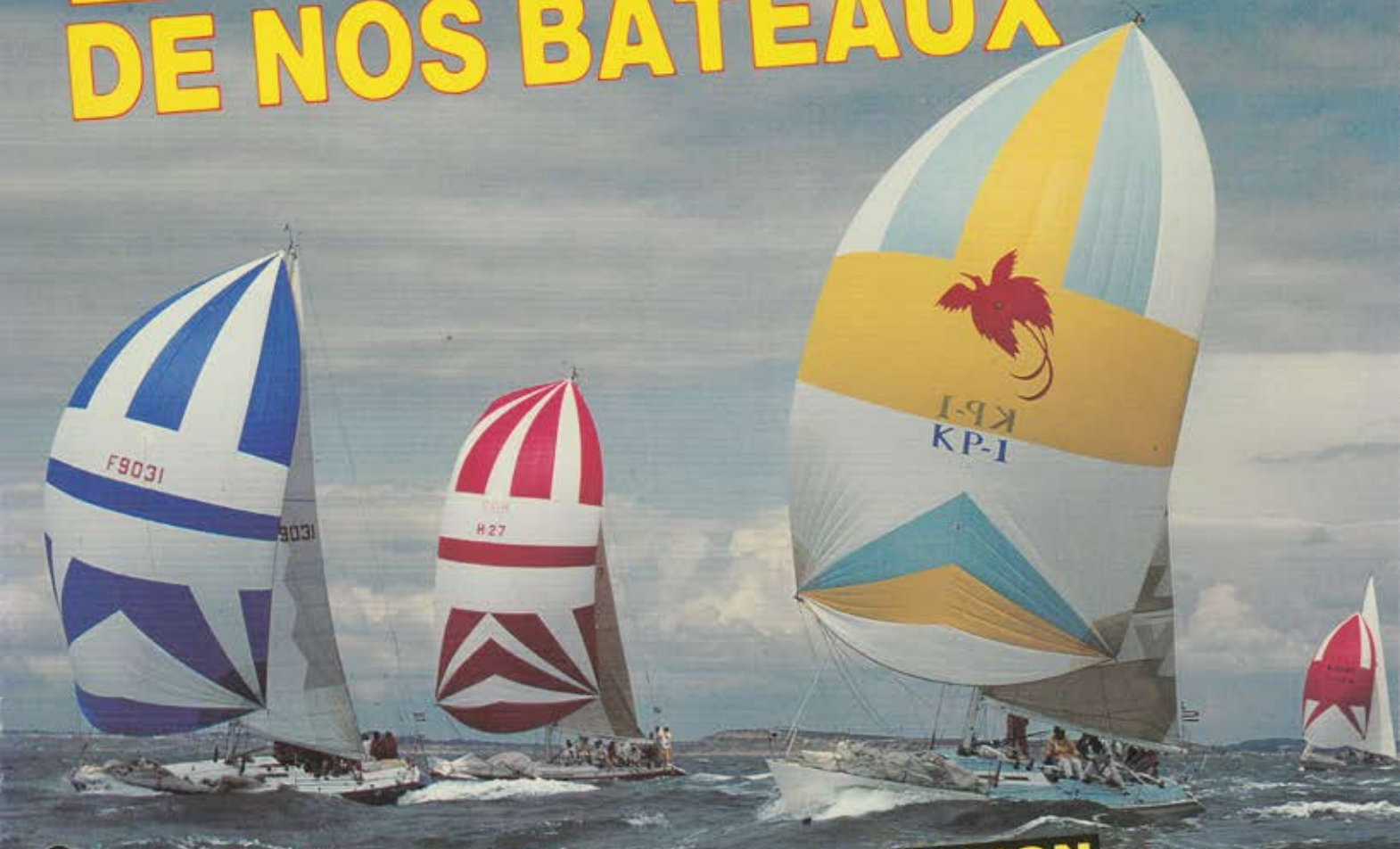
LOISIRS NAUTIQUES

HORS SÉRIE 20

ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION NAVALES

LES VOILES DE NOS BATEAUX



HISTORIQUES DE LA PROPULSION
CONCEPTION - FABRICATION
VOILES MODERNES, TRADITIONNELLES

H.S. 1949 - 20 - 120 F

HORS-SÉRIE - 20 - JUILLET 1985 - FRANCE 120 F ISSN 0047-5017

Photo : BEKEN OF COWES (G.B.)

Cet ouvrage a été numérisé par

voiles-alternatives.com

sommaire

Collaboration à la rédaction générale et technique : M. Barrault, D. Bombigher, J. Bellazey, G. Caroff, H. Coutant, J.-P. Brouns, C. Constant-Saindon, J.-P. Clais, N. Carrère, M. Deuff, A. Dupuis, G. Dugardin, J.-P. Folliard, Ph. Fessard, J.-L. Fournier, G. Hervo, M. Joubert, C. Lavanchy, E. Larher, G. Legrand, E. Lerouge, D. Leforestier, L. Laurent, A. Lebègue, J.-P. Lemoine, J.-J. Maly, G. Meller, S. Michelin, C. Orsini, A. Pinchedez, M. Philippe, J.-Y. Poirier, M. Poupart, A. Poupart, C. Ouil, J.-L. Roux, F. Sergent, V. et H. Théron, M. Thoorens, B. Veys, J.-P. et M. Villenave, J. Wharram.

Directeur-Rédacteur en chef
Responsable de la rédaction :
Manon BARAILLE

Editeur : Manon Baraille
Diffusion : FRANCE-ETRANGER
• Marchands de journaux.
Par les Nouvelles Messageries de la Presse Parisienne.
• Abonnement par la revue.
Dépôt légal N° 1841, juillet 85

• **LOISIRS NAUTIQUES**
• **VOILE MOTONAUTISME**
• **ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION NAVALES**
• **DU KIT A LA COQUE NUE A LA BARRE EN MAIN**
sont des marques déposées.

• La reproduction même partielle des textes et illustrations est formellement interdite. La photocopie des articles est également interdite sans accord préalable de la direction de Loisirs Nautiques.
(C) 85 LOISIRS NAUTIQUES
Tous droits réservés tous pays.

• Les documents, plans techniques d'architectes, schémas et rédactionnel n'ont qu'un intérêt indicatif et n'engagent en aucune façon la responsabilité de Loisirs Nautiques.
• Les manuscrits parus dans les mensuels et hors-série sont réglés à 60 jours de parution sur la base du tarif LN de l'année en cours.
• Mensuels : Délai minimum d'insertion des documents à paraître dans le numéro en cours, 60 jours. Les manuscrits et documents insérés ne sont pas rendus, sauf accord préalable écrit de Loisirs Nautiques. Les documents et écrits non parus ne sont pas gigés.
• Les articles techniques, bricolages, constructions, navigation, croisières, etc. sont réglés au tarif (L.N.) en cours sur la base de la page revue (textes, dessins, photos) 60 jours après parution. Mensuels et hors série représentent des œuvres collectives de presse dont la mise en page est strictement réservée à « Loisirs Nautiques » et son imprimeur.
• Loisirs Nautiques n'est pas responsable des écrits qui lui sont envoyés, ils sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs. Les citations de marques et adresses qui figurent dans les rédactionnels sont données à titre d'information sans aucun but publicitaire.

• **Photocomposition COMPUGRAPHIC.**
• **Mise en page Loisirs Nautiques/SAJIC**
• **Impression Imprimerie S.A.J.I.C. 16004 Angoulême.**
• **Sélection des photos couleurs : Photogravure d'Aquitaine : 33000 Bordeaux**

1re partie :
HISTOIRE DE LA PROPULSION A VOILE

Introduction
5 **Chapitre 1 :** L'évolution
6 A - Méditerranéenne
11 B - Atlantique
18 C - Des voiles axiales au Marconi
23 **Chapitre 2 :** Les voiles océaniennes
23 A - Polynésie
26 B - Micronésie
27 C - Mélanésie
32 D - Indonésie
40 E - Inde et Asie
43 **Chapitre 3 :** Les voiles modernes
43 A - Les divers plans de voilure (sloop, cotre, Yawl, ketch, goélette).
51 B - Les choix de garde-robe selon les plans de voilure.

2e partie :
LA CONFECTION DES VOILES MODERNES

53 **Chapitre 1 :** Les tissus à voiles
62 **Chapitre 2 :** Principes généraux de la fabrication des voiles
73 **Chapitre 3 :** Confection d'une grand-voile (ou misaine et artimon)
106 **Chapitre 4 :** Confection d'une voile d'avant (foc, génois, Yankee). (chap. 3/4 : Dessin, coupe, assemblage, finition)
132 **Chapitre 5 :** Les voiles sur enrouleur.
A - Voiles d'avant :
Conception de la réduction par enroulement
Conception et différences de fabrication d'une voile d'avant pour enrouleur

numéro H.S. 20

LES VOILES DE NOS BATEAUX

© Loisirs Nautiques 85

Reproduction même partielle de ce numéro strictement interdite pour tous pays sans accord préalable écrit de la direction de Loisirs Nautiques.

LOISIRS NAUTIQUES
71, rue Amédée St-Germain
33800 BORDEAUX (FRANCE)

RÉDACTION
PUBLICITÉ-
ABONNEMENT
Tél. (56) 91.10.40
et 91.11.02

PARUTION DU MENSUEL
LE 16 DU MOIS - ABONNÉS LE 10
Commission paritaire de presse n° 50143.
Création Loisirs Nautiques octobre 1967
R.C. Bx 67 A 1423

B - Grand-voiles :
Deux conceptions de réduction par enroulement
Différences de conception et fabrication des voiles

147 **Chapitre 6 :** Confection d'un spinnaker
161 **Chapitre 7 :** Les autres voiles de portant,
Les voiles complémentaires
168 **Chapitre 8 :** Essais et corrections des différentes voiles
182 **Chapitre 9 :** Les voiles et leur vieillissement :
Stockage
Protection
Nettoyage
Réparations
193 **Chapitre 10 :** Outillage et matelotage de voilerie :
L'outillage pour la fabrication
L'outillage de bord (entretien)
Notions de matelotage

3e partie

LES VOILES TRADITIONNELLES

207 **Chapitre 1 :** Voilerie moderne et traditions.
Différences de travail
213 **Chapitre 2 :** La voile bermudienne
216 **Chapitre 3 :** La voile aurique
224 **Chapitre 4 :** La voile au tiers
229 **Chapitre 5 :** La voile latine
234 **Chapitre 6 :** La voile de jonque

243 **CONCLUSION**
Perspectives des recherches modernes et réalités marines.

Bibliographie et illustrations de la première partie

En collaboration avec le Musée de la Marine de la Chambre de Commerce de Marseille.

D'après :

« Bateaux des cités de France » (par François Beaudoin).

« Pirogues » (par R.P. Neyret).

« Neptunia » — « Triton ».

« Admiral Paris ».

« Journal de bord de Phythéas de Marseille » (par Ferdinand Allemand - géographe).

PAR
PHILIPPE FESSARD
Une réalisation de l'équipe de « Loisirs Nautiques »

DESSINS DE :
HERVE COUTAND
JEAN-PIERRE VILLENAVE

2e PARTIE

CHAPITRE 1

LES TISSUS A VOILES

PRENANT la suite du lin, jadis considéré comme le nec plus ultra en matière de voile, sur les grands phares carrés, le coton est resté longtemps le matériau unique pour la garde-robe des grands voiliers, comme des yachts jusqu'à l'après-guerre...

La première fibre synthétique *qui fit alors son apparition fut le nylon,* qui se révéla cependant trop élastique pour les voiles classiques, mais garde encore aujourd'hui son plein emploi dans les voiles de portant : la toile à spis.

Le polyester (polytéréphtalate d'éthylène) découvert par deux chimistes anglais peu après 1940, devait révolutionner le monde du textile, autant que celui de la voile...

Exploitée en Angleterre sous le nom de « tétylène », cette nouvelle fibre se retrouve sous le nom de « dacron » aux U.S.A. chez Dupont-de-Nemours, puis de « tergal » en France chez Rhodiacéta, « tétoron » au Japon, qui prend une place déjà très importante dans le monde du textile, « térital » en Italie, « trévira » en Allemagne, etc...

Cette **toile à voiles polyester,** *désormais classique,* est donc constituée d'un assemblage croisé de fils longitudinaux, qu'on appelle « la chaîne », et transversaux, « *la trame* » du tissu... La grosseur des fils utilisée dans le tissage, ainsi que le nombre de fils par unité de largeur constituent les éléments déterminant les caractéristiques mécaniques du tissu, débouchant sur la notion de poids au mètre carré (grammage).

Exprimée en France en grammes par mètre carré, cette notion de grammage l'est en Onces square/square Yard chez les Anglais, tandis que l'unité américaine donne ces mesures en Onces/square Yard..., de sorte qu'il n'est pas toujours évident à première vue, de s'y retrouver !

La *fig. 2.1 01* donne ainsi une table de conversion des poids.

D'autre part, en faisant varier au tissage les diamètres ou nombre de fils (et parfois leur nature) sur la chaîne ou sur la trame, on obtient des tissus plus résistants à l'effort, dans un sens ou dans l'autre, selon l'utilisation souhaitée, notamment dans les voiles de performance. On s'aperçoit, en effet, que selon les proportions données à une voile, il est parfois intéressant de changer le type de résistance du tissu employé selon la coupe ; cette distinction est cependant rarement faite en croisière où l'on emploie le plus souvent des tissus isotropes, c'est-à-dire aussi résistants en chaîne qu'en trame, avec des rapports surface/grammage assez standards.

Ainsi par exemple, si l'on prend deux cas extrêmes, les génois à triangulation basse, et les grand-voiles à triangulation allongée, ces dernières subissent l'effort principal le long de la chute, et ne supporteront qu'un effort modeste dans la partie médiane de la voile, c'est-à-dire dans le biais. En ce qui concerne les génois à triangulation basse, l'écoute est pratiquement dans l'axe de la bissectrice du triangle d'amure, ce qui se traduit par un effort important dans le biais et dans la chute. Du fait de ces efforts variables, les caractéristiques du tissu sont, en ce qui concerne ces deux voiles, totalement différentes. Les génois exigent une très grande résistance à l'allongement dans le sens de la trame et dans le sens du biais. Par contre, les grand-voiles à triangulation allongée, demandent une grande résistance dans le sens de la trame, et une résistance moins importante dans le sens du biais.

Quelques éléments intéressants apparaissent en examinant la répartition théorique des efforts : l'un de ces éléments est que les génois à triangulation allongée et les grand-voiles à triangulation basse ont des exigen-

Fig. 2.104
Traitement tissu blanc. Etapes de fabrication chez Porcher-Marine.

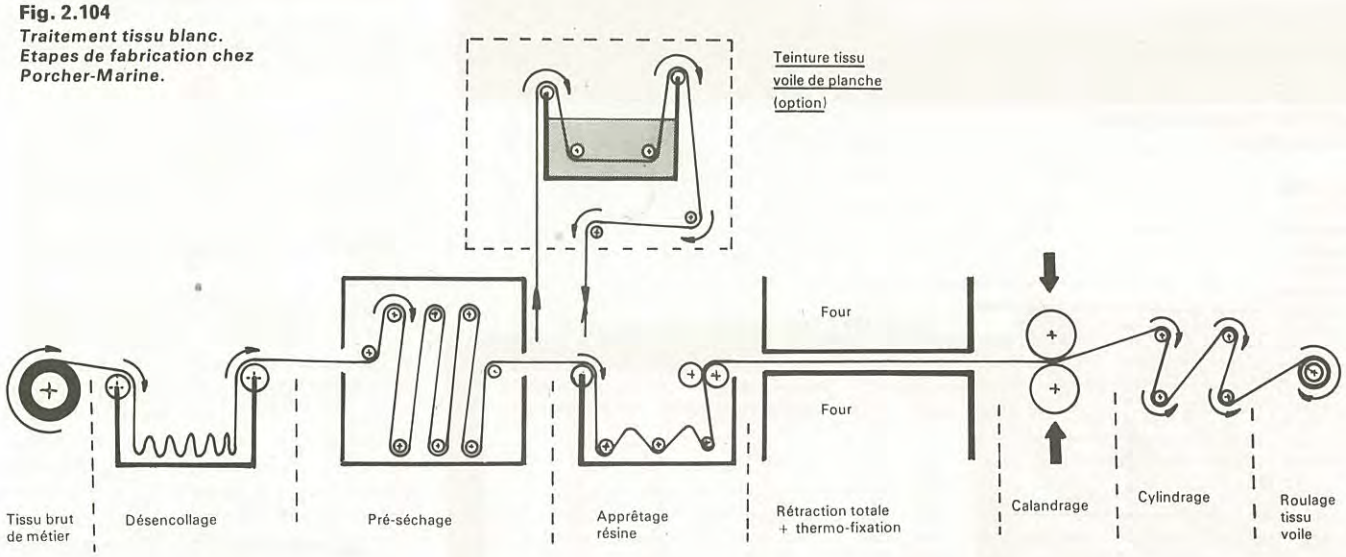




Fig. 2.105 : *Encantrage préparation des fils pour ourdissage machine*



Fig. 2.106 : *Ourdissage manuel. Voiles de bateaux.*

Fig. 2.102
Choix du grammage standard méthode graphique

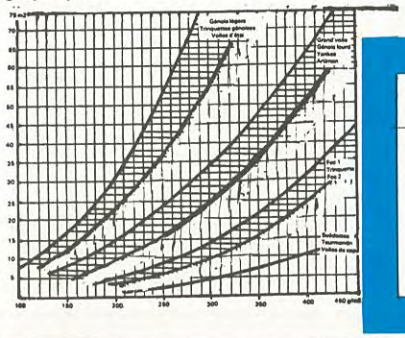


Fig. 2.101 : *Table de conversion des poids :*

Métrique g/m²	Mesure anglaise once/square/square yard	Mesure américaine once/square yard
34	1	3/4
51	1 1/2	1 1/4
170	5	4
186	5 1/2	4 1/4
220	6 1/2	5 1/4
271	8	6 1/4
322	9 1/2	7 1/2
373	11	8 3/4

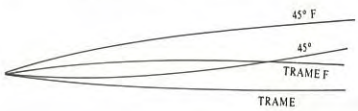
ces fortement similaires pour ce qui est du tissu. Les deux types de voiles exigent une très bonne résistance de trame, ainsi qu'un excellent contrôle du biais. C'est en examinant ces types généraux de diagrammes d'efforts, que quelques fabricants, tels Bainbridge, proposent ainsi trois gammes de tissus *(tableau fig. 2.1 02 bis)*.

La première (la gamme génois), procure le maximum de résistance dans le sens du biais, avec une résistance à la déformation relativement élevée dans le sens de la trame, c'est-à-dire visant à ce que les caractéristiques de résistance à la déformation soient aussi proches que possible les unes des autres dans tous les sens. La seconde gamme se caractérise par une résistance remarquable, dans le sens de la trame, combinée à un allongement légèrement supérieur dans le sens du biais (grand-voiles à triangulation allongée), et la troisième (génois à triangulation allongée/grand-voiles à triangulation basse) possède une bonne résistance dans le biais, combinée à une très bonne résistance dans le sens de la trame. (La trame est presque aussi bonne que celle d'une grand-voile à triangulation allongée, et le biais presque aussi bon que celui d'un génois).

Fig. 2.103 bis
document « Porcher Marine »

Ⓐ

		QUALITY 5220		DATE	
FOLIO		LOT		PIECE N°	
OBS		GR/M² 210		TEXTURE	
	0°	90°	45°	60°	45°/90°
	3		7		
EATIQUE	6,5		14		
	2,5		7		



Ⓑ

		QUALITY 5280		DATE	
FOLIO		LOT		PIECE N°	
OBS		GR/M² 270		TEXTURE	
	0°	90°	45°	60°	45°/90°
	2		8		
EATIQUE	7		18		
	5		10		

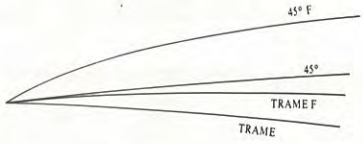


Fig. 2.102 bis : *Spécifications usuelles des tissus à voiles Bainbridge en dracon (polyester)*

Qualité (poids)	Moyennement ferme	Ferme	Très ferme	Yarn
2.2 oz	33 - 104			8-10 (CYT)
3 oz	17 - 64			4-6
4.1 oz	9 - 19	8-16	6-12	5-7 (CYT)
4.75 oz	8 - 26	6-16	4-11	
5 oz	7 - 24	5-15		3- 5
5.75 oz	8 - 20	6-17	5-15	2- 5
5.5 oz	7 - 25	5-15		
7.25 oz	5 - 18			Sur demande
8.25 oz	6 - 24	4-20	3-16	
Génois à triang. allongée/grand-voile à triangulation basse				
4.4 oz	3-19	3-15	2-10	2-4
5.4 oz	3-18	2.5-12	2-10	2-4
6.7 oz	3-20	2.5-14	2-12	
7.7 oz	3-20	2.5-12		
8.7 oz	3-20	2.5-15		
10.4 oz	3-21	2.5-15		
Tissus pour grands-voiles				
5.25 oz	2.5-25	2.5-20		
6.3 oz	2-22	2-12	2-9	2-4
7.25 oz	2.5-24	2.5-18		1-3
7.3 oz	2-25	2-10		Sur demande
8.3 oz	2-24	2-12	1-8	Sur demande
9.5 oz	2-24	1.5-16	1.5-12	Sur demande
10.3 oz	2-20			
12 oz	Sur demande			
14 oz	Sur demande			
16 oz	Sur demande			
Tissus polyvalents				
2.75 oz	14-34	9-22	7-14	
3.75 oz	5-32	4.5-25	4-20	
3.9 oz	8-38	6-29	5-22	3-4.5
4.2 oz	8-40	6-27	5-18	
6.5 oz	4-23	3-16	2-12	

Fig. 2.103 : *« Teijin », propriétés techniques*

Tissus « standards » en Tetoron								
(2) Physical properties as under : propriétés techniques								
Article n°	T-78050	T-78060	T-78070	T-78080	T-78090	T-78100	T-78120	T-78160
Thickness (mm) + /— 0.01 Epaisseur	0.19	0.21	0.25	0.31	0.34	0.41	0.44	0.59
Weight/poids (G/m^2) + /— 10	177 G	199 G	235 G	276 G	311 G	368 G	401 G	520 G
Water Repellent Perméabilité	80	80	80	80	80	80	80	80
Water résistance (mm) Résistance à l'eau	300	300	300	300	300	300	300	
Tensile Strength : résistance à la traction (Kg/3 cm)								
Chaîne/ Warp	85	125	135	155	200	250	240	270
Trame/Weft	125	120	130	220	210	100	265	340
Tearing Strength : Résistance à la déchirure								
Chaîne/Warp (G)	2.600	3.700	4.600	6.000	7.200	11.000	11.500	
Trame/Weft (G)	3.000	2.700	3.700	8.500	7.500	6.500	12.600	

Il est impossible d'obtenir à la fois des caractéristiques de déformation minimum dans le sens du biais et dans le sens de la trame, en ce qui concerne les textiles tissés. Par conséquent, les trois gammes de tissus Bainbridge : génois, génois à triangulation allongée grand-voiles à triangulation basse, et grands-voiles à triangulation allongée, font l'objet de compromis entre la résistance dans le sens du biais et la résistance dans le sens de la trame, afin de réaliser le tissu optimum pour un type de voile donné.

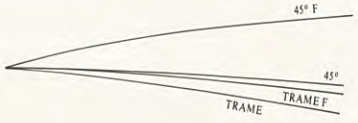
LE TISSAGE DES TOILES A VOILES

La *réalisation d'un tissu peut se diviser en* **trois phases générales,** qui s'appliquent aussi bien au nylon qu'au polyester ou autres tissus laminés d'avant-garde. Ces phases pourraient s'appeler : choix des fibres, fabrication du tissu, et finition.

Le choix des fibres *est en général basé sur les performances* que l'on attend d'elles, sur leur qualité, et sur leur prix. Toute réalisation de tissu à voiles implique un équilibre qualité/performances/prix. Des trois phases de la fabrication d'un tissu, c'est le choix du fil qui est le facteur

Ⓒ

		QUALITY 5300		DATE	
FOLIO		LOT		PIECE N°	
OBS		GR/M² 310		TEXTURE	
	0°	90°	45°	60°	45°/90°
	1		4		
EATIQUE	4		13		
	3		9		



Ⓓ

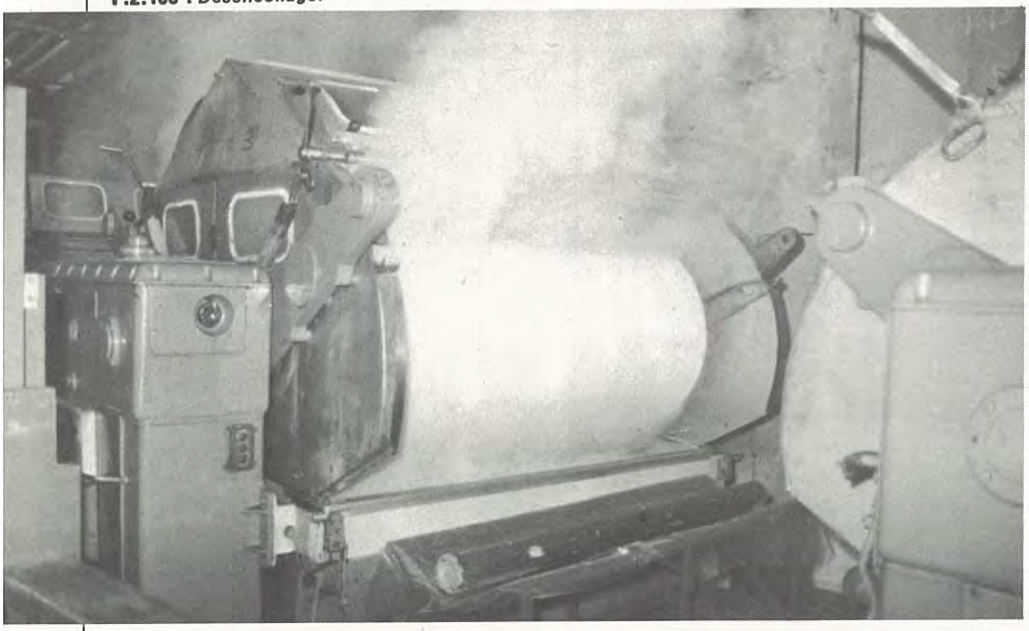
		QUALITY 5340		DATE	
FOLIO		LOT		PIECE N°	
OBS		GR/M² 360		TEXTURE	
	0°	90°	45°	60°	45°/90°
	2		6		
EATIQUE	6		16		
	4		10		



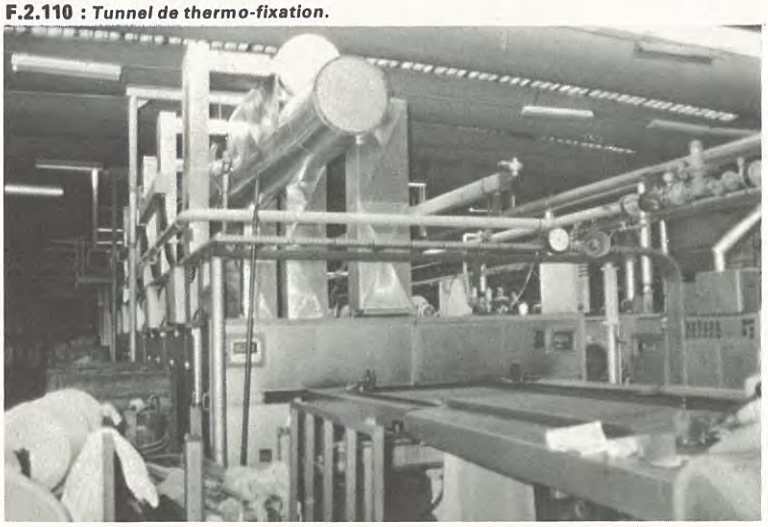


F.2.108 : *Tissage.*

F.2.109 : *Désencollage.*



F.2.110 : *Tunnel de thermo-fixation.*



clé, car il détermine le potentiel de réalisation du tissu de la meilleure qualité, ayant les meilleures performances, et réalisé au meilleur prix.

En général, les fils présentant les meilleures qualités de ténacité et de résistance peuvent s'obtenir en augmentant la longueur des molécules de plastique, ou en augmentant l'orientation des molécules par étirage. Toutefois, ces procédés compliquent la fabrication, et augmentent le prix des fibres à haut degré de ténacité. De même, une augmentation de la qualité et de l'uniformité des fils, c'est-à-dire l'absence de défauts, sont le résultat d'un traitement spécial.

La qualité du fil est un élément très important, et elle peut même s'apprécier d'après le type de support sur lequel le fil est bobiné pour son expédition et son utilisation. Là encore, tous ces soins spéciaux augmentent le prix du fil. Dans certains tissus, pour lesquels il n'est pas nécessaire d'utiliser des fils de la plus haute qualité de ténacité, par exemple pour les tissus où le gaufrage du fil est le facteur dominant de résistance à la déformation, on peut utiliser des fils meilleur marché ayant une ténacité moindre, afin de mieux contrôler le prix du tissu. (Le gaufrage, ou ondulation, est le nombre de courbures du fil, résultant du passage d'un brin sur l'autre et sous le suivant).

Le tissage des tissus à voiles est un problème très complexe qui met en œuvre de nombreuses variables. Les quatre facteurs de base sont le grammage des fils de la chaîne, le grammage des fils de la trame, le nombre de fils compris dans la chaîne et le nombre de fils compris dans la trame. Ces quatre variables régissent la répartition du gaufrage dans le sens de la chaîne et dans le sens de la trame, ainsi que le poids du tissu et sa résistance à la déformation dans le sens du biais. Les variables qui introduisent des différences plus subtiles, doivent également être prises en considération. Il s'agit de facteurs tels que la torsion du fil, le type de métier à tisser utilisé, et les techniques employées pour le tissage, ainsi que le traitement chimique du fil et sa finition.

Apparaissent ici certaines règles générales et rapports qui pourraient présenter de l'intérêt. Tout d'abord, le rapport du denier des fils de la chaîne par rapport au denier des fils de la trame. En général, les tissus à fort déséquilibre — c'est-à-dire réalisés avec des fils bien plus gros dans le sens de la trame que dans le sens de la chaîne — conviennent pour des voiles dans lesquelles les efforts sont concentrés dans le sens de la trame. Le meilleur exemple et le cas le plus courant, nous en sont donnés par les voiles à triangulation allongée, où les efforts sont principalement concentrés le long de la chute.

Pour la fabrication de sa gamme de **tissus « grand-voiles »**, Bainbridge s'efforce d'obtenir le gaufrage minimum et la résistance maximum dans le sens de la trame, par unité de poids pour un fil donné. D'autre part, certains voiliers pensent que les tissus équilibrés — c'est-à-dire qui possèdent des fils de même grosseur

dans le sens de la trame et dans le sens de la chaîne — conviennent mieux pour les applications où les efforts sont répartis dans tout le corps de la voile.

Les génois à triangulation basse, qui subissent des efforts importants dans le biais, de même que dans la chute, en sont le meilleur exemple. Certains tissus axés sur la résistance dans le sens de la chaîne, sont en fait constitués de fils de plus fort denier dans le sens de la chaîne que dans le sens de la trame, dans le but évident d'essayer de faire supporter les efforts par la chaîne, plutôt que par la trame.

La conception d'un tissu à voiles implique, dans une large mesure, l'optimisation d'un paramètre particulier : par exemple, la résistance de la trame au détriment de la résistance à la déformation dans le sens du biais. Etant donné que la résistance du biais, constitue souvent le facteur de limitation dans la réalisation des voiles, il est intéressant de considérer un certain nombre d'éléments qui affectent **la résistance à la déformation dans le sens du biais.**

En tout premier lieu, la densité du tissu. Plus un tissu est tissé et fini serré, plus il possèdera de stabilité inhérente dans le sens du biais. Ceci est également mis en évidence par le fait que les tissus légers, qui possèdent un plus grand nombre de fils entrecroisés par unité de surface, ont tendance à faire montre d'une déformation moindre dans le sens du biais que les tissus lourds réalisés avec des fils de fort denier, et qui comportent moins de fils entrecroisés par unité de surface. Dans les tissus équilibrés, possédant des fils de même denier dans le sens de la chaîne et dans le sens de la trame, les fils de la chaîne et de la trame ont tendance à se gaufrer à chaque entrelacement, ce qui fait qu'ils se bloquent les uns sur les autres, et procurent la meilleure résistance possible dans le sens du biais. Réciproquement, dans un tissu à fort déséquilibre (grand-voiles à triangulation allongée), comportant des fils bien plus gros dans la trame que dans la chaîne, seuls les fils de la chaîne se gaufrent au niveau des entrelacements avec les fils de la trame.

Ce type d'entrelacement pivote plus facilement et limite la stabilité du biais. Bien entendu, on peut utiliser des résines et autres apprêts pour augmenter la stabilité du biais, mais ces applications sont toujours limitées par la stabilité inhérente du tissu de base. Il est impossible de réaliser un tissu stable et durable en appliquant de la résine sur un support possédant par essence un biais de faible résistance.

La finition *d'un tissu est une affaire complexe,* qui s'effectue suivant plusieurs degrés, et qui modifie énormément le tissu. Par de nombreuses démarches, on modifie le tissu de quatre façons. Il est nettoyé chimiquement, traité à la résine, traité thermiquement, et traité mécaniquement pour l'aplatir et fixer la déformation du biais. Il existe de très nombreux degrés de traitement, possédant chacun un certain niveau d'ajustement et de variabilité, ce qui se traduit par un nombre pratiquement illimité de combinaisons.

Dans la réalisation d'un tissu, les trois phases de base sont toutes complémentaires. En d'autres termes, la finition dépend et est conditionnée par la réalisation du tissage, qui elle-même dépend et est déterminée par le choix du fil. Chaque phase du processus de fabrication aura, soit un effet majeur, soit un effet plus subtil, sur le produit fini.

La différence entre **l'imprégnation et l'enduction** est souvent mal saisie. Tandis que les produits d'imprégnation s'infiltrent dans les fibres du tissu et les relient chimiquement entre elles, l'enduction est par contre, un véritable film de résine appliqué sur l'une des surfaces. Les finitions *Yarn Tempered, Dynac* et *Stabilkote* sont des exemples de tissus enduits. En ce qui concerne les finitions *Yarn Tempered* et *Dynac,* on tente d'éliminer le plus possible l'allongement, alors que le traitement *Stabilkote* vise à réduire la porosité.

Un tissu imprégné comme le « *Resin Finish* », c'est-à-dire souple, moyennement ferme, ou très ferme, est un tissu qui a été plongé dans une solution aqueuse de résine, avant prise de cette dernière par l'application d'un traitement thermique. La résine s'infiltre dans les fibres et, lorsqu'elle « *prend* » sous l'effet du traitement thermique, elle lie chimiquement les fibres les unes aux autres. La résine est pratiquement invisible, ne laissant aucun dépôt, et elle n'augmente pratiquement pas le poids du tissu. Son but n'est pas d'obturer les jours ou interstices de la toile ou d'en limiter la porosité, c'est-à-dire la quantité d'air susceptible de passer au travers du tissu. La finalité de l'imprégnation est d'inhiber l'allongement d'un tissu, et non pas d'essayer d'éliminer toute déformation. Avec diverses concentrations de résines associées à des températures de prise différentes et autres techniques d'apprêtage, il est possible de réaliser une qualité très spéciale pour un tissu donné.

LA RESISTANCE DES TISSUS : (Fig. 2.1 03)

OUTRE les différentes mesures faites pour établir les caractéristiques mécaniques d'un tissu donné (et éventuellement en élaborer le principe de tissage), la résistance des différents grammages est contrôlée avant l'emballage, pendant l'opération de « visite ». Pour ce faire, on utilise une machine à tester de type *Instron.* Après découpe d'« *éprouvettes* », (bandes de tissu de 5 cm de large par 40 cm de long environ) dans le sens chaîne, trame et biais, on obtient un graphique des déformations. Ces tests sont effectués en deux temps :

1. Tout d'abord sur des tissus neufs.

2. Après fatigue du tissu en machine à laver à tambour.

Ainsi, par exemple, la fig. 2.1 03 bis montre les tableaux et graphiques des tests de contrôle sur différents tissus de la gamme bateaux de croisière Porcher Marine (anciennement Sailtiss), fabricant français. On y note la référence, (par exemple : « *quality 5220* »), le grammage (210), les essais et la fatigue, à 0° et 45°, avec les valeurs des résultats indiquées sur le graphique... On retrouve les mêmes principes sur le tableau des tissus de 270 gr/m², 310 gr/m² et 360 gr/m².

Ces tissus sont livrés en **rouleau de 100 m.** Pour la gamme planches et pour les voileries industrielles des pièces de 200 m sont disponibles.

La gamme voiles de bateaux est fabriquée au **standard international de 91,4 cm de large,** ce qui déterminera, comme on pourra le voir par la suite, la largeur de nos laizes...

LES ETAPES DE LA FABRICATION

IL n'est pas vain de reconnaître les différentes phases par lesquelles passe le fil pour devenir ce qui constitue la matière première de la garderobe de nos voiliers, et mieux saisir ce qu'elle représente (fig. 2.1 04) ; on a ici l'exemple du procédé de fabrication de « Porcher Marine » : ourdissage, encollage, tissage, lavage, désencollage, pré-rétraction, teinture, apprêt, thermofixation, calandrage, visite, expédition.

Ourdissage : opération qui consiste à enrouler les fils de chaîne pour former une « nappe » à l'entrée du métier. *Photo F.2.1 05 et F.2.1 06.*

Encollage : Traitement des fils pour maintenir l'ourdissage et faciliter le passage des fils dans le métier.

Tissage : Transforme les fils chaîne et trame en tissus écrus, selon une armure taffetas. *Photo F.2.1 08.*

Lavage-désencollage : A pour but de nettoyer le tissu écru et de le débarrasser des additifs de fabrication : *Photo F.2.1 09.*

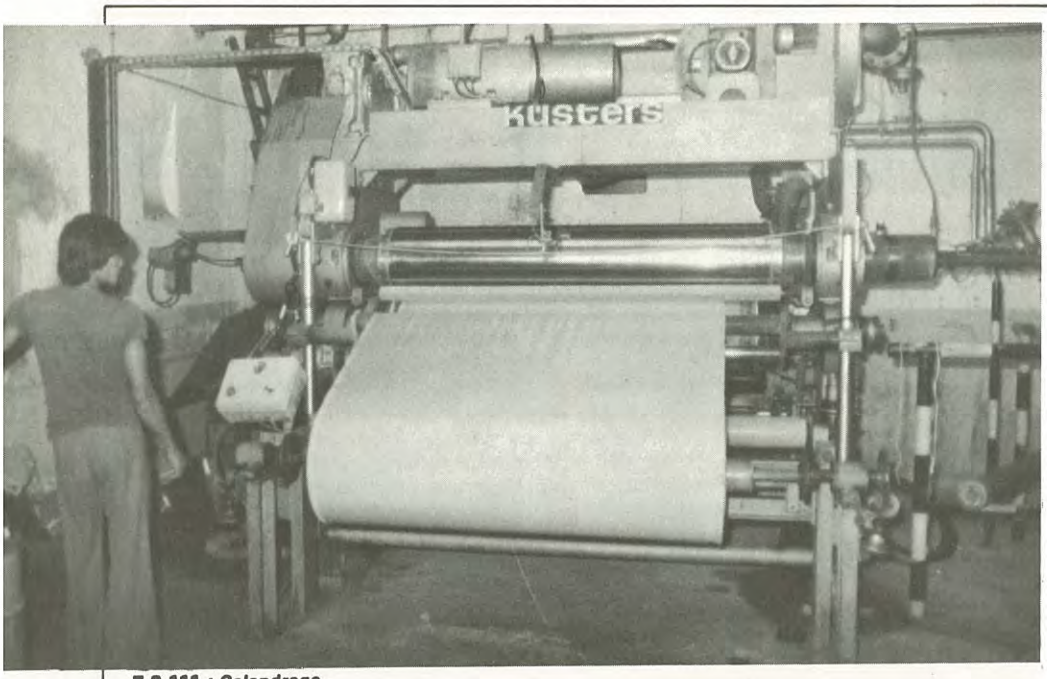
Pré-rétraction : Se fait dans un four de pré-sèche, pour sécher le tissu et commencer la rétraction.

Teinture : Application de colorants sur le tissu écru, pour les tissus voiles de planches uniquement.

Apprêt : Consiste à faire pénétrer la résine dans le tissu écru.

Thermo-fixation : Opération essentielle qui consiste à polymériser la résine et à obtenir la rétraction complète du tissu polyester. Un « *pilotage* » très précis du four est essentiel, Cette opération permet d'obtenir un tissu très serré qu'il n'est pas possible de faire directement sur un métier à tisser. *Photo F.2.1 10.*

Calandrage : A la sortie du four, le tissu est écrasé entre des rouleaux métalliques



F.2.111 : *Calandrage.*

chauffants sous plusieurs tonnes de pression. Le but de l'opération est d'obtenir un tissu très plat avec un beau « *brillant* ». *Photo F.2.1 11.*

Visite : Le tissu se déroule devant un observateur qui marque sur le bord du tissu chaque défaut. Durant cette opération, les bords du tissu sont coupés à chaud pour obtenir la largeur exacte de 145 cm pour les voiles de planches, ou 91,4 cm pour les voiles de bateau ou les bandes droit-fil. *Photo F.2.1 12.*

On procède aussi au traçage du liseré pour les tissus voiles de bateaux. *Photo F.2.1 13.* C'est également au cours de cette opération que sont prélevées des « *éprouvettes* » pour les tests INSTRON. *Photo F.2.1 14.*

Pour finir, viennent ensuite l'emballage et l'expédition. *Photo 2.1 15.*

LES TOILES A SPIS

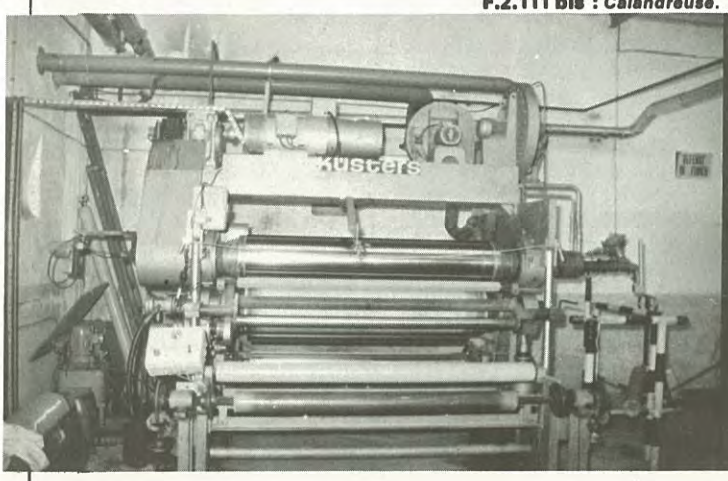
LE principe d'utilisation de cette voile fait que l'on exige du tissu des caractéristiques très différentes de celles demandées au tissu « voiles de planches » ou « focs et grand-voiles ». Le tissu à spis se doit d'avoir une certaine élasticité, une grande résistance et être très léger. Le fil qui correspond le mieux à ces exigences actuellement est donc le nylon. Le tissu spis est tissé suivant l'armure « *taffetas* » avec des renforts en chaîne et en trame tous les 3 à 4 mm pour augmenter la résistance à la déchirure (procédé « *Ripstop* »).

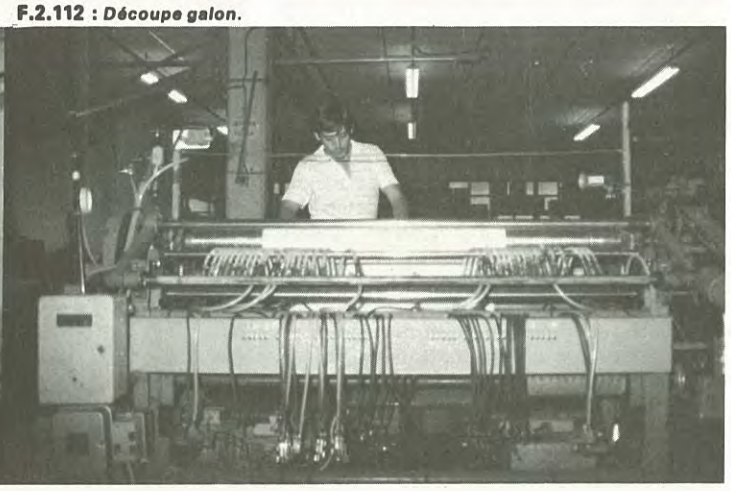
Sailtiss proposait deux qualités de tissus spis : le 5042-40 g/m² et le 5055-55 g/m² avec une finition silicone en 100 cm de large. La finition silicone apporte une plus forte résistance à la déchirure, mais a comme inconvénient le fait qu'il est impossible de coller soit du « *double-face* », soit les numéros d'identifications de bateaux. D'autre part, des hausses de prix sensibles ont fait que le tissu spis silicone atteint des prix très élevés pour le marché.



F.2.113 : *Visite à v. à b.*

F.2.111 bis : *Calandreuse.* **F.2.112 : *Découpe galon.***





Ceci a conduit à étudier la fabrication de tissu spis nylon avec finition classique.

Les grammages les plus courants en la matière sont : 40 g/m², pour les dériveurs au petit croiseur côtier (7 m environ) et les spis légers des tailles supérieures, jusqu'à 55 g/m² qui correspond aux spis standards des voiliers de l'ordre de 8 à 11 mètres (l'utilisation de cette voile, qu'il faut pouvoir gonfler en l'air, interdit en effet le même type de progression dans l'augmentation des grammages qu'avec les voiles traditionnelles en polyester...), après quoi l'on passe aux grammages de l'ordre de 70 g/m² pour les spis lourds, de la gamme des tailles des bateaux précédents, et les immenses spis des grands coursiers.

Il est bien évident qu'en compétition, avec la diversité et l'optimisation des voiles, la gamme des spinnakers et autres voiles assimilées et complémentaires, n'échappe pas à la règle, de sorte que l'on trouve (toujours en nylon *classique*), des grammages de moins de 30 g/m², des toiles aux fils de renfort doublés dans la trame, et des grammages beaucoup plus lourds permettant de faire des spis de tempête pour des bateaux de plus de 20 mètres, avec des poids pouvant dépasser les 250 g/m² !

La finition des toiles à spis peut également varier, avec des enductions ou des imprégnations plus ou moins fortes selon que l'on cherche à bloquer plus ou moins le droit-fil et le biais du tissu.

Très récemment toutefois, une toute nouvelle technique de fabrication de tissus à voiles a permis, entre autres, de descendre notoirement le grammage minimum des spis, et augmenter la résistance et tenue des autres grammages :

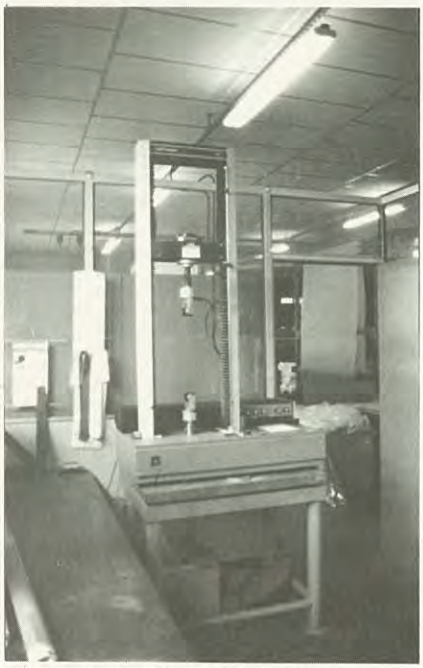


Fig. 2.114 : *Machine à tester Instrom.*

Les plus intéressantes semblent être A et B.

A : pour des raisons économiques principalement pour voiles de planches.

B : pour des raisons d'apparence, de toucher et de résistance au ferlage pour les voiles de bateaux.

C : est très intéressante pour l'écoulement de l'air à la surface de la voile, c'est un type de tissu pour le moment réservé à la course prototype.

Un des points essentiels *de la fabrication de ces tissus composites* est la liaison tissu-film, au moyen d'une colle. Chaque fabricant conserve ses secrets. En règle générale, une colle trop dure ne fait travailler que le film (risque de déchirure), une colle trop souple ne fait travailler que le tissu (risque de déformation irrémédiable), car le tissu employé est en général plus léger qu'un tissu voiles classique et de plus il n'a pas reçu de traitement résine.

Ainsi, dans la réalisation du tissu, on ne se préoccupe pas, au départ, de tisser une toile homogène (à travers laquelle le vent ne passe pas), mais simplement de faire un quadrillage, plus ou moins serré, de fils polyester : on met donc juste ce qu'il faut pour arriver à la bonne résistance mécanique souhaitée. A partir de là, un film mince polyester est collé sur ce « tissu ajouré », bloquant ainsi les fils, et augmentant considérablement la résistance du tissu ainsi obtenu.

Outre **le gain de poids,** à performances égales par rapport à un tissu classique, de 20 à 50 %, on obtient **une toile ne se déformant absolument pas dans le biais,** les « mailles » étant bloquées dans leur diagonale autant que dans le sens des fils (fig. 2.1 16 et 1 17).

De *par la présence du film collé,* la glisse du vent sur le tissu est, bien sûr, bien meilleure que sur une toile classique (c'est d'ailleurs pour cela que l'on est arrivé à coller souvent deux films, un de chaque côté...).

Issue de la technique spatiale, où l'on a cherché à faire des ballons-sondes atmosphériques les plus légers possible, cette technologie nous est bien sûr parvenue par l'intermédiaire des premiers spis ultra-légers ; c'est ainsi que l'on a pu voir lors de l'America Cup, à bord de France III, un formidable spi de « très » petit temps, mesurant 18,50 m de haut par 13 m de bordure, soit 250 m², en tissu de 11 g/m², soit moins de 3 kg *(fig. 2.1 18)* !

Le composite était réalisé à partir de fils polyester tergal et d'un film terphane, de

LES TISSUS COMPOSITES

CE type de tissu est d'apparition récente pour la voile. Son but est de rendre le tissu isotrope, c'est-à-dire avec des pourcentages d'étirement égaux en chaîne, trame et biais. Ce but est obtenu par le contre-collage sur le tissu polyester d'un film polyester très résistant (*Mylar* de chez *Dupont de Nemours, Terphane* de chez *Rhône-Poulenc*).

Ce film a la particularité d'avoir un coefficient d'élongation très minime ; par contre, sa résistance à la déchirure est très faible. L'expérience a montré qu'en le collant sur un tissu polyester (excellente tenue au collage) on renforçait le tissu qui ne se déforme plus ; en même temps que la résistance à la déchirure du film est multipliée par dix.

En fait, trois combinaisons principales sont possibles :

A - Film + tissu.
B - Tissu + film + tissu.
C - Film + tissu + film.

F.2.115 : *Visite finale.*



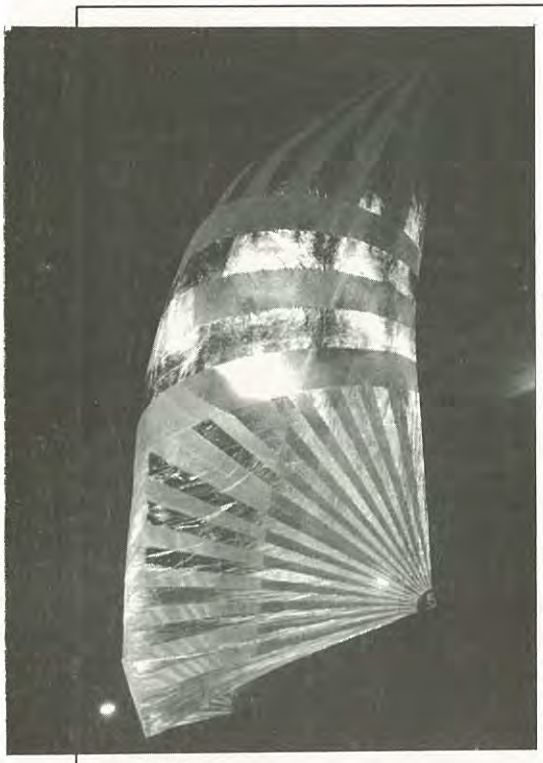


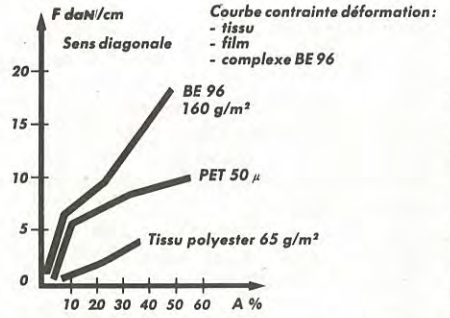
Fig. 2.118
« La voile la plus légère du monde » : 250 m² de surface, 8,50 m de hauteur sur 13 m à la base. Un poids étonnant : 1 gr/m²



2.119 : *Encollage « Mylar » chez « Porcher Marine »*

F.2.121
Les complexes Tergal-Terphane réalisés par Brochier Espace à partir de fil et film polyester de Rhône-Poulenc. Application sur voilier : en compétition, ici sur le Charente-Maritime.

Fig. 2.116 :



chez Rhône-Poulenc, par la firme Brochier-Espace...

Pour fixer les idées, disons que le même type de film est également utilisé pour les bandes magnétiques, les interrupteurs à membrane, les condensateurs, etc. (fig. 2.1 19).

Différents produits textiles ont ainsi été mis au point, ce qui fait que l'utilisation des tissus composites ne se cantonne plus aux voiles ultra-légères. On les retrouve d'ailleurs sous différents noms sur le marché, selon qu'il s'agisse de production américaine, le terphane prenant alors le nom de *mylar* et fil « kevlar » aux USA, tandis que l'Angleterre propose ainsi « *l'aqualam* » chez GTS, les Pays-Bas « *tisstec* », LDS, ...

Il existe ainsi une gamme de complexes dont le poids varie entre 11 et plus de 200 grammes par m². Mais les possibilités de complexage sont infinies et il est donc possible de réaliser des voiles de tous types pour toutes utilisations, allant du spi au génois ou à la grand-voile, et bien entendu, à la planche à voile dont le marché se développe de plus en plus.

A titre indicatif, *la fig. 2.1 20* montre ainsi le graphique de résistance d'un tissu Aqualam équivalant au tissu classique que l'on utiliserait pour une grand-voile de 1/2 Tonner, ou génois lourd, ou encore le génois léger d'un bateau de 10 à 12 mètres...

Aujourd'hui, les voiles complexes représentent un marché de 5 % en Europe. Dans 3 ou 4 ans, ce marché dépassera les 15 %, mais *il est probable qu'il restera encore assez longtemps réservé au domaine de la compétition* et de la régate de plaisance, *(photo 2.1 21)* avant de se vulgariser réellement dans la plaisance de croisière, car il reste encore des problèmes de coût relativement élevé, de vieillissement au ferlage et chiffonnage, et de techniques d'assemblage des laizes, qui sont encore en pleine évolution dans leurs solutions...

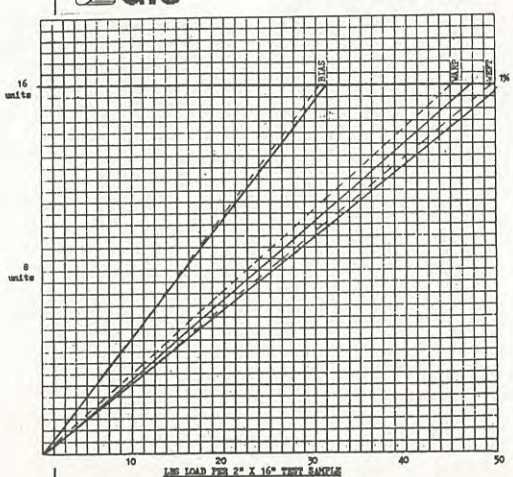
Les voiles les plus légères sont en général assemblées par collage, alors que le procédé par **thermo-soudage** semble prendre de l'ampleur. On était cependant freiné ici par le manque de machines pour les fabricants de voiles, lesquelles se mettent progressivement au point, tandis que les plus gros grammages sont encore assemblés par coutures traditionnelles, dans une technologie encore en progrès constant...

Nul doute non plus que l'on voit même les formes et dispositions des laizes sur les futures voiles de course évoluer sensiblement, compte tenu de cette possibilité nouvelle de répartir les fibres en fonction des efforts prévus...

Pour le reste, la confection de voiles classiques, avec nos toiles à voiles traditionnelles polyester a encore de beaux jours devant elle.

Fig. 2.120 : *Elongation analysis resuets*

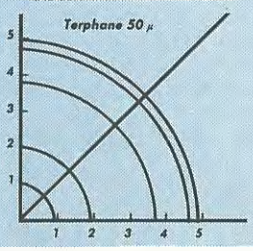
GTS **AQUALAM**



BEFORE FATIGUE		AFTER FATIGUE	
Warp	47.5 lbs	Warp	45.0 lbs
Weft	50.6 lbs	Weft	49.5 lbs
Bias	31.5 lbs	Bias	31.2 lbs

These results are typical and should not be used for specification purposes.

Fig. 2.117 :
Isotropie des films polyester à la déformation sous contrainte.





2e PARTIE

CHAPITRE 2

LES PRINCIPES GENERAUX DE LA FABRICATION DES VOILES

NOUS allons essayer dans ce chapitre d'aborder le tissu dans sa façon de le travailler, le manipuler, et l'assembler, et d'**appréhender l'objet « voile »** dans sa texture pour saisir comment lui donner des formes et du volume, en maîtrisant autant que possible le résultat.

Il est bien évident que, si l'on se contentait, pour faire une voile, de couper un simple triangle à plat, on n'aurait pour toute « forme » que le bombé rendu par l'élasticité du tissu et les déformations dues aux efforts des divers points de tire... On va donc, pour maîtriser les déformations dues à cette élasticité, **disposer les bandes de tissu en prenant garde au sens du fil dans la chaîne et dans la trame,** et faire des renforts appropriés aux points cruciaux. D'autre part, dans la coupe de ces bandes, les laizes, par des pinces et à l'assemblage, on pourra donner, en le répartissant précisément, le creux voulu selon les résultats escomptés (nous verrons ce dernier point plus loin).

Mais ceci suppose donc que l'on parte, pour cette démarche, **d'un tracé (le triangle) de base neutre ;** or, précisément, envoyé à poste sur le mât et la bôme (pour prendre l'exemple d'une grand-voile), un triangle plat ne serait déjà plus un triangle, simplement du fait du cintrage du mât et de la bôme (ou de l'étai pour une voile d'avant), ceci étant raisonné tout à fait indépendamment des déformations propres au tissu. Des sections que l'on aurait donc données à la voile sans tenir compte de cela seraient tout à fait déformées par ces variations du « *pourtour* » de la voile, répercutées dans le creux.

Pour pouvoir obtenir ces courbures initialement souhaitées, on va donc dans le dessin de la voile, donner un certain rond au tracé du guindant et de la bordure. *(Fig. 2.2 01).*

Il faut noter que ceci est tout à fait **indépendant de ce que l'on fait en donnant du rond à la chute,** où il s'agit principalement d'augmenter artificiellement la surface de la voile, soutenant l'excédant de tissu par des lattes...

Dans le même esprit, outre la valeur que l'on aura initialement déterminée ainsi pour nos ronds de guindant et bordure, on pourra ajouter une seconde valeur qui, elle, sera comptée pour entrer en jeu dans la forme donnée à la voile...

On se servira ensuite de la forme des laizes pour donner à notre surface de tissu les volumes désirés, en essayant en outre, de tenir compte des valeurs d'allongement propres à la qualité de tissu employé. Pour garder notre exemple de grand-voile, si l'on décide de lui donner des sections relativement plates vers le bord d'attaque (guindant), et un creux relativement avancé, à 40 %, pour repartir en s'aplatissant vers la chute, on arrivera à **une forme théorique de laize assez parabolique** si l'on répartit la valeur des pinces, autant sur le côté supérieur qu'inférieur de la laize en la coupant *(fig. 2.2 02)* ; nous verrons plus loin qu'il y a d'autres façons de procéder dans la pratique.

On devine dès lors **l'importance de la précision à apporter au tracé,** à la coupe et positionnement à l'assemblage des laizes, où des erreurs de 1 mm sur chaque laize auront une répercussion très sensible sur la forme générale de la voile.

Outre cette précision au tracé et à la coupe, on comprend donc que les voiliers professionnels, notamment pour les voiles de compétition, tiennent énormément compte des caractéristiques mécaniques des divers tissus employés. Les améliorations apportées dans ce sens par les tissus moder-

Fig. 2.201

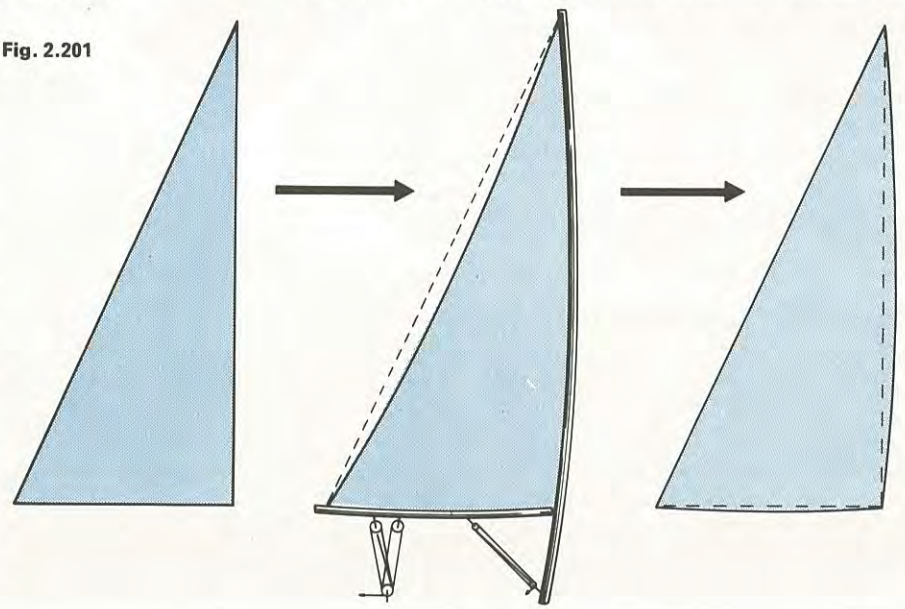


Fig. 2.202

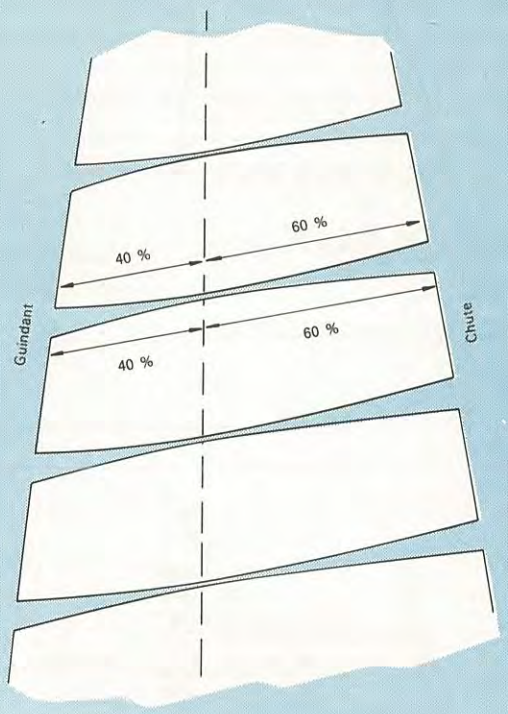


Fig. 2.204

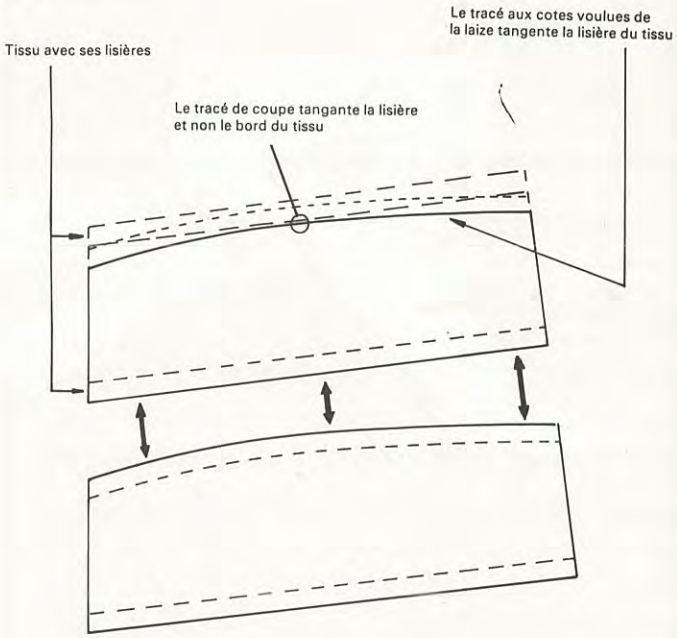
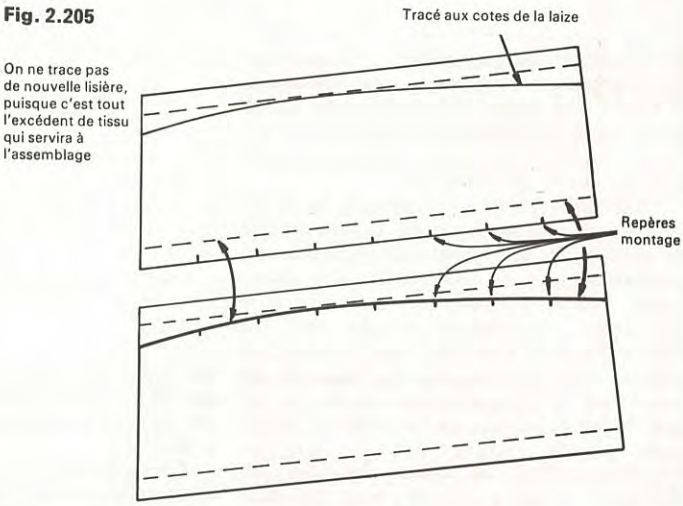


Fig. 2.205



nes, avec la réduction de l'allongement des fibres et la régularité des qualités de production, permettent d'avoir des courbes d'allongement précises qu'il est maintenant facile d'intégrer dans les données d'ordinateur en même temps que les divers paramètres propres à la coupe d'une voile, en matière de technologie de pointe. Sans aller jusque là, le simple fait de connaître avec suffisamment de précision les valeurs d'allongement des tissus permet, même en travail artisanal, de maîtriser assez facilement les éléments de coupe pour arriver aux sections et formes données, indépendamment de la possibilité de retouches après essais qui permettront, alliées à l'expérience, d'approcher au mieux la perfection.

COUPE ET ASSEMBLAGE DES LAIZES :

LORSQUE l'on coupe un tissu à voiles synthétique (ce qui est toujours le cas avec les tissus modernes), il est bien plus intéressant d'**utiliser un fer chaud,** genre fer à souder équipé d'une panne spéciale à couper, qu'une paire de ciseaux. En effet, tout en coupant, on resoudera ensemble les fils sur le bord du tissu, les bloquant et évitant ainsi que ce dernier ne puisse s'effilocher.

Ce n'est pas le cas avec une coupe aux ciseaux où, outre le fait que le tissu peut s'effilocher, les fils ne sont pas tenus en bout, et donc les « *mailles* » peuvent se déformer plus facilement. C'est, en outre, obligatoirement le cas **lorsque l'on travaille du coton,** ce qui implique certaines particularités de travail que nous verrons dans la troisième partie de ce Hors Série, concernant les voiles traditionnelles.

Compte tenu de ce qui précède, on a trois façons principales de faire entrer, à l'assemblage des laizes, la valeur des pinces dans la forme de la voile que l'on est en train de confectionner.

La première est de couper les bords inférieur et supérieur de chaque laize, en répartissant la moitié de la valeur établie, sur chacun d'eux, comme nous l'avons vu sur la *figure 2.2 02.* Les laizes sont alors présentées avec un recouvrement constant de part et d'autre pour la couture. Dans la pratique, cette façon de procéder n'est pratiquement plus employée, si ce n'est dans certaines coupes de spis...

La seconde, simplification pratique de la première, consiste à **tracer la valeur de la pince uniquement sur le bord supérieur de la laize,** le bord inférieur restant donc droit *(fig. 2.2 04)* ; on divise donc par deux le travail de traçage et de coupe sur chaque laize. A l'assemblage de deux laizes, le bord inférieur de la laize supérieure viendra donc suivre la courbe du bord supérieur de la laize inférieure, représentant la pince, avec un recouvrement constant.

Une troisième méthode, issue de ce qui précède, consiste à simplement tracer la courbe de la pince sur le bord supérieur de la laize, sans la couper ; à l'assemblage, on fera donc suivre ce trait au bord inférieur (qui est droit comme dans la méthode précédente) de l'autre laize *(fig. 2.2 05)* : **Le recouvrement n'est donc plus constant.**

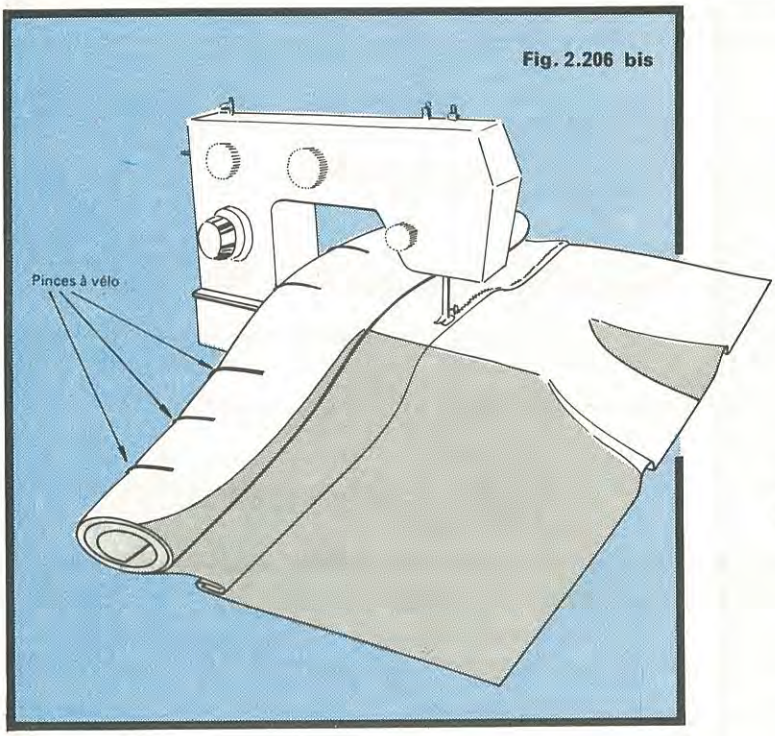
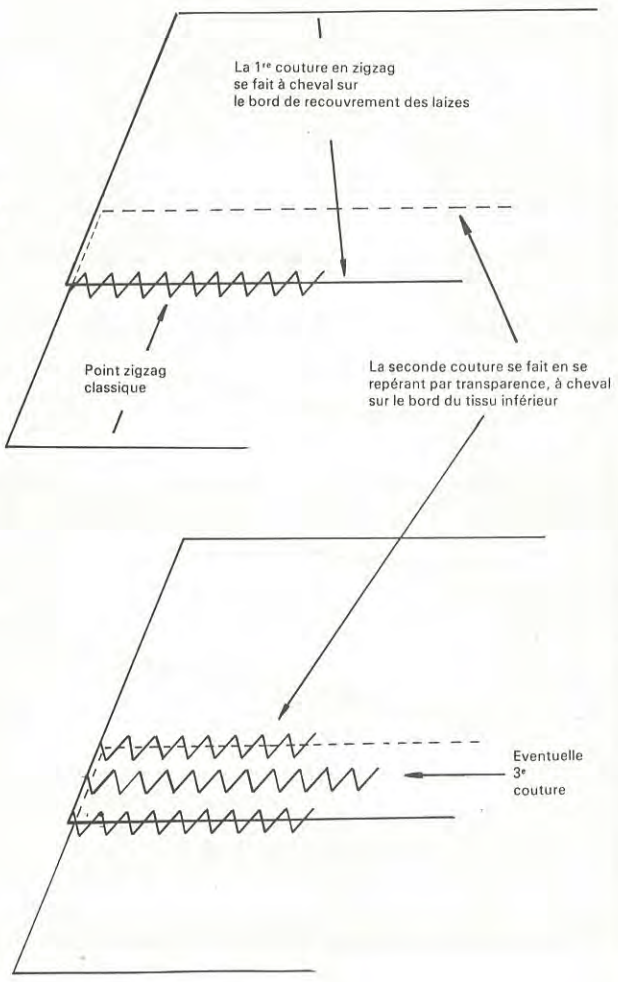


Fig. 2.206 bis

Fig. 2.206



Cette façon de procéder a l'avantage d'offrir **plus de souplesse de manipulation,** et donne une marge plus importante par la suite, pour les éventuelles retouches. C'est donc celle que l'on recommandera, notamment en confection amateur.

La largeur de recouvrement des laizes est déterminée de façon standard, pour que la résistance de l'assemblage corresponde aux caractéristiques du tissu, selon son grammage. Ainsi, la lisière est marquée à la fabrication, le long de chaque bord du tissu ; lorsque l'on fait une coupe, on reporte donc cette valeur de lisière sur le tracé pour le recouvrement. Celle-ci a été conventionnellement établie selon le grammage. Chaque tissu est ainsi lisé selon sa résistance, allant de 1,4 cm dans les 200 grammes, jusqu'à 2,5 cm pour les plus gros.

On reprendra ces mêmes valeurs lorsque l'on tracera le bord des laizes.

Au montage, **afin de positionner les laizes bien en face l'une de l'autre,** sans risque de décalage, dû, par exemple à une différence de tension que l'on donnerait au tissu, **on marque au crayon une série de repères,** tous les 50 cm, le long de chaque lisière de laize, en partant du sommet de la courbe de cette dernière, de part et d'autre... *(c.f. fig. 2 05).*

D'autre part, on utilisera ici du scotch double face pour monter les laizes en les gardant ainsi facilement en place pour la couture.

En effet, **les deux épaisseurs de tissu,** en passant sur la machine, **ont nettement tendance à ne pas avancer exactement à la même vitesse,** surtout sur les machines à coudre traditionnelles : l'entraînement classique du tissu se fait ici « à griffe », système qui n'agit que par-dessous, donc sur une seule épaisseur de tissu, et mord mal sur le polyester, et ce d'autant plus s'il est épais. En collant ainsi l'assemblage au scotch, la griffe pousse les deux épaisseurs de tissu en même temps (puisqu'elles sont solidaires).

Ceci permet de se passer de « puller » (perfectionnement que l'on ne trouve que dans les machines professionnelles de voiliers), et donc d'utiliser des machines « amateur »... que l'on pourra par ailleurs embarquer à bord, en grande croisière, pour l'entretien de la garde-robe du bateau...

*

Passer la voile à la machine *peut ne pas paraître très aisé,* étant donné la quantité de tissu en présence. En fait, on va rouler la voile sur elle-même, pour la passer sous le bras de la machine, ce qui, l'habitude aidant, ne pose pas de gros problème. Pour débuter, on se facilite le travail en maintenant le tissu roulé, ferlé, dans une série de pinces à vélo ! *(fig. 2.2 06 bis).*

Les coutures se font au point zigzag : La première est faite en passant à cheval sur le bord de la première laize et la deuxième qui se trouve dessous *(fig. 2.2 06).* Puis on fait, avant de passer à la laize suivante, la deuxième couture, qui, de la même façon que la précédente, doit être à cheval cette fois sur le bord de la seconde laize (du dessous), que l'on arrive facilement à suivre, en voyant la limite par transparence.

Cette seconde couture est absolument impérative en croisière, sur toutes les voiles en tissu polyester, y compris sur les voiles légères. On ne peut en aucun cas se contenter d'une seule couture, comme cela malheureusement commence à apparaître sur le marché de grande série (on ne parle évidemment pas là des spis et autres voiles réalisés en nylon, où l'assemblage, nous le verrons, est encore différent).

Sur les voiles les plus lourdes, *et pour la grande croisière,* ***on fera ensuite une troisième couture,*** *positionnée entre les deux premières ;* c'est en fait la plus facile et la plus rapide à réaliser, puisque l'assemblage est totalement en place et que le tissu n'a par conséquent, aucune raison de bouger : dès lors, pourquoi s'en priver !

Cette troisième couture n'a, en revanche, pas lieu d'être sur les génois légers.

Une dernière remarque pratique s'impose enfin. Il est bien préférable de commencer toutes les coutures de la voile en partant toujours du même bord ; on démarrera la piqûre environ 3 cm plus loin que le bord, pour revenir en arrière, et ensuite repartir dans le bon sens.

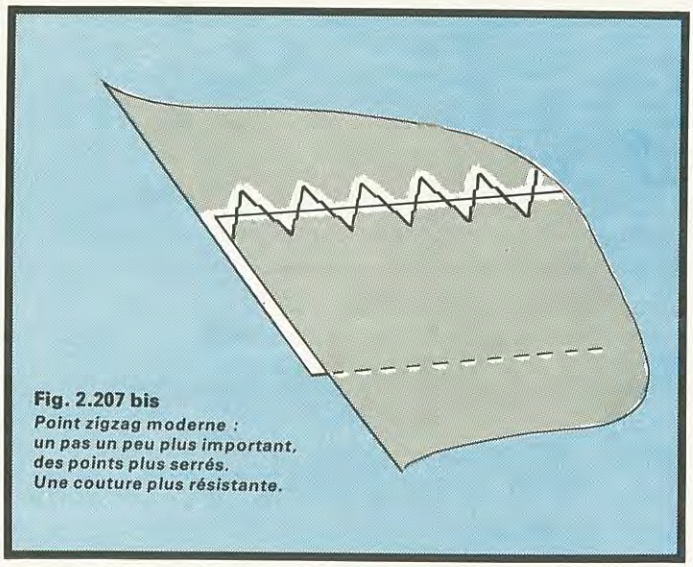


Fig. 2.207 bis
Point zigzag moderne : un pas un peu plus important, des points plus serrés. Une couture plus résistante.

Fig. 2.207

	Largeur (mm)	Pas (mm)
de 0 à 280 g	6	5
Au-delà et donc à 3 coutures	4,5 à 5	4,5 à 5

Fig. 2.208 : ***Principe de correspondance entre le tissu, le fil et l'aiguille***

Grammage (polyester)	N° d'aiguille	Fil polyester (n° selon la marque)
110 à 200 g/m²	80 à 100	50/3 ou 81
200 à 280 g/m²	100 à 120	30/3 ou 61
300 à 400 g/m²	120 à 160	20/3 ou 51 à 41

Pour les coutures dans de très fortes épaisseurs tels les renforts, il vaut mieux prendre la précaution d'huiler légèrement le fil pour éviter la surchauffe, en le faisant frotter sur un petit bloc de cire placé sur son passage, ou un chiffon imbibé d'huile aux silicones... Le fil, autant que les aiguilles, casseront ainsi nettement moins souvent...

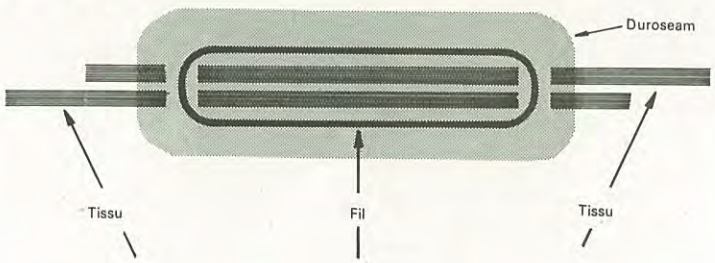
Le point zigzag *à la machine peut avoir un pas (une amplitude ou vitesse d'avancement) variable selon le réglage de cette dernière)* ; on le déterminera selon le grammage du tissu à coudre, en restant entre 4 à 6 mm. La largeur du point, elle aussi, reprend sensiblement les mêmes valeurs, entre 4 et 6 mm *(fig. 2.207)*.

Sur les machines modernes, ce point zigzag a été amélioré, pour avoir une meilleure résistance des coutures *(fig. 2.207 bis)*. Le pas du zigzag est légèrement plus important, mais chaque partie droite du point est en fait divisée en 3, ou 4, petits points droits ; la couture étant ainsi plus serrée, elle se défera plus difficilement si l'on arrache le fil. Ce procédé n'est toutefois utilisé qu'avec les tissus soft et médium, plus souples, et non avec les tissus hard où l'empesage est tel que les efforts dans le tissu ne se répartissent pas sur l'ensemble du point (le pas étant augmenté) ; ces tissus hard, au contraire, nécessitent donc un pas plus réduit, encore qu'une polémique, là aussi, semble se perpétuer...

Le point droit en voilerie, n'est utilisé que dans les coutures de ralingue, les coutures d'étranglement, et nous le verrons plus loin, dans certaines phases d'assemblage de voiles comme avec la coupe anglaise (ou à épine), et autres méthodes propres aux nylons des spinakers et autres voiles légères assimilables...

La raison d'être du point zigzag, par ailleurs omniprésent en travail de voilerie, tient au fait que la toile à voiles étant un matériau élastique, sous la tension, le tissu s'allonge, puis revient en place (sauf bien sûr si celle-ci dépasse la limite d'élasticité du tissu).

Fig. 2.208 bis



L'assemblage entre deux laizes doit donc lui aussi pouvoir subir les mêmes déformations temporaires et revenir ensuite en place initiale, ce qui est le cas avec le point zigzag.

C'est, de plus, le point qui maintient le mieux les fils sur la lisière du tissu, lui évitant de s'effilocher, sécurité supplémentaire, dans le cas du tissu polyester (mais non avec le coton...) à la coupe réalisée au fer chaud.

Le choix du fil et des aiguilles *a également une grande importance dans la tenue d'une couture.* Le fil, ainsi, doit être à haute ténacité, et de même nature que le tissu utilisé (polyester). Quant au diamètre, tant du fil que de l'aiguille, il est déterminé en liaison avec le grammage du tissu à coudre : il est important de veiller à ne pas utiliser d'aiguille plus grosse que nécessaire au fil, car il est bien inutile d'affaiblir le tissu par des trous plus gros que ce dont a besoin le fil pour passer... **La fig. 2.2 08 donne un tableau de correspondance entre le grammage des tissus, et les numéros des aiguilles et fils appropriés.** Le numérotage du fil, en rapport avec son diamètre, varie selon le fabricant (français, japonais...) ; il est toutefois inversement proportionnel à l'augmentation de grosseur, c'est-à-dire qu'un fil n° 51 ou 20/3, est plus gros qu'un n° 61 ou 30/3, et ainsi de suite... Il est toronné polyester, et conditionné en boîtes de 8 fuseaux de 250 grammes chacun, généralement.

Le numérotage des aiguilles, quant à lui, correspond au diamètre de celles-ci, en millimètres ; ainsi, une aiguille de 80 a un diamètre de 0,8 mm, et une de 140 un diamètre de 1,4 mm, etc. Enfin, **pour éviter de percer le tissu plus gros que nécessaire,** on choisira, pour un même diamètre de fil, l'aiguille correspondante, la plus petite, s'il s'agit d'un simple assemblage entre deux épaisseurs de tissu. Pour des raisons de solidité évidentes, on passera au diamètre supérieur pour coudre un ourlet, par exemple, et au diamètre encore plus fort pour les renforts où les épaisseurs sont encore plus importantes...

La tension à donner au fil pour que les points serrent bien le tissu sans le faire froncer, doit ainsi être réglée pour que le nœud de chaque point soit bien appliqué contre le tissu de l'autre côté, et même à l'intérieur du tissu, dans le trou de l'aiguille.

Sur les tissus hard, pour que le fil de couture ne se coupe pas, à la longue, en frottant contre le bord de ses trous (ceux-ci

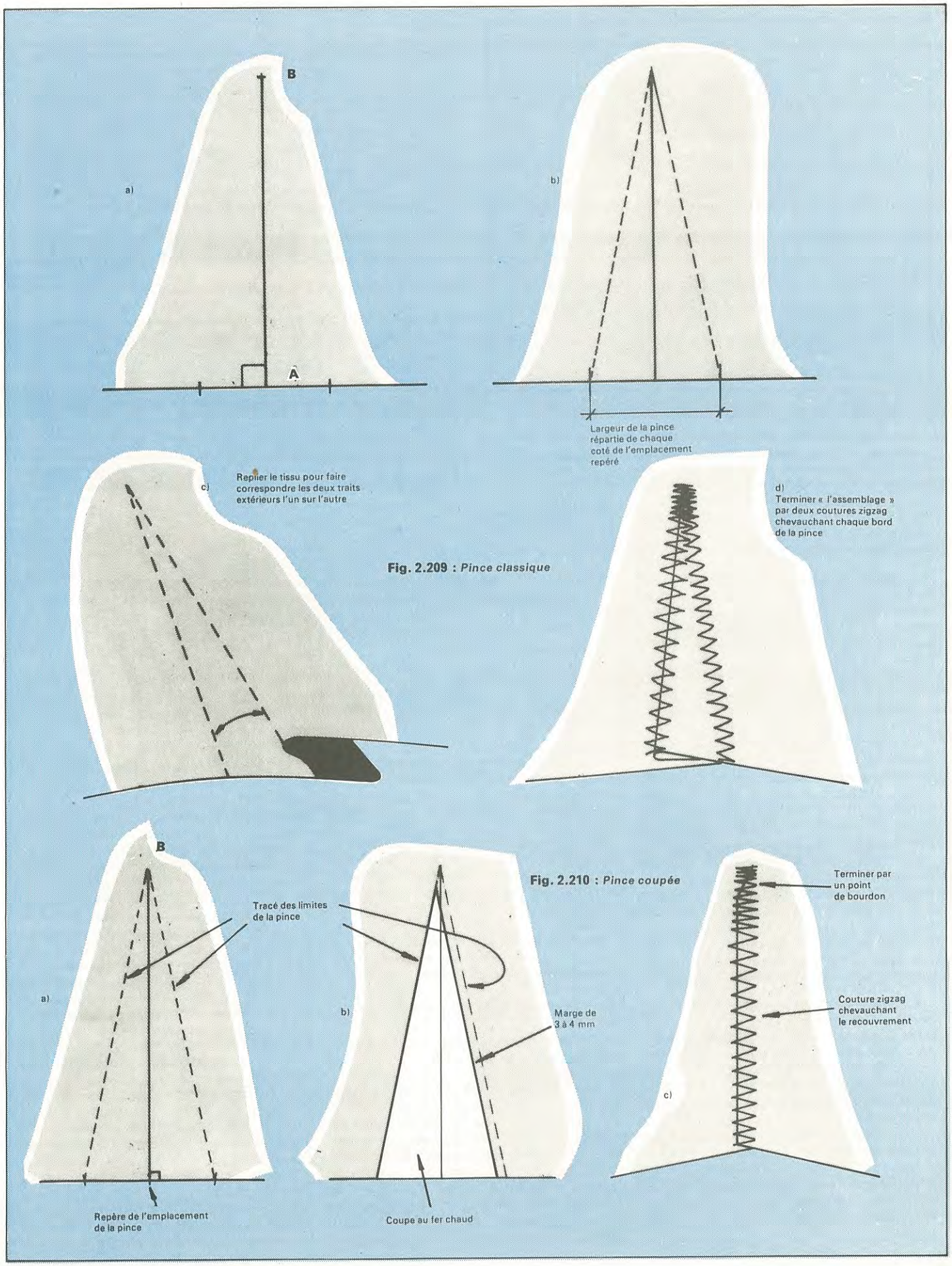


Fig. 2.209 : *Pince classique*

Fig. 2.210 : *Pince coupée*

étant durs du fait de la très grande raideur du tissu, très empesé), on peut enduire les coutures d'un produit spécial le Duroseam, de chez Hood, qui enveloppe le fil et pénètre dans les points, de façon à les bloquer également *(Fig. 2.2 08.bis)*.

Les pinces supplémentaires : Nous avons vu précédemment que l'on donne de la forme à la voile en coupant les laizes avec une diminution progressive des extrémités vers le centre (plus ou moins « excentré » d'ailleurs !), créant ainsi des pinces à l'assemblage... On peut également avoir besoin de pinces supplémentaires d'ampleur et profondeur plus ou moins importantes, dans le tissu entre les coutures.

Deux façons de procéder s'offrent alors, avec les pinces classiques de couturier, et les pinces coupées :

Pour faire une ***pince classique,*** on trace, de part et d'autre du trait « A » repérant l'emplacement de la pince, deux petits traits espacés de la valeur de la moitié de la largeur de la pince souhaitée. Sur le trait central, on marque la profondeur à donner à la pince, et de ce point « B » on trace deux traits rejoignant chacun l'une et l'autre des marques de la largeur de la pince *(fig 2.2 09)*. On replie alors le tissu pour faire correspondre les deux traits extérieurs l'un sur l'autre, on écrase le tissu pour bien marquer ces plis, et on termine par deux coutures en zigzag, chevauchant chaque bord.

L'inconvénient de ce type de pince est qu'au point « zéro » de la pince, **il subsiste toujours un petit pli en surépaisseur.** D'autre part, cette façon de procéder est à déconseiller principalement sur les chutes, où la surépaisseur de tissu ne fait qu'apporter un poids supplémentaire, là où l'on n'en a vraiment pas besoin, et ce d'autant plus que le rond de chute sera important.

En revanche, on l'emploiera notamment dans les spis, où le tissu, très fin, se plie bien, est léger, lorsqu'on voudra se réserver une marge de retouches éventuelles dans la valeur des pinces...

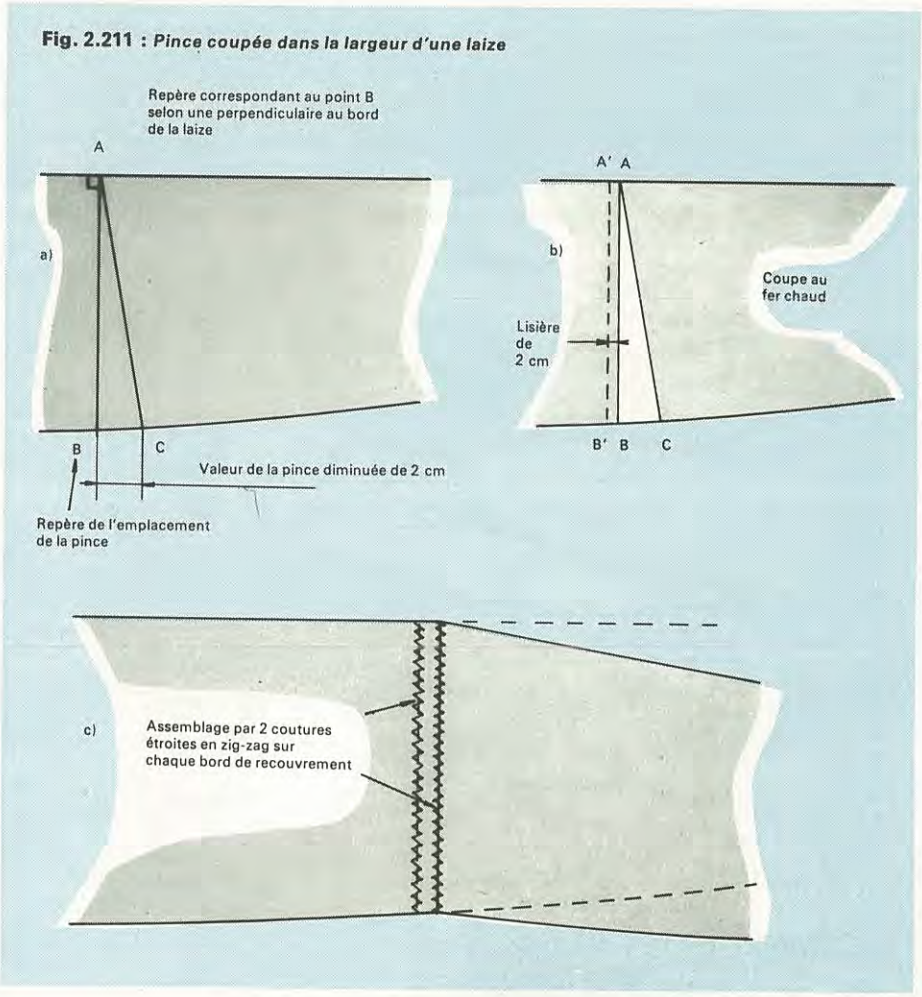
Les pinces coupées : Pas plus compliquée ni plus longue à réaliser, en s'y prenant comme nous le verrons plus loin, la pince coupée a l'avantage sur la précédente d'un travail net et précis, sans plis...

Une première méthode consiste simplement à marquer la pince comme nous l'avons vu au début pour la pince classique. On coupe ensuite le tissu au fer chaud, en se réservant une marge de recouvrement de 3 à 4 mm *(fig. 2.2 10)*. Les bords sont alors rapprochés, et cousus ensemble avec ce recouvrement par une couture en zigzag chevauchant ce dernier, donc avec une largeur de point de 4 mm à 5 mm ; **cette couture est arrêtée, au bout de la pince, par un point « de bourdon »**, c'est-à-dire que l'on réduit au minimum le pas du zigzag, pour obtenir ainsi des points pratiquement parallèles les uns aux autres.

Lorsque la pince est à faire en travers de la laize, sur toute sa largeur (pinces de bordure, chap. 4), **on procède différemment,** portant la valeur, diminuée de 2 cm, de la pince, entièrement du même côté du trait marquant l'emplacement *en « B »* de la pince, arrivant au point « *C* » pour tracer le trait oblique à partir du point « *A* » marquant l'emplacement de celle-ci *(fig. 2.2 11)*. On trace ensuite, en regard du premier trait (qui marque l'emplacement de la pince), un trait parallèle espacé de 2 cm (A' — B'). Le long de ce trait, on collera une bande de scotch double face. La pince étant coupée au fer chaud, on rapproche le côté oblique de la laize coupée sur le scotch, le point « C » venant sur le point « *B* » *et* « *A* » *sur* « *A'* ». L'assemblage se fait alors par **deux coutures étroites en zigzag.**

Cet assemblage à deux coutures offre ainsi, outre la solidité, une sécurité supplémentaire au vieillissement.

Fig. 2.211 : ***Pince coupée dans la largeur d'une laize***



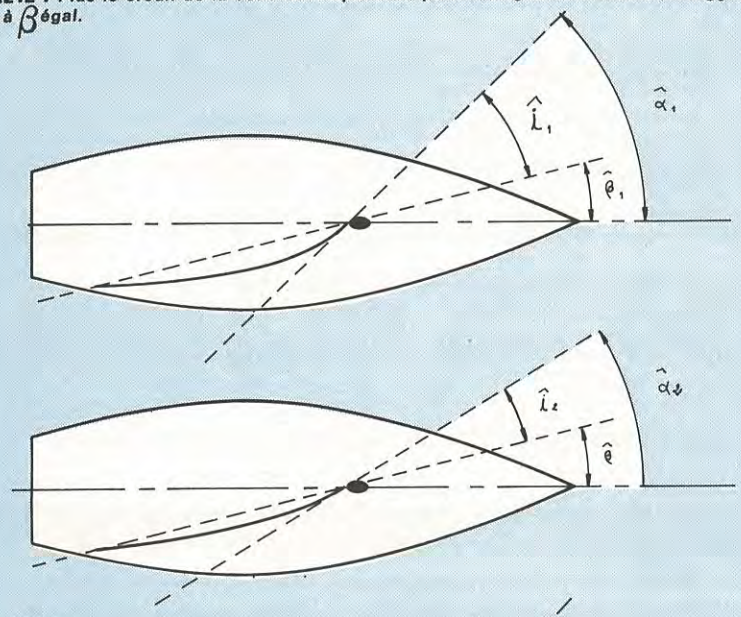
Après avoir vu comment il est possible de maîtriser cette matière première qu'est le tissu à voiles pour la couper, l'assembler et *« donner des formes »* à ce que nous voulons être une voile, il reste, dans leurs généralités, à voir où, et selon quels principes, vont devoir se répartir ces formes, pour comprendre les lois qui en régissent le rendement...

Pour que le triangle représentant une voile devienne un profil aérodynamique, on va donc lui donner des sections courbes, tant horizontalement que verticalement. On sait, par ailleurs, qu'une voile tire le bateau, par la dépression qu'elle crée devant elle (sur son extrados), et non le pousse, et celà y compris aux allures portantes... Plus ses sections horizontales seront creuses, plus cette voile aura de puissance ; l'envers de la médaille est, par contre, que plus cette courbure est grande, plus l'angle d'incidence avec le vent où elle va commencer à faseyer sera grand lui aussi *(fig. 2.2 12)*. Si cela n'est pas gênant pour les voiles de portant, on voit qu'il n'en est pas de même pour celles avec lesquelles on voudra remonter le vent. **Les performances au près vont donc limiter le creux** que l'on peut donner à la voile ; on pourra toutefois tricher en reculant ce creux au maximum (fig. 2.2 13), de façon à lui garder son ampleur maximum sans augmenter l'angle d'incidence limite du faseyement, l'orientation de la tangente s'en trouvant modifiée.

On peut donc ainsi, dans le réglage d'une grand-voile, choisir soit de garder le même cap mais augmenter sa vitesse en la creusant, ce qui est généralement l'option prise en mer agitée où l'on a davantage besoin de puissance, soit, en aplatissant la voile et reculant le creux, réduire l'angle d'incidence, et donc l'angle de remontée au près, sans augmenter sa vitesse...

Les caractéristiques propres à chaque bateau entrent bien sûr ici en ligne de compte, d'autant qu'en augmentant et reculant le creux, on augmente également

Fig. 2.212 : *Plus le creux de la voile est important, plus $\hat{i}$ est grand, et donc, plus α du près est grand, à β égal.*

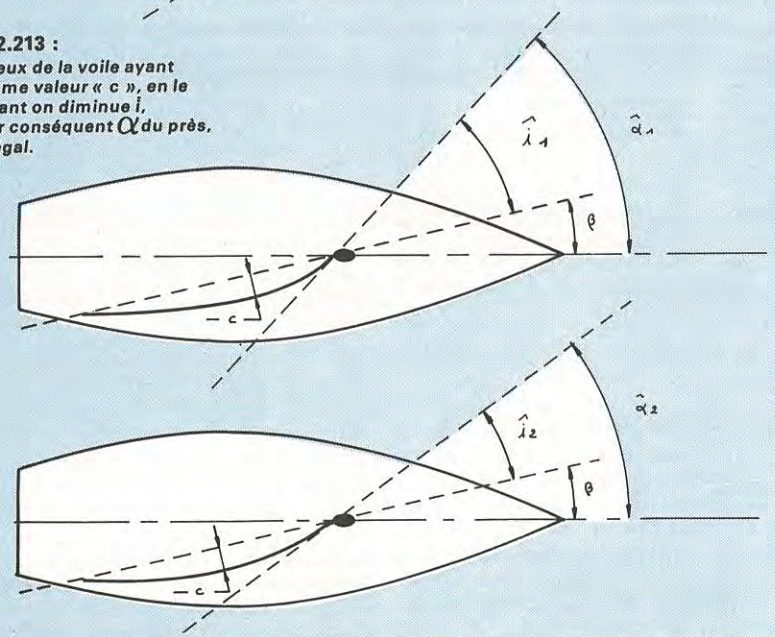


$\hat{i}$: angle d'incidence du vent tangentant la voile à la limite du foseyement

α : angle du bateau par rapport au vent

β : angle de la voile par rapport au bateau

Fig. 2.213 :
Le creux de la voile ayant la même valeur « c », en le reculant on diminue $\hat{i}$, et par conséquent α du près, à β égal.



sensiblement la **composante latérale,** *(fig. 2.2 14)* **qui fait gîter le bateau,** alors qu'avec un creux avancé et une voile plus plate sur l'arrière, cette composante latérale est diminuée. En régate, les possibilités d'accélération, si le vent est instable, sont également réputées meilleures dans ce dernier cas.

En revanche, l'influence du profil du mât sera particulièrement importante pour le rendement d'une voile au creux très avancé, remarque qui n'a pas lieu d'être pour les voiles d'avant !...

Trois facteurs vont donc nous limiter dans l'ampleur à donner au creux d'une voile : **l'angle de remontée au près, la composante latérale** qui fait gîter le bateau, et ceci de manière d'autant plus sensible que le vent sera fort (les caractéristiques de stabilité du bateau sont donc à prendre en ligne de compte), **et la position donnée au creux dans la voile,** déterminant le compromis puissance/angle de remontée au vent, où le déplacement du bateau sera, lui aussi, un élément de choix.

Lorsque l'on a deux voiles, gréées l'une derrière l'autre avec un certain recouvrement, on sait qu'il se produit **un effet d'accélération de la circulation de l'air** sur l'extrados de la voile avant, et donc une amélioration de son rendement *(fig. 2.2 15)*. Par contre, l'angle d'incidence des filets d'air ainsi déviés successivement par les deux voiles, se réduit.

Ainsi, et compte tenu de tout ce qui précède, on en arrive à la tendance actuelle dans le compromis de la répartition du creux et son ampleur, entre la voile d'avant et la grand-voile. **Anciennement, on donnait une prépondérance au rôle propulsif de la grand-voile ;** on lui donnait donc pas mal de creux sur l'avant. La voile d'avant, par conséquent, ne pouvait pas être très rentrée lorsqu'on la bordait au maximum au près, pour ne pas qu'elle vienne refouler dans la grand-voile ; son angle d'incidence était donc relativement grand *(fig. 2.2 16 A)*.

Pour améliorer les performances au près, en même temps que l'évolution des carènes, on a diminué le creux sur la grand-voile, sensiblement reculé (plus ou moins, selon les choix énoncés précédemment), ce qui est logique étant donné les perturbations dans lesquelles travaille un creux avancé derrière le mât. Par contre, **on a augmenté le rôle propulsif de la voile d'avant** qui non seulement peut être rentrée davantage sans gêner la grand-voile, mais également avoir un creux plus important, légèrement reculé *(fig. 2.2 16 B)*.

Le rôle des voiles d'avant est donc devenu prépondérant, ce qui a été perdu dans la grand-voile ayant été largement compensé par les possibilités accrues des génois et autres.

Dans **les gréements 7/8e et assimilés,** la partie haute de la grand-voile n'étant pas en relation avec la voile d'avant, on a pu ainsi lui redonner **un surcroît de puissance dans le haut ;** sa forme n'y est donc totalement différente que dans la partie basse, bien qu'on soit ici limité par son dévers naturel.

L'angle d'incidence du vent apparent, qui en haut n'est pas réfléchi par la voile d'avant, est de ce fait plus ouvert ; on peut donc redonner plus de creux à cette partie de la grand-voile *(fig. 2.2 17)*. **On en revient alors à élargir la têtière et (ou) arrondir la chute davantage, pour augmenter la surface du haut de la voile...** et l'on redécouvre, améliorés, les avantages du gréement bermudien ! (indépendamment des problèmes de pénalité de jauge, mais c'est une autre histoire).

Tout ceci montre bien que **d'innombrables diversités de combinaisons de profils et sections** sont à la disposition des maîtres voiliers, qui doivent en outre tenir compte du type de bateau, d'utilisation et de navigation concerné... Cette recherche

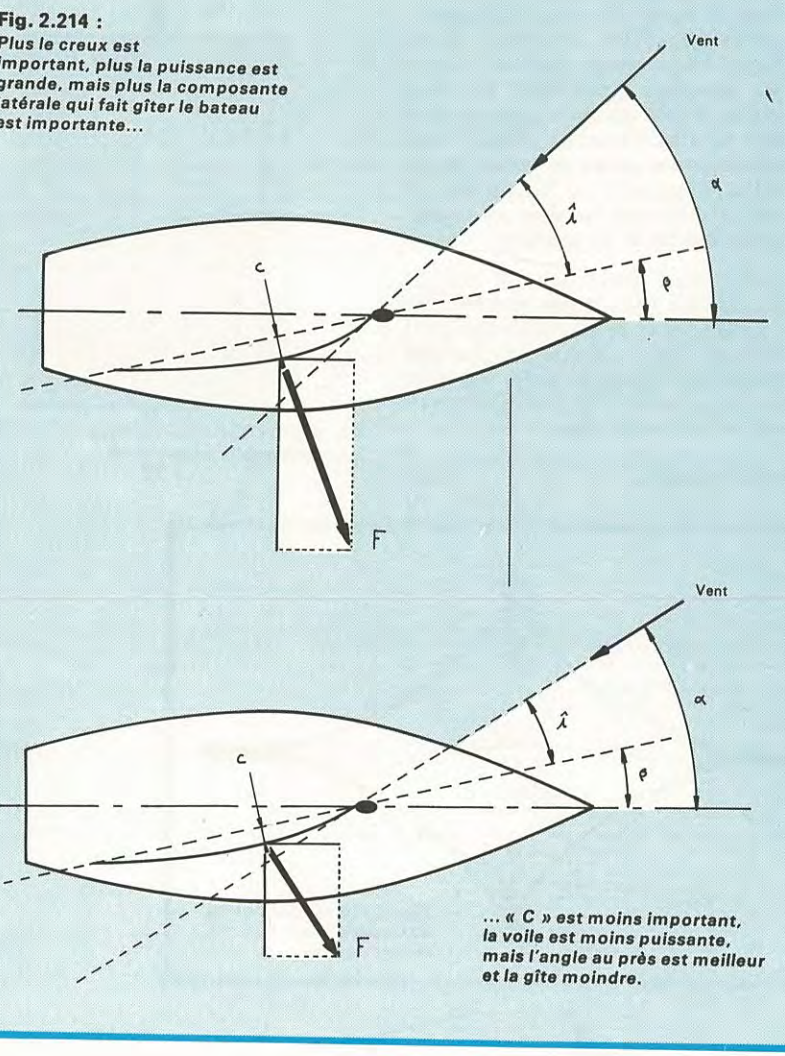
d'optimisation et de perfectionnement, en particulier dans le domaine de la compétition, de la rapidité d'étude et rendement de production d'autre part, trouve naturellement un terrain de rencontre avec l'ère de l'informatique.

***L'ordinateur** est donc dès lors un formidable emmagasineur d'informations, dont il facilite et simplifie l'utilisation par une plus grande rapidité de synthèse :* c'est pourquoi de nombreuses voileries s'équipent ainsi, outre les facilités de gestion offertes par des programmes parallèles.

Instrument de travail, l'ordinateur bien sûr n'invente rien, et ne pourra jamais que **restituer les synthèses d'éléments qu'on lui aura mis en mémoire,** éléments issus pour chaque maître-voilier de ses propres connaissances et expériences ; c'est pourquoi il lui permet d'utiliser au mieux ses compétences et sa personnalité, mais non de les remplacer... L'ordinateur le plus perfectionné n'a aucune chance de sortir quoi que ce soit de génial s'il n'a pas derrière lui un génie. Il reste cependant un merveilleux outil pour qui a les débouchés aptes à en exploiter les possibilités.

Ainsi, de grandes voileries, qui travaillent autant dans la grande série que la technologie de pointe, peuvent se permettre d'utiliser à fond ces innombrables possibilités de l'informatisation, tant dans calculs et tracés que dans la réalisation des voiles. On en arrive ainsi à ajouter à l'ordinateur-emmagasineur et synthétiseur d'informations (calculateur de surcroît), des tables à tracer, qui permettent de **visualiser les résultats théoriques et les corriger** au besoin, directement, avant de faire ressor-

Fig. 2.214 : *Plus le creux est important, plus la puissance est grande, mais plus la composante latérale qui fait gîter le bateau est importante...*



... « C » est moins important, la voile est moins puissante, mais l'angle au près est meilleur et la gîte moindre.

Fig. 2.215 : *La grand-voile reçoit des filets d'air dont l'angle par rapport au bateau est déjà défléchi par la voile d'avant ; elle est donc plus bordée que la voile d'avant.*

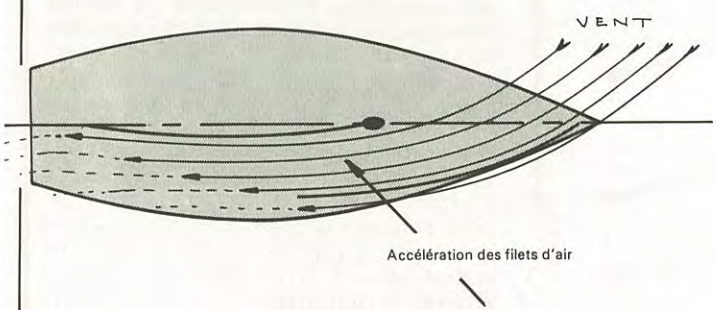
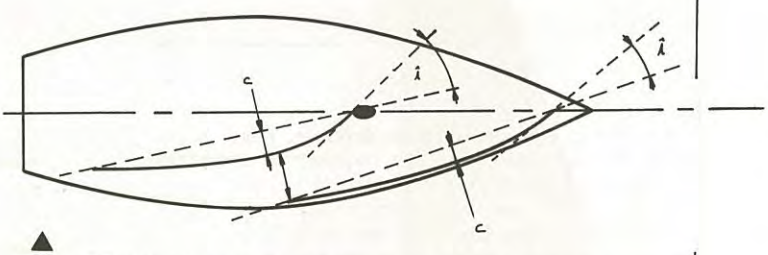
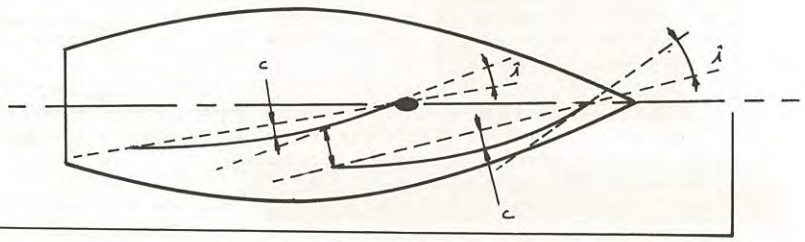


Fig. 2.216 : *Anciennement, la grand-voile était la principale voile propulsive. Aujourd'hui, c'est la voile d'avant, ce qui permet en outre d'avoir un angle d'incidence réduit.*



▲ *A - Anciennement, creux de G.V. important et avancé, le foc très plat ne peut être rentré.*



B - Tendance moderne : on réduit et recule le creux de la grand-voile, ce qui permet de rentrer la voile d'avant et donc de gagner très sensiblement en angle d'incidence. On en profite pour augmenter son creux, que l'on recule, lui donnant de la puissance propulsive. ▶

tir les nouvelles cotes ainsi obtenues. Allant plus loin encore, on peut intégrer ces cotes à des tables de coupe à commande numérique, qui tailleront les différentes laizes détaillées par l'ordinateur, dans un « matelas » de plusieurs épaisseurs de tissu (comme cela se fait depuis longtemps dans l'industrie de l'habillement) sortant ainsi du même coup des séries de voiles identiques (voiles monotypes)... Sans parler de l'électronique assistant les diverses machines à coudre (ou tables de couture).

Sans aller aussi avant dans la voie de l'industrialisation (voie moins ouverte, on en conviendra, dans ce domaine que dans l'habillement par exemple), nombre d'entreprises de voilerie de taille moyenne s'adjoignent les services d'un ordinateur tel que nous l'avons vu plus haut.

A titre d'exemple.

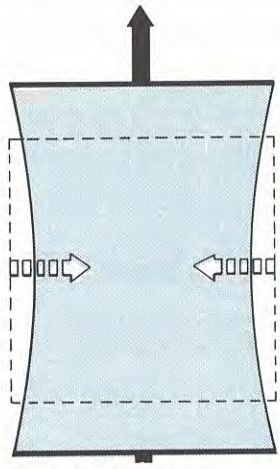


Fig. 2.218 : *Déformation type en traction dans le sens du fil*

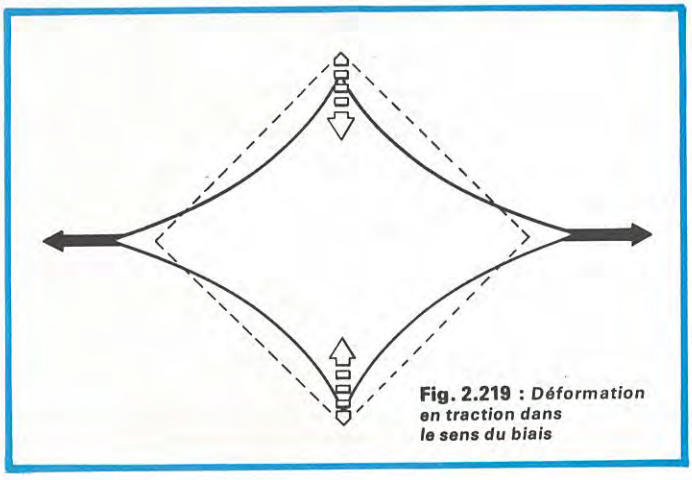


Fig. 2.219 : *Déformation en traction dans le sens du biais*

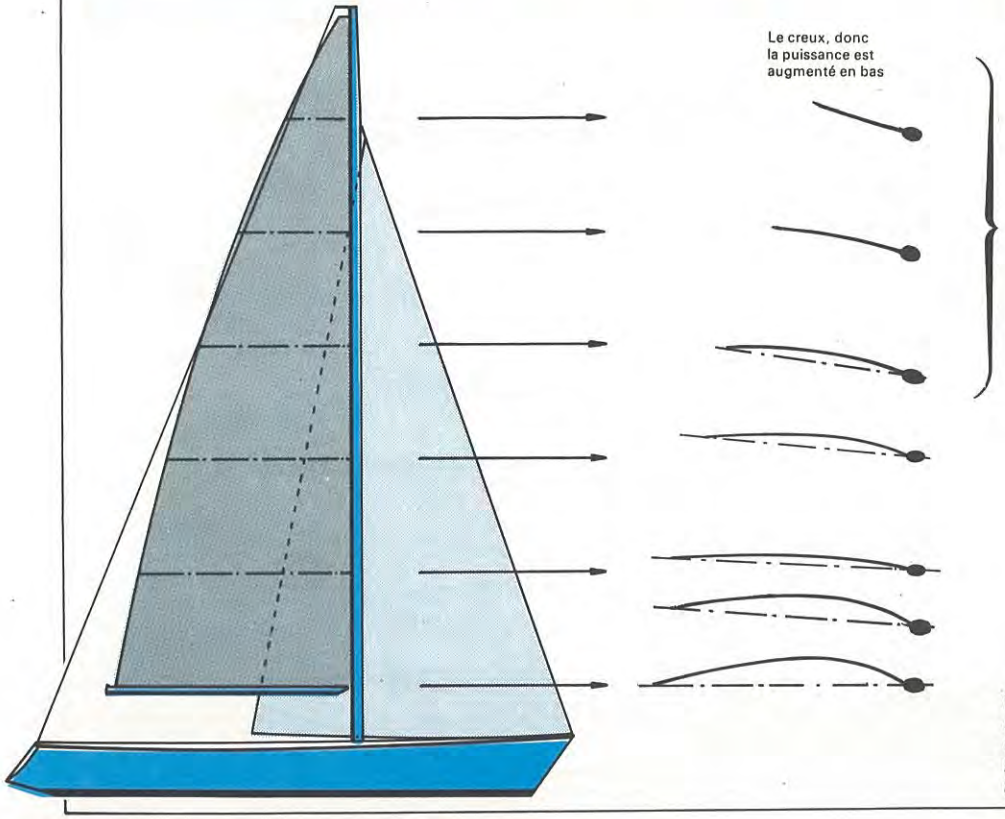


Fig. 2.217 : *Quand le gréement n'est pas en tête, on profite de l'angle d'incidence qui se trouve plus ouvert en haut qu'en bas, le flux de l'air n'y étant pas défléchi par la voile d'avant, pour redonner plus de creux aux sections de la voile.*

Il est donc intéressant de suivre le cheminement de **la création d'une voile assisté par ordinateur,** à titre d'exemple, comme nous l'a livré la Voilerie Yan, ainsi équipée.

Pour comprendre ce cheminement, il est bon de rappeler les trois principaux paramètres qui caractérisent une voile :

1°) ***Sa triangulation,*** c'est-à-dire le triangle dans lequel s'inscrit la voile, et qui en définit les dimensions.

2°) ***La ligne de creux de la voile,*** dans laquelle est positionné le creux maximum.

3°) **Le profil de la voile,** qui définit les formes que l'on va lui donner, dans le sens vertical.

Reprenons maintenant chacun de ces paramètres pour les étudier plus en profondeur et voir quels sont les moyens dont dispose le voilier pour les manipuler et ainsi parvenir à la voile désirée.

1 - Triangulation : Nous l'avons vu précédemment, ce paramètre définit les dimensions de la voile, le voilier ne peut donc pas jouer sur celui-ci puisqu'elles sont données par l'architecte dans son plan de voilure, ou définies par des règles de jauge.

Toutefois, si la triangulation dimensionne le guindant, la chute et la bordure de la voile, elle laisse, par contre, toute liberté au concepteur pour jouer sur leurs formes. C'est ici que l'on rejoint pour la première fois notre ordinateur.

Le programme d'assistance à la coupe des voiles comporte un certain nombre de bases de données qui mémorisent des formes. Ces bases de données ne sont pas « figées » et peuvent être complétées à tout moment, en se basant sur de nouvelles expériences, mais elles ont le grand mérite d'être stockées et donc d'être reproduites avec la plus grande fiabilité.

Ces bases de données permettent de stocker des formes particulièrement étudiées pour tous les types de voiles, tous les types de bateaux, tous les types de temps ou de mer rencontrés. Il suffit alors de choisir celle qui convient le mieux à la voile désirée.

2 - Ligne de creux de la voile. Ce paramètre est celui qui définit l'emplacement

du creux maximum par rapport à la corde de bordure. Sa principale influence est de jouer directement sur les incidences d'attaque et de fuite d'une voile.

Il apparaît ainsi qu'une voile qui aurait une attaque trop fine « décrocherait » trop facilement et par corollaire aurait une chute ayant toutes les chances de refermer. Deux inconvénients qu'il convient d'éliminer systématiquement...

Comme pour la triangulation, les bases de données « ligne de creux » permettent d'effectuer des choix nécessaires et de spécialiser les voiles vers l'utilisation pour laquelle elles sont destinées.

3 - Profil de la voile. Si l'on regarde une voile de l'avant, de telle sorte que le guindant et la chute de la voile soient dans le même plan, on découvre ainsi le profil de la voile, qui passe par les maxima de la ligne de creux. Il détermine donc aussi le volume de la voile.

Comme pour les deux premiers paramètres que l'on a déjà étudiés, on constituera des « bases de données profil », que l'on pourra ressortir de la mémoire ordinateur en fonction du modèle de voile à réaliser.

Ces trois paramètres choisis, la voile est parfaitement définie. Cependant, avant de lancer l'exécution du plan de coupe, **il faut encore prendre des précautions pour bien vérifier que la voile ainsi définie, correspond bien à ce que l'on souhaite.** Pour cela, on dispose de deux possibilités :

1°) Faire dessiner une ou plusieurs sections de la voile à différents niveaux de celle-ci, et constater qu'incidences d'attaque et de fuite sont parfaitement respectées, de même que le volume.

2°) Faire dessiner à l'échelle, la totalité de la voile, de telle sorte qu'apparaisse avec clarté la forme générale de la voile.

A ce stade de l'étude, il est possible de jouer sur tous les paramètres de conception, ce qui permet :

— de changer les incidences d'attaque ou de fuite,

— de modifier la position du creux maximum,

— de revoir la ligne de profil.

Cette fois, notre voile est entièrement définie, et l'on peut lancer le plan de coupe : l'ordinateur se charge alors de tous les calculs et effectue toutes les itérations successives qui permettent de déterminer les valeurs de pinces de chaque laize. Ces valeurs apparaissent clairement sous la forme de coordonnées X, Y.

Une des supériorités incontestables du système, est d'avoir la faculté de disposer les laizes de tissu dans différents sens, sans modifier, bien sûr, le volume de la voile.

On rejoint ici les possibilités dernièrement ouvertes, comme on a pu le voir au chapitre I, par la nouvelle génération des tissus composites complexes, comme le tergal/terphane français, l'aqualam anglais, etc.

Revenant aux tissus et travail de voilerie classique, il nous reste, avant d'aborder la confection proprement dite des différentes voiles d'une garde-robe, à faire quelques remarques sur les divers efforts que va subir une voile, et les conséquences, par les déformations ou élasticité du tissu, qui vont se répercuter dans les formes que l'on voudra lui donner. Ce sont, en effet, les formes que prendra la voile en fonctionnement qui nous intéressent, c'est-à-dire après la « mise en place » du tissu et ses réactions aux tensions dans les diverses directions...

Le comportement du tissu : Nous l'avons vu dans le chapitre I, le tissu n'est pas un matériau rigide, et il se déforme différemment selon qu'on lui applique une traction dans le sens de la chaîne, la trame, ou le biais. **Pour comprendre le tracé d'une voile et la disposition de ses laizes et renforts,** il est important de bien visualiser ces déformations et efforts.

Ainsi, si l'on prend un carré de tissu et qu'on l'étire, dans le sens du fil, il se produit bien sûr un certain allongement, mais aussi **un rétrécissement dans la direction perpendiculaire à l'effort** *(fig. 2.2 18),* du fait que les fils tendus ont tendance à se rapprocher les uns des autres.

Si l'on reprend la même expérience en appliquant, cette fois, la traction dans le sens du biais, le carré de tissu **se déforme cette fois-ci vers l'aspect d'un losange** *(fig. 2.2 19),* le resserrement transversal provoquant, en outre, un faisceau de plis dans le sens de la traction. On devra, certes, tenir compte de ces comportements du tissu, mais on pourra aussi les mettre à profit dans le réglage de la forme de la voile...

Certaines cotes seront à diminuer pour tenir compte de l'allongement de la toile lorsqu'elle sera établie, tandis qu'ailleurs il faudra faire des apports de tissu, avec les ronds de guindant et bordure, par exemple.

Les tensions sur la voile : **Les efforts du vent sur une voile dépendent** bien évidemment (indépendamment de la force de celui-ci), **de l'angle sous lequel il frappe le tissu,** et, par voie de conséquence, du creux de celle-ci, et son positionnement... Les résultats mesurés en soufflerie, avec différentes formes et sous différents angles, ne peuvent être que très schématisés et simplifiés, pour devenir significatifs, sans entrer dans des considérations très complexes et non-exhaustives...

En résumant la situation, ***la voile reçoit une poussée du vent répartie sur son intrados,*** effort auquel s'ajoute la dépression créée sur son extrados *(exemple fig. 2.2 20)* ; la résultante de ces pressions, qui fait avancer le bateau, varie selon l'allure à laquelle on navigue *(fig. 2.2 21).*

Géométriquement, **il est possible de schématiser l'application des forces** du vent sur une voile, en la centrant sur le point d'intersection des médianes du triangle *(fig. 2.2 22),* mais c'est alors ne pas tenir compte de la position du creux...

Enfin, il faut le remarquer, les efforts se répartissent sur le guindant, et sur les trois pointes du triangle ; **c'est sans conteste au point d'écoute que l'effort est le plus important** (se répercutant sur le guindant) *(fig. 2.2 23).* Sur une grand-voile, les efforts de l'écoute, et du hale-bas, sont répercutés sur le point de drisse *(fig. 2.2 24).*

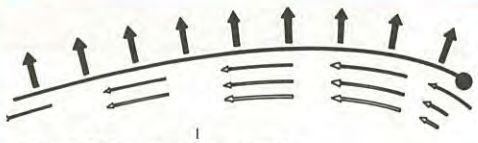


Fig. 2.220 : ***Le tissu de la voile subit la pression du vent sur son intrados, et la dépression créée sur son extrados***

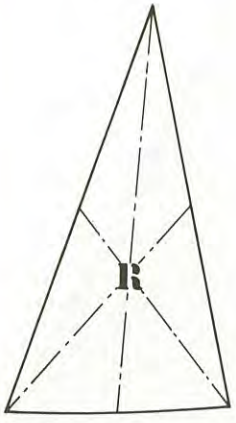


Fig. 2.222 : ***La résultante R des efforts est supposée appliquée au point d'intersection des médianes***

Fig. 2.221 : ***La résultante des pressions varie selon les allures.***

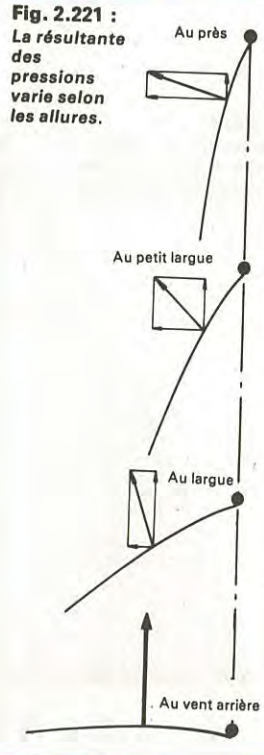
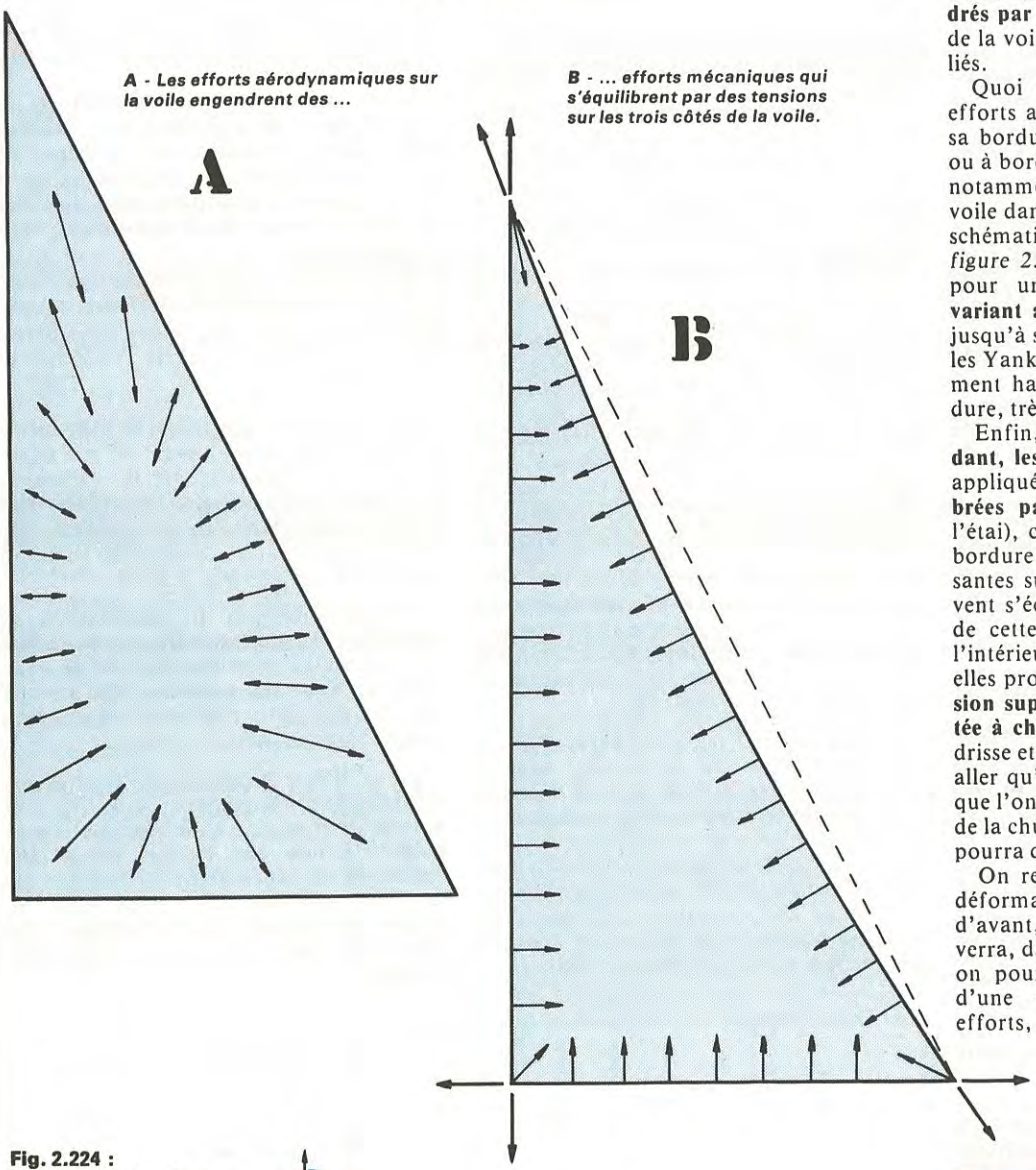


Fig. 2.225 :



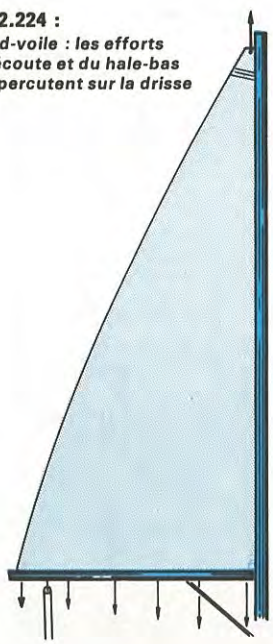
Mais on voit que très vite, on ne parle plus tant des efforts aérodynamiques sur la voile, que **des efforts mécaniques engendrés par les tensions** suivant les trois côtés de la voile, *(fig. 2.2 25)*, les deux étant très liés.

Quoi qu'il en soit, la répartition des efforts au point d'écoute d'une voile, que sa bordure soit endraillée dans une bôme ou à bordure libre (ce qui revient au même, notamment lorsque l'on creuse la grand-voile dans le bas, par exemple), correspond schématiquement à la disposition de la *figure 2.2 26 ;* le principe en est le même pour une voile d'avant, **la répartition variant avec l'angle chute/bordure,** allant jusqu'à s'équilibrer sur l'une et l'autre avec les Yankees, au point d'écoute particulièrement haut et donc au rapport chute/bordure, très proche ou égal à 1.

Enfin, il faut noter que, si **sur le guindant, les composantes de la force du vent** appliquée sur la voile sont **reprises et équilibrées par un élément rigide** (le mât ou l'étai), ce qui est également le cas pour la bordure de grand-voile, les mêmes composantes sur la chute, quant à elles, ne peuvent s'équilibrer que par une déformation de cette dernière, qui va s'incurver vers l'intérieur (comme représenté *fig. 2.2 25*) ; elles provoquent ainsi de surcroît, **une tension supplémentaire sur la chute, répercutée à chacune de ses extrémités** (points de drisse et d'écoute). Ce dernier point ne peut aller qu'en augmentant au fur et à mesure que l'on cherchera à réduire la déformation de la chute d'une grand-voile, puisqu'on ne pourra que la tendre davantage...

On retrouve les mêmes phénomènes de déformation, avec la bordure d'une voile d'avant, pour les mêmes raisons, et l'on verra, dans les chapitres suivants, comment on pourra, dans la coupe et fabrication d'une voile, compenser ces différents efforts, ou en minimiser les effets...

Fig. 2.224 :
Grand-voile : les efforts de l'écoute et du hale-bas se répercutent sur la drisse



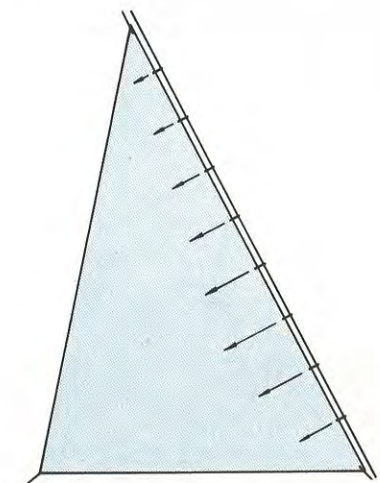


Fig. 2.223 :
L'effort le plus important est exercé sur le point d'écoute, se répercutant proportionnellement le long de l'étai.

Fig. 2.226 :
Répartition approximative des efforts au point d'écoute d'une grand-voile.



2e PARTIE

CHAPITRE 3

CONFECTION D'UNE GRAND-VOILE, MISAINE OU ARTIMON

NOUS allons dans les lignes qui suivent, détailler une méthode de travail qui doit nous permettre, aussi bien de **connaître et comprendre notre voile**, dans ses « pourquoi » et « comment », que d'en mener à bien la fabrication de A à Z...

Il ne peut s'agir, bien entendu, de *« la »* seule façon de procéder, chaque maître voilier ayant ses habitudes de travail et petits *« trucs »* qui font varier quelque peu la marche suivie ; quoi qu'il en soit, la démarche technique reste la même. Nous en avons dégagé une, en collaboration avec les Voileries Phocéennes, qui doit non seulement fournir des bases d'apprentissage, mais permettre de **se lancer, avec les moyens limités de la construction amateur, dans la confection d'un jeu de voiles.**

Plusieurs variantes, à l'occasion, seront présentées selon les étapes ; sans que l'on puisse prétendre donner ici tous les éléments de calculs et tracé de voiles de haute compétition, on trouvera cependant toutes les données précises pour réaliser de très belles et bonnes voiles de croisière à coup sûr, en tenant compte des évolutions modernes, avec leurs modalités et impératifs, sans risque de se « planter »... le travail de chacun faisant ensuite la différence...

Le dessin de la voile :

On a tout à fait intérêt à commencer par **visualiser sur papier millimétré** ce que devra être la voile à confectionner ; on positionnera et déterminera sur ce dessin tout ce qui sera à faire, en valeurs exactes.

Il convient tout d'abord d'élucider un petit jargon, d'ailleurs international, de mesures des différentes cotes d'une voile : la *figure 2.3 01* aidera à visualiser le P, le E et autre I... Il s'agit, bien sûr, là, de règles de mesures de jauge, qui ne nous intéressent pas en tant que telles de prime abord ; leur code est néanmoins très pratique pour savoir « de quoi l'on parle » lorsque l'on donne les cotes d'une voile... Sur les ketches, ce code reste le même pour l'artimon, avec de plus, la lettre « Y » ajoutée en indice (PY, EY...) ; les goélettes prennent « *F* » en indice pour leur voile de misaine (PF, EF...).

Voilà pour les principales cotes qui nous intéressent ici ; nous y reviendrons en ce qui concerne les voiles d'avant.

Nous allons donc commencer par déterminer le P de notre voile, c'est-à-dire son guindant, en prenant sa longueur réelle **que l'on diminuera de 1 %** pour tenir compte de l'allongement prévisible de la voile à poste.

On procède de la même façon pour le *E*, longueur de la bordure, avec cette fois, 0,5 % de diminution.

Sur une feuille de papier millimétré, on reporte ces deux cotes avec un angle de 90° ; on peut éventuellement ouvrir légèrement cet angle, donc en faisant légèrement *« tomber »* la bôme, **d'environ 10 cm en bout de B pour une voile de croisière.** Plus on prendra une orientation course, plus cet angle sera ouvert, sans tomber dans l'excès, bien entendu.

Fig. 2.301

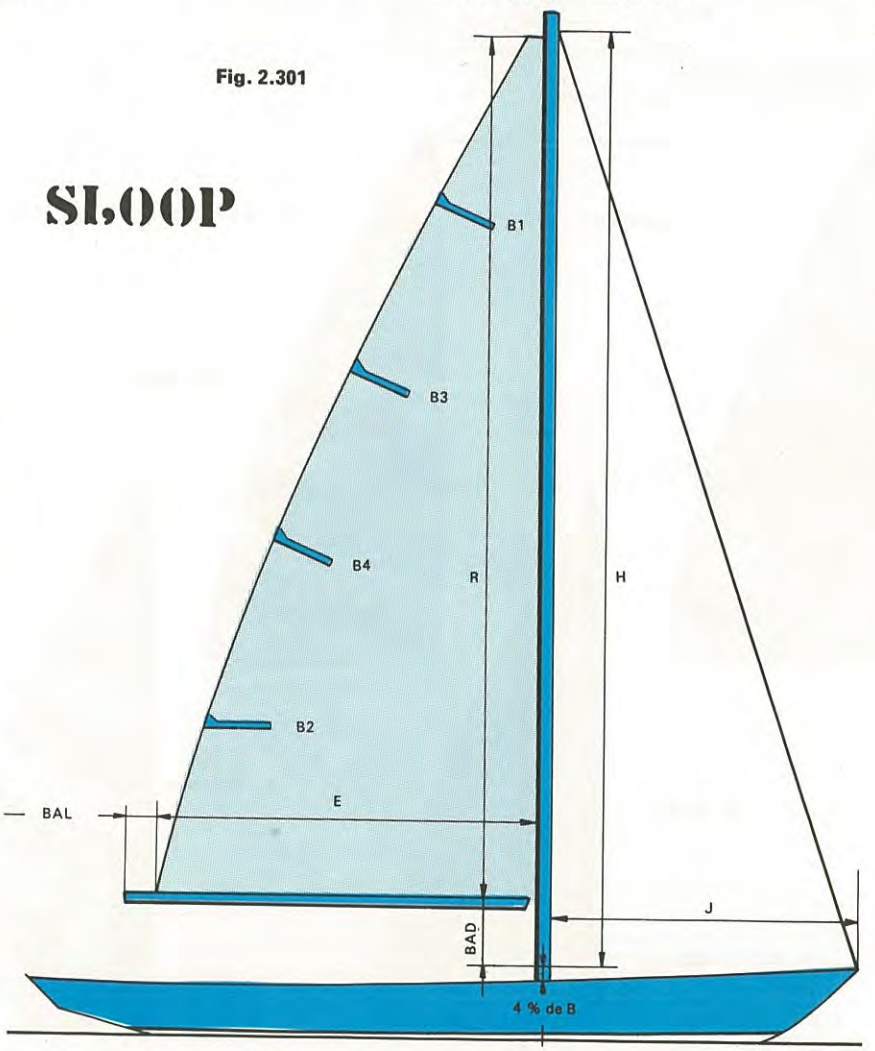


Fig. 2.302 : ***Tracé sur papier***
Détermination des cotes

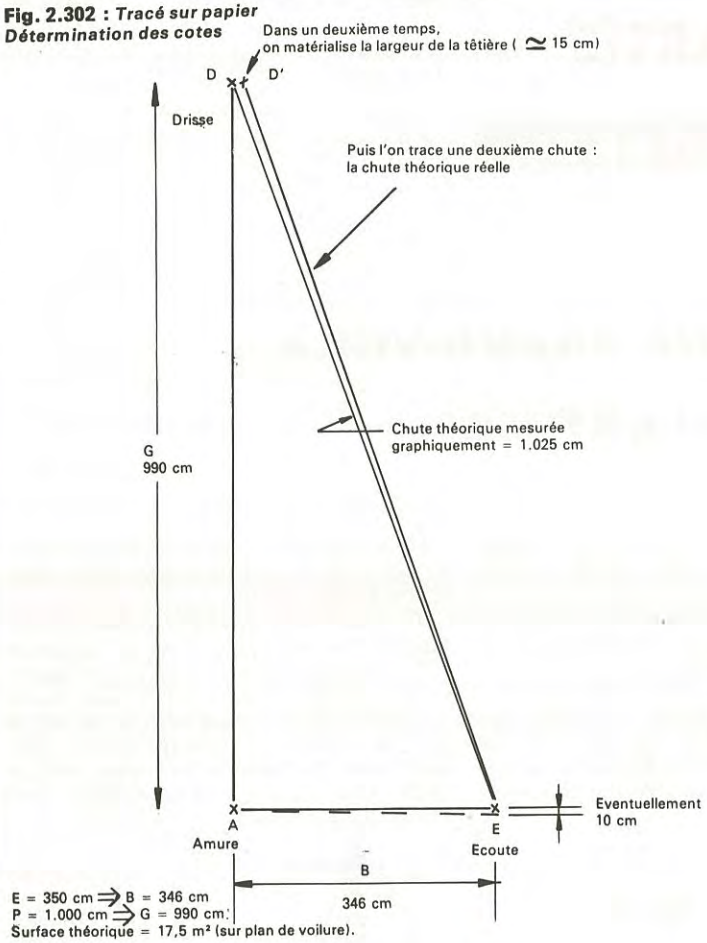
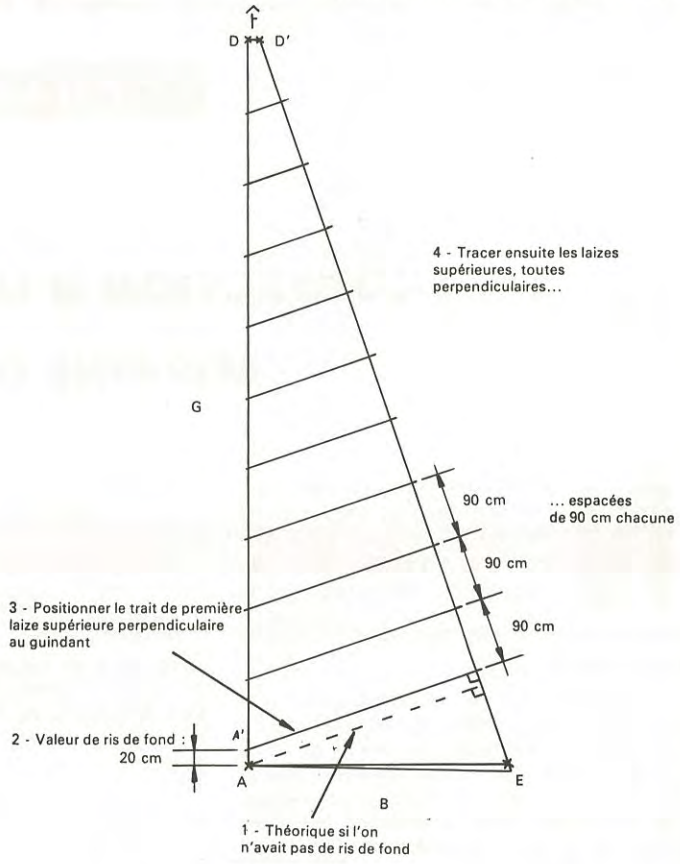


Fig. 2.304 : ***Dessin sur papier :***
positionnement des laizes supérieures.



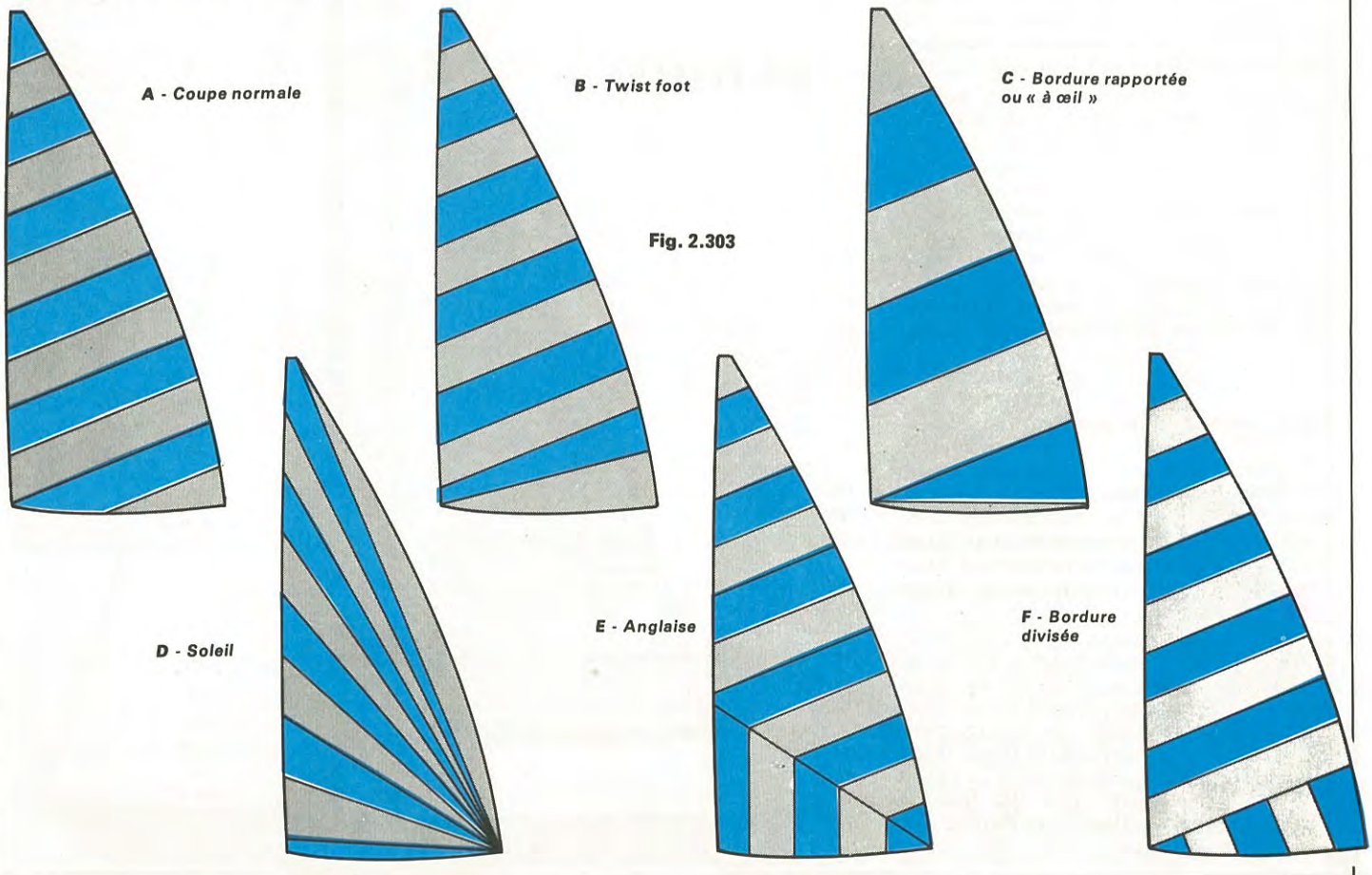
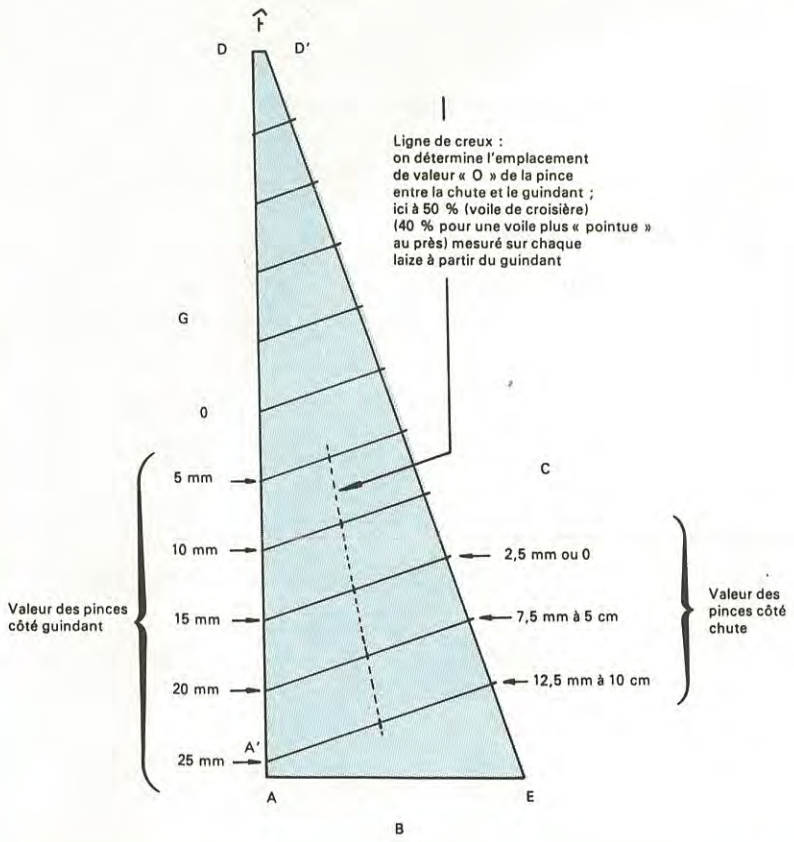


Fig. 2.303

Fig. 2.305 : ***Tracé sur papier : détermination et positionnement des pinces de chute et de guindant***



En prévision du traçage au sol, on calcule graphiquement la longueur de la chute théorique, c'est-à-dire la droite à tracer pour la représenter.

On matérialise ensuite la têtière, avec une largeur de 12 à 15 cm portée au sommet de notre premier triangle, puis on retrace la seconde chute, partant du bord de la têtière : on l'appellera « **chute théorique réelle** », théorique parce qu'il s'agit encore d'une droite, et non d'une courbe... *(fig. 2.3 02)*.

Il faut ensuite **dessiner les laizes** composant la voile. Il existe, ou a existé, plusieurs dispositions de laizes pour une grand-voile ; en fait, après divers essais et tentatives d'innovations plus ou moins réussies, on se cantonne maintenant à ce qu'il est convenu d'appeler **la coupe « Normale »** *(fig. 2.3 03 A)* **et la « Twist-Foot »** *(B)*. Dans ce dernier cas, la partie de la voile située en dessous du point d'amure est une laize supplémentaire, rayonnante, coupée légèrement dans le biais du tissu, avec un rond important pour donner à la voile un creux important en bas, sur lequel on puisse agir par réglages ; on l'utilise également pour les voiles à bordure libre.

La coupe à bordure rapportée est une façon simple de donner un creux réglable à la voile *(C)*, que nous verrons plus loin. La coupe « *Soleil* » quant à elle n'a plus cours ; c'est plutôt un essai esthétique, apportant un surcroît de travail sans amélioration évidente *(D)*. Enfin, la coupe « *anglaise* », dépassée, est à proscrire sur la grand-voile *(E)*. Quant à la bordure divisée *(F)*, on verra qu'elle peut être utile dans les grand-voiles à wishbone...

Répondant au cas le plus général, *nous prendrons pour notre exemple,* la disposition des laizes d'une coupe « *normale* » ; plusieurs méthodes permettent de procéder à leur traçage, dont on peut retenir une méthode-type : théoriquement, la première laize partirait du point « *A* » d'amure vers le guindant ; en fait, on détermine d'abord la hauteur que l'on va garder pour le ris de fond, soit quelque 20 cm, à partir de laquelle on placera cette laize *(fig. 2.3 04)*.

Avec une équerre, il faut pour ce faire, **abaisser la perpendiculaire de la chute** au point *(A')*, correspondant au point de départ *(A)* sur le guindant.

A partir de ce point *A'*, on trace ensuite les laizes suivantes (vers le haut), **toutes perpendiculaires à la chute vers le guindant,** en espaçant chaque trait les matérialisant de 90 cm (repris à l'échelle), puisque le tissu fait 91,4 cm de large...

Il faut alors **déterminer le creux** que l'on va donner à la voile par les pinces sur les laizes. En principe, on dispose ces pinces de façon dégressive du bas vers le haut, sur le guindant (assez peu sur la chute).

Elles iront en diminuant de 5 en 5 mm, à partir de notre première laize théorique (ou supérieure) ; **la valeur de la première pince ainsi déterminée donnera donc le nombre de pinces.**

Pour fixer un ordre d'idées, on donnera à cette pince une valeur de 30 à 35 mm dans une grand-voile d'environ 30 m² ; pour une voile de 20 m², elle fera 20 à 25 mm, et une voile de 10 à 15 m², elle sera de 20 mm. Pour donner un repère supplémentaire, disons également que la pince « O » doit se trouver légèrement en-dessus de la moitié du guindant de la voile.

Sur la chute, les pinces sont bien moins nombreuses et moins importantes, situées uniquement dans le bas de la voile.

En partant également du bas, on prend en principe pour valeur de base, la moitié de la valeur de la première pince de guindant, sur la même laize. On progresse également de 5 en 5 mm jusqu'à O, ce qui implique de ce fait que **les pinces de la chute montent beaucoup moins haut que sur le guindant...** *(Fig. 2.3 05)*.

Le centrage du creux :

Là encore, on part toujours du guindant, à partir duquel on compte la longueur de la pince, qui doit être de l'ordre de 40 à 50 % de la longueur de la laize correspondante. Ce centrage peut, bien entendu, varier d'un bateau à l'autre, 50 % restant une indication de base pour la croisière ; ainsi également, **plus on voudra un bateau pointu au près, plus on rapprochera ce creux du guindant** (en course), en se rappelant ici des principes qui ont été vus au chapitre précédent.

Le rond de chute :

Là également, plus on prendra une orientation de course, plus on donnera de rond à la chute, alors que pour la croisière, on tendra vers une chute plus droite. Ce rond varie alors entre 30 et 15 cm, approximativement, placé à moitié de la chute et allant en diminuant de façon symétrique de part et d'autre selon une courbe régulière *(fig. 2.3 06)*.

Le rond de guindant :

A l'inverse du rond de chute, **le rond de guindant**, quant à lui, **n'est pas régulier** ; il aura une flèche maximum à environ 3/10e inférieurs de la voile, et varie en croisière entre 20 et 35, voire 40 mm si l'on garde pour référence un dosage moyen correspondant aux données précédentes de notre

Fig. 2.306 : *Tracé sur papier*
Dessin du rond de chute et rond de guindant

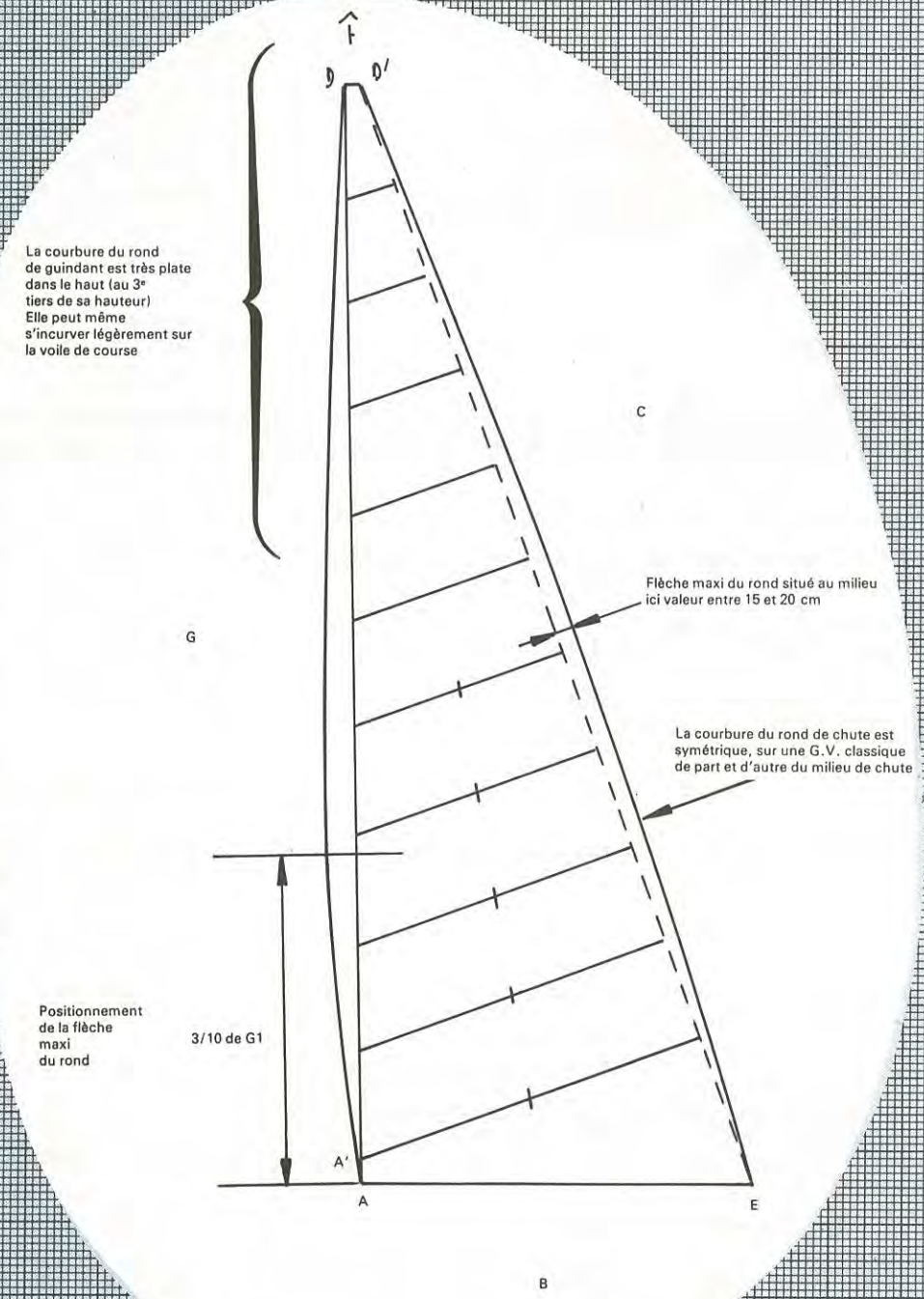
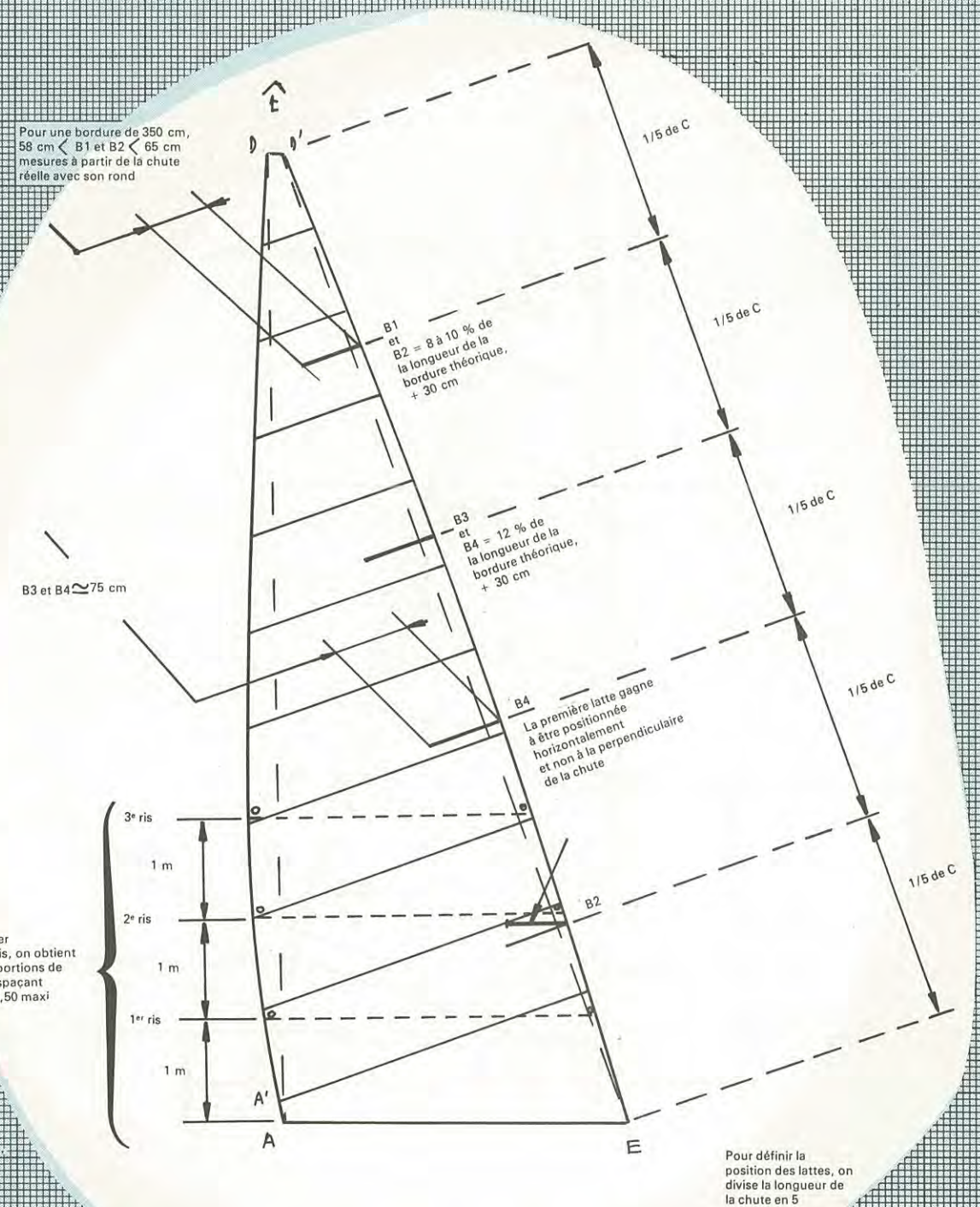


Fig. 2.307 : *Tracé sur papier. Positionnement des lattes et bordures de ris.*



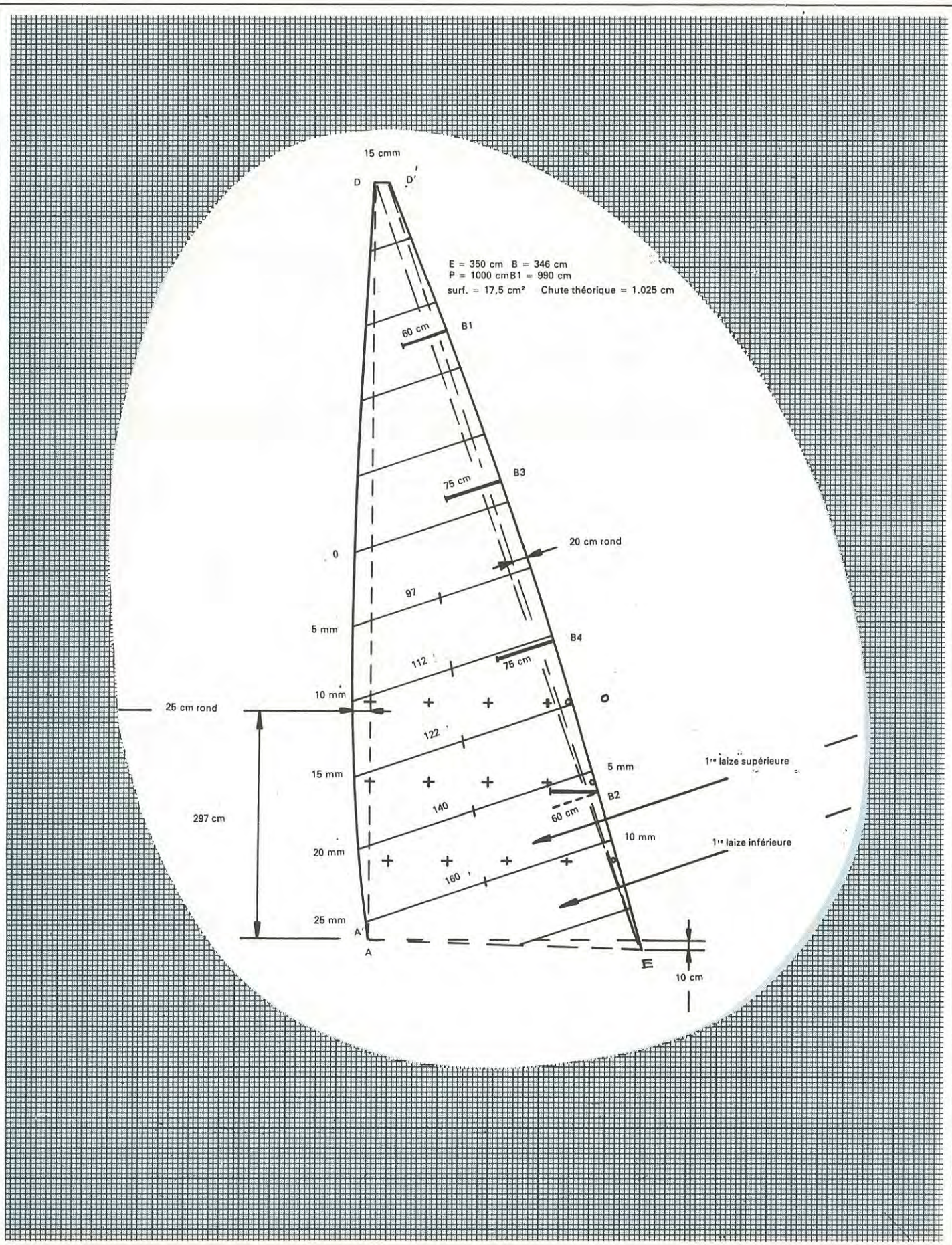
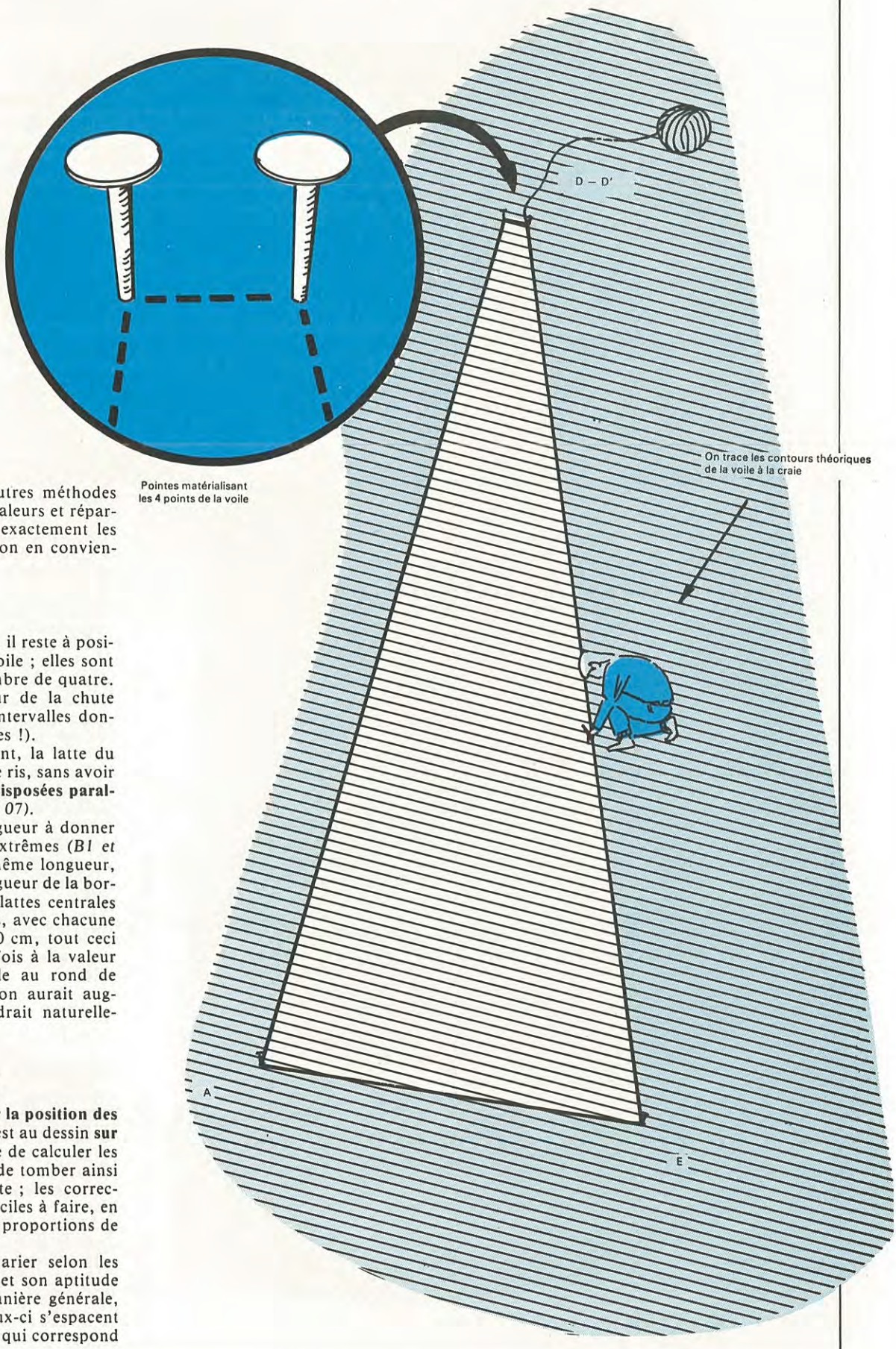


Fig. 2.308 : *Le plan de voile terminé, avec toutes les cotes utiles pour le tirage grandeur nature*

Fig. 2.309



méthode de traçage... D'autres méthodes peuvent, bien sûr, par des valeurs et répartitions différentes, obtenir exactement les mêmes résultats de forme, on en conviendra...

Les lattes :

Toujours sur notre dessin, il reste à positionner les lattes de notre voile ; elles sont en principe toujours au nombre de quatre. On divise donc la longueur de la chute théorique en 5 (puisque 5 intervalles donnent l'emplacement de 4 lattes !).

Mise à part éventuellement, la latte du bas (pour faciliter la prise de ris, sans avoir à l'enlever), **les lattes sont disposées parallèlement aux laizes.** *(Fig. 2.3 07).*

Pour ce qui est de la longueur à donner aux lattes, les deux lattes extrêmes *(B1 et B2)* sont généralement de même longueur, avec environ 10 % de la longueur de la bordure plus 30 cm ; les deux lattes centrales *(B3 et B4)* sont plus longues, avec chacune 12 % de la bordure plus 30 cm, tout ceci correspondant encore une fois à la valeur donnée dans notre exemple au rond de chute. Sur une voile où l'on aurait augmenté ce rond, il conviendrait naturellement d'allonger ces lattes.

Le traçage des ris :

On a tout intérêt à **définir la position des bandes de ris** tant qu'on en est au dessin **sur papier**, car il est alors facile de calculer les surfaces à réduire et éviter de tomber ainsi à l'emplacement d'une latte ; les corrections sont là encore, plus faciles à faire, en recalant, le cas échéant, les proportions de surfaces réduites...

Ces dernières peuvent varier selon les caractéristiques du bateau, et son aptitude à porter de la toile. De manière générale, lorsque l'on a trois ris, ceux-ci s'espacent chacun de 1 m à 1,50 m, ce qui correspond

à des réductions de surface de l'ordre de 25, 45 et 60 %...On tracera les bandes de ris toujours perpendiculairement au guindant théorique, bien entendu. *(Fig. 2.3 08).*

Tracé grandeur nature :

On peut maintenant passer au traçage grandeur nature sur le plancher. Pour le débutant, il est important de trouver un local au plancher suffisamment grand pour permettre de tracer la voile entièrement à plat. Avec la force de l'habitude, les professionnels arrivent cependant à tracer une voile sur table, mais la visualisation d'ensemble est plus délicate.

On commence par **matérialiser sur le sol les 4 points du triangle** (la têtière comptant deux points du fait de sa largeur), en plantant un clou ou traçant une croix à la craie.

Avec une cordelette *(fig. 2.3 09)*, on rejoint ensuite ces quatre points, et l'on trace les côtés sur le sol à la craie, en suivant la cordelette. Il serait ici plus pratique d'utiliser un cordeau bleu de maçon, mais le problème de ce « bleu » est qu'il tache le tissu et reste très difficile à faire partir par la suite... Utiliser de la craie blanche pilée à la place de cette poudre bleue peut être une bonne solution...

Il faut ensuite **repérer le point théorique de la première laize sur le guindant,** pour en faire partir une cordelette jusqu'à la chute théorique, et repérer ainsi le point correspondant sur cette chute de façon à ce que la cordelette y arrive perpendiculairement. On trace alors cette première laize à la craie (inutile de tracer les suivantes, qui viendront ensuite automatiquement...). **Cette ligne de première laize est particulièrement importante pour la suite** *(fig. 2.3 10).*

Il reste à tracer la chute avec son rond tel qu'il a été défini sur le plan, pour avoir une bonne idée des longueurs de laize à couper à chaque fois, bien que le réglage de ce rond, tout comme celui du guindant (qui a moins d'ampleur et qu'il n'est donc pas nécessaire de tracer puisqu'il suffira de prendre une surlongueur constante de tissu), ces réglages donc, ne seront faits qu'à la fin du montage...

On peut alors commencer la coupe de la voile.

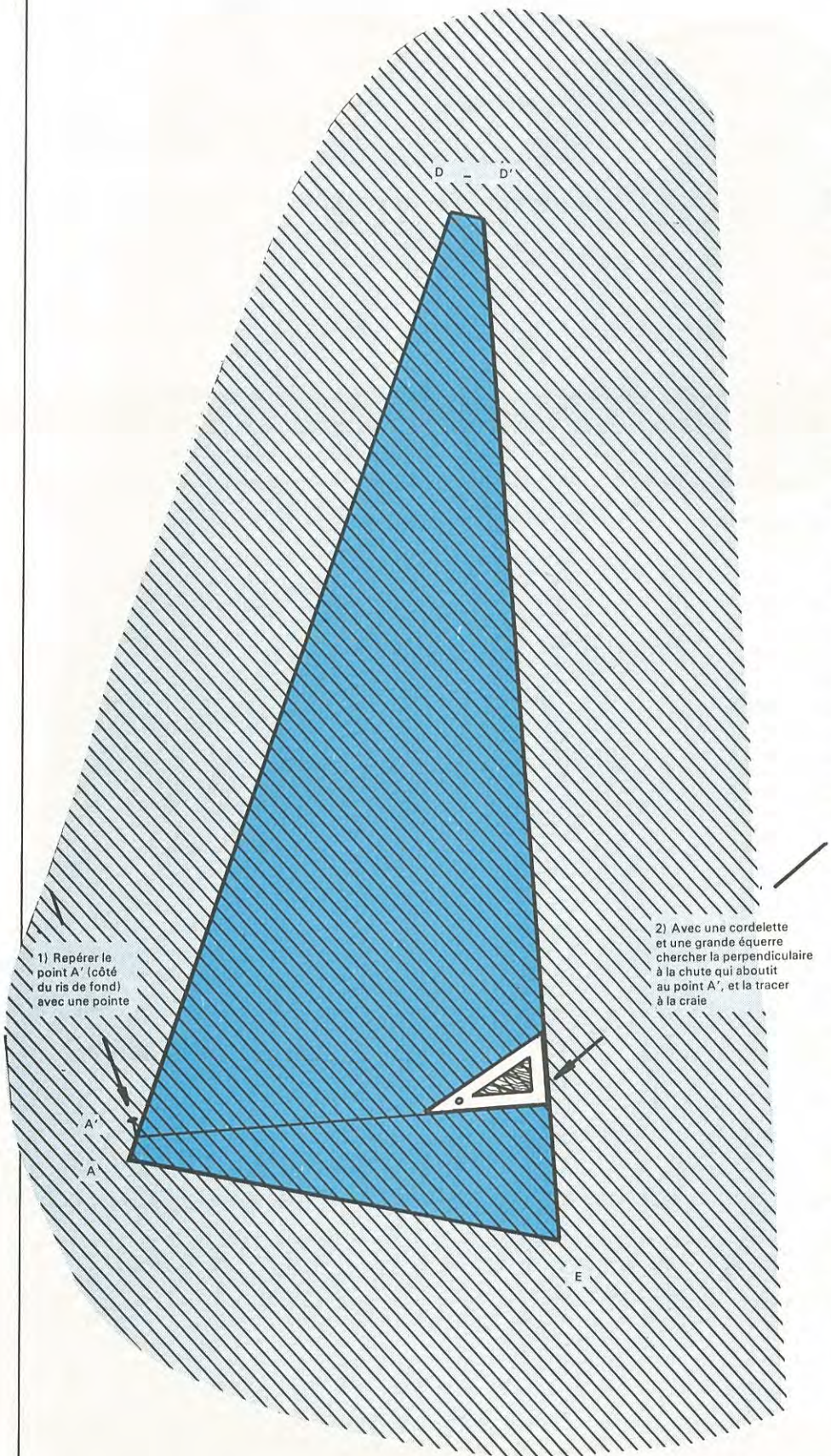


Fig. 2.310

La coupe :

Tout part maintenant de la première laize théorique : on positionne le rouleau de tissu en partant de la chute de la voile, **et en gardant après le rond une marge de 10 cm,** ce qui permettra par la suite de régler le rond et de faire l'ourlet de finition...

Cette première laize est, bien sûr, positionnée au-dessus de la ligne tracée sur le plancher *(fig. 2.3 10).*

Avant de couper le tissu, côté guindant, on n'oubliera pas de prendre également une marge en prévoyant son rond plus quelques centimètres.

On dessine ensuite **la pince en haut de la première laize supérieure** *(fig. 2.3 11)* ; pour cela, il faut tracer le point d'ampleur « *O* » de la pince, non pas au bord en haut du tissu, mais au bord *de la lisière*. Côté guindant et chute, on marque la valeur déterminée de la pince et l'on joint avec une règle souple ces trois points.

La technique de tracé et assemblage des laizes préconisée ici est donc celle que l'on a détaillée au chapitre précédent avec la *figure 2.2 05*, choisie pour sa simplicité de manipulation et d'assemblage, en même temps que les possibilités de retouche qu'elle ménage pour la suite éventuellement.

On procède ainsi de suite pour les autres laizes jusqu'en haut, **en déroulant le tissu alternativement du guindant vers la chute, et de la chute au guindant en retournant le rouleau** ; on peut ainsi réutiliser l'angle de la coupe précédente *(fig. 2.3 12)* pour limiter les chutes de tissu.

Les laizes inférieures :

Il reste maintenant à couper les laizes du bas de la voile, puisque l'on était parti au-dessus de la ligne de première laize ; l'opération est alors identique, mais simplement inversée puisque vers le bas. La seule pince à tracer est donc ici la première que l'on a déterminée sur notre dessin.

Pour la bordure de la voile, il ne faut pas oublier de garder, en bas, une marge d'environ 25 cm de tissu.

Au fur et à mesure que l'on coupe les laizes, on les maintient positionnées sur le sol par des poids, ou des pointes, on a donc ainsi, en fin de coupe, notre voile constituée « à blanc », sur le plancher ; on peut donc y tracer les ris, au crayon, ainsi que les points repères de réglage du rond de guindant et de chute, et l'emplacement des lattes.

Cette deuxième phase de l'élaboration de la voile se termine enfin par le positionnement exact du point d'écoute et du point d'amure ; on dessine également la têtière à sa place.

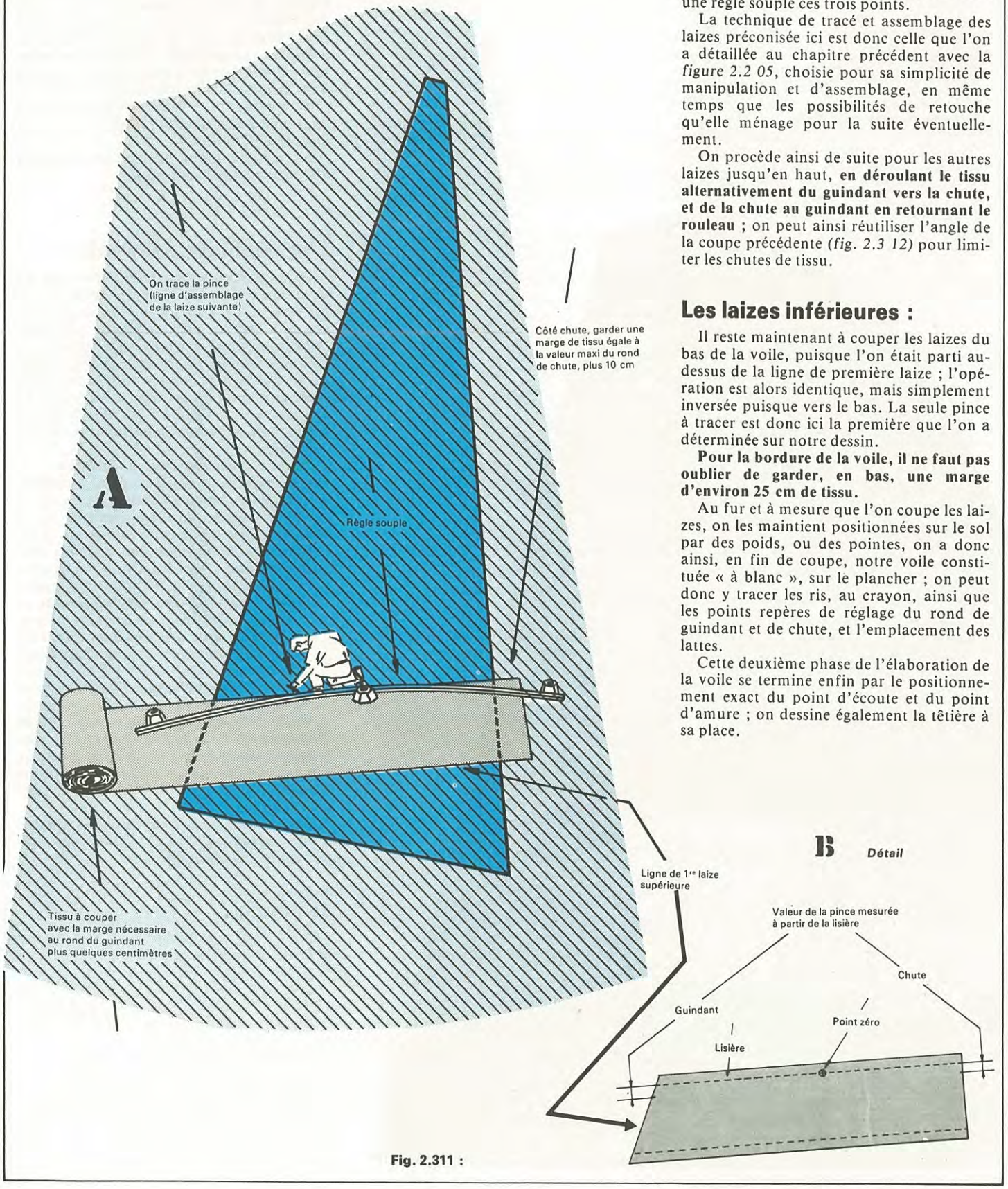


Fig. 2.311 :

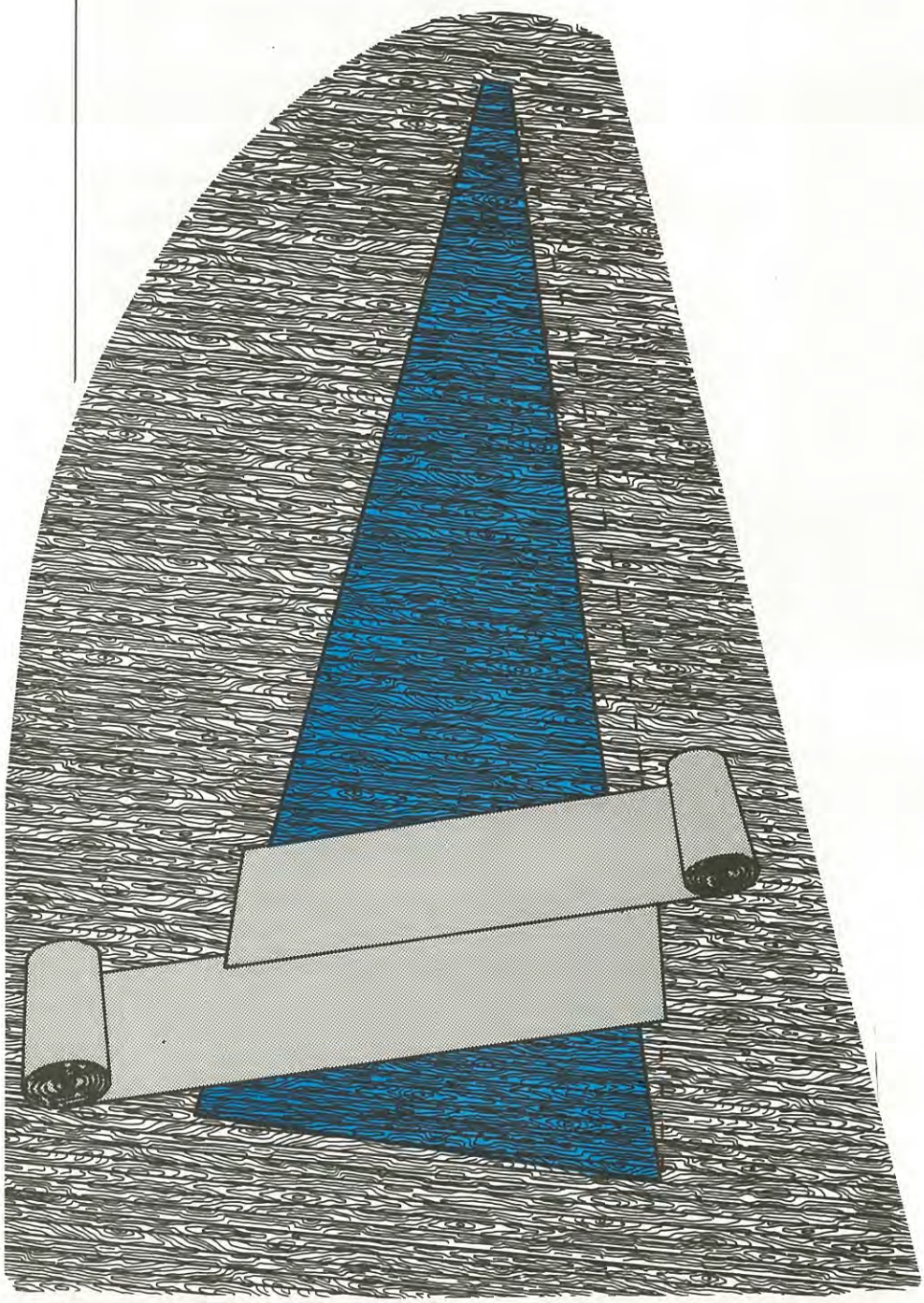


Fig. 2.312 :
On déroule le tissu alternativement de la chute vers le guindant, puis du guindant vers la chute, pour profiter à chaque fois de l'angle de la coupe précédente.

Il faut noter, à propos du point d'amure de la grand-voile que, si avec des gréements modernes, des espars en aluminium assemblés de façon standard par le fabricant, le croc d'amure est placé généralement dans l'axe ; **certaines ferrures de bôme nécessitent tout de même un décalage en arrière de l'œillet du point d'amure.** Il est donc recommandé, à ce stade de vérifier la disposition et les cotes de cet ensemble sur le gréement, sans oublier la présence éventuelle d'une manille s'il n'y a pas de croc ni de broche dans la ferrure... *(fig. 2.3 13)*.

Si tel est le cas, il faudra alors prévoir un onglet de point d'amure dans le bas de la voile *(fig. 2.3 14)*.

Notre voile étant coupée, on peut dès lors passer à son assemblage.

L'assemblage de la voile :

Il est particulièrement recommandé ici de s'aider de bandes de papier adhésif double face : on évitera ainsi au tissu de froncer, et le travail, plus commode à réaliser, donnera en outre une plus belle finition...

On assemble ainsi les deux premières laizes du bas de la voile avec du scotch double face, en respectant les repères faits lors du traçage sur les bords des laizes (c.f. chapitre 2) et en suivant parfaitement les lignes de pinces.

Après l'assemblage de ces premières laizes, on passe ensuite à la machine à coudre, en faisant la première couture zigzag sur le bord **à cheval sur la première et la deuxième laize qui se trouve dessous...** Puis dans la foulée, la deuxième couture, chevauchant de la même manière, le bord de la deuxième laize, repéré à l'œil par transparence du tissu... Puis, éventuellement la troisième couture, entre les deux premières.

On procède ainsi de suite, assemblant au scotch la laize suivante, coutures, laize suivante, coutures, etc.

Il faut toutefois s'assurer, avant de passer à la laize suivante, qu'il n'y ait pas de bande de ris ; car si tel est le cas, **c'est le moment de coudre également les petits renforts de taquets de ris** sur lesquels ultérieurement, on placera les œillets et garcettes permettant de ferler la toile arisée... *(fig. 2.3 15 bis)*.

On a alors une voile brute, terminée d'assemblage *(fig. 2.3 15)* ; il est temps de s'occuper de sa bordure.

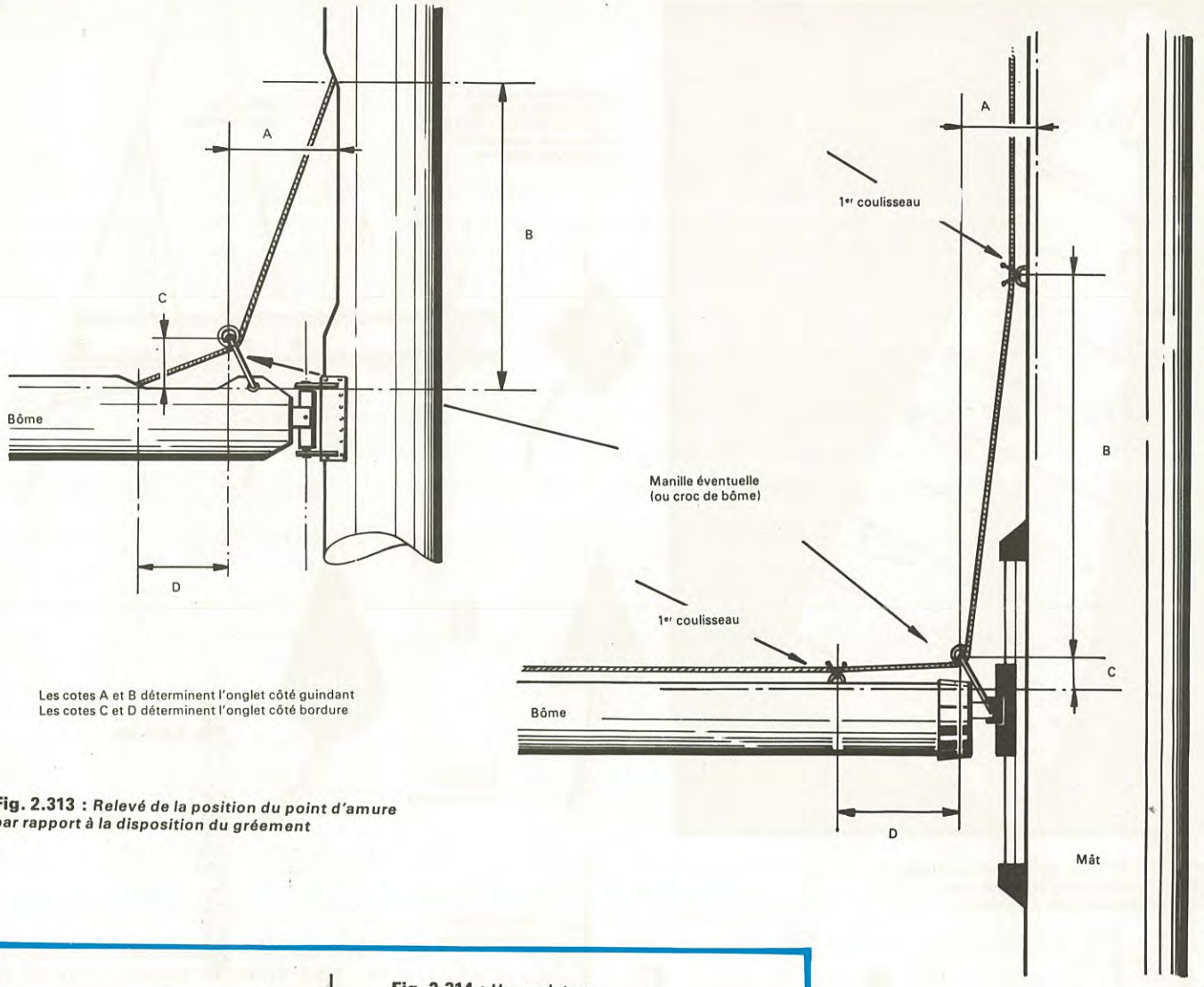


Fig. 2.313 : ***Relevé de la position du point d'amure par rapport à la disposition du gréement***

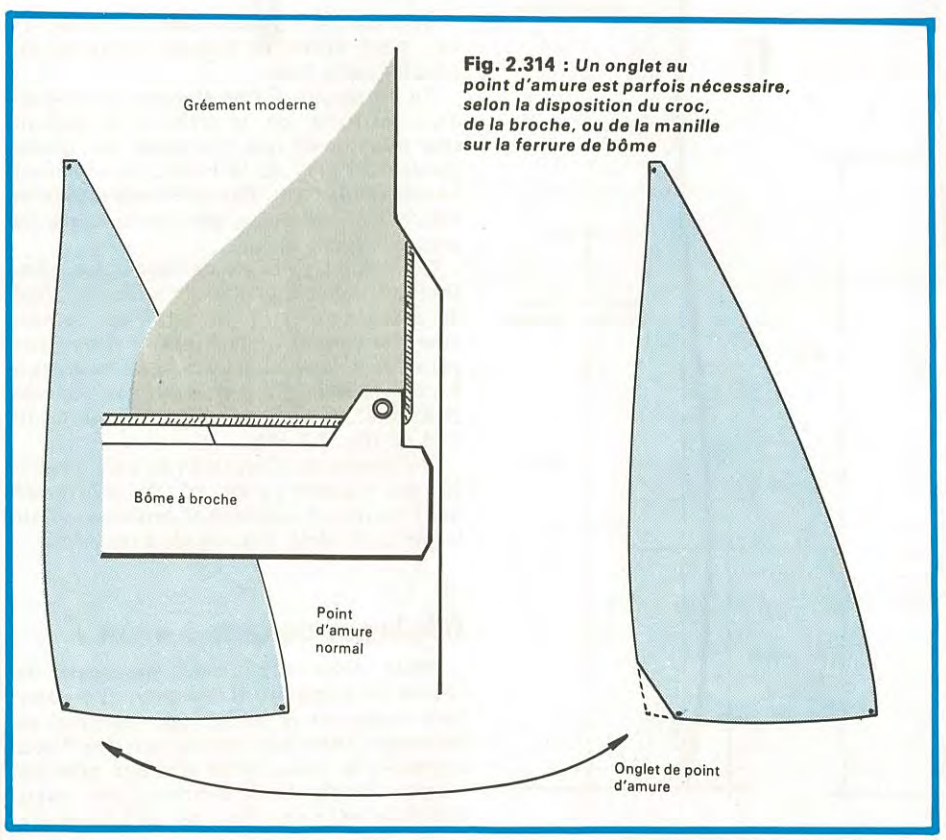


Fig. 2.314 : ***Un onglet au point d'amure est parfois nécessaire, selon la disposition du croc, de la broche, ou de la manille sur la ferrure de bôme***

Le rond de bordure :

Le creux de la grand-voile est en grande partie, lors des réglages de la voile à poste en naviguant, déterminé par le rond que l'on aura donné à sa bordure. Voici deux principes de réalisation de cette phase de la confection.

Il y a une façon simple que l'on peut recommander ici, permettant d'arriver à régler ainsi le creux d'une voile : **le montage d'un « œil de bordure ».**

On coupe dans ce cas la grand-voile carrément droit entre le point d'amure et le point d'écoute ; le long de cette droite, on monte une pièce de tissu, taillée dans du tissu du **grammage inférieur d'un cran à celui de la voile,** en forme d'œil symétrique *(fig. 2.3 16)*. Ainsi, plus cet œil est large en son milieu, plus on a de marge de réglage du creux. Il ne faut pas tomber dans l'exagération, et en moyenne, on prendra, pour une voile de 30 à 35 m², une largeur d'œil maxi de 30 centimètres ; pour une voile de 20 à 30 m², cette cote sera de 20 à 25 cm ; elle passera à 15-20 cm sur une voile de 10 à 15 m².

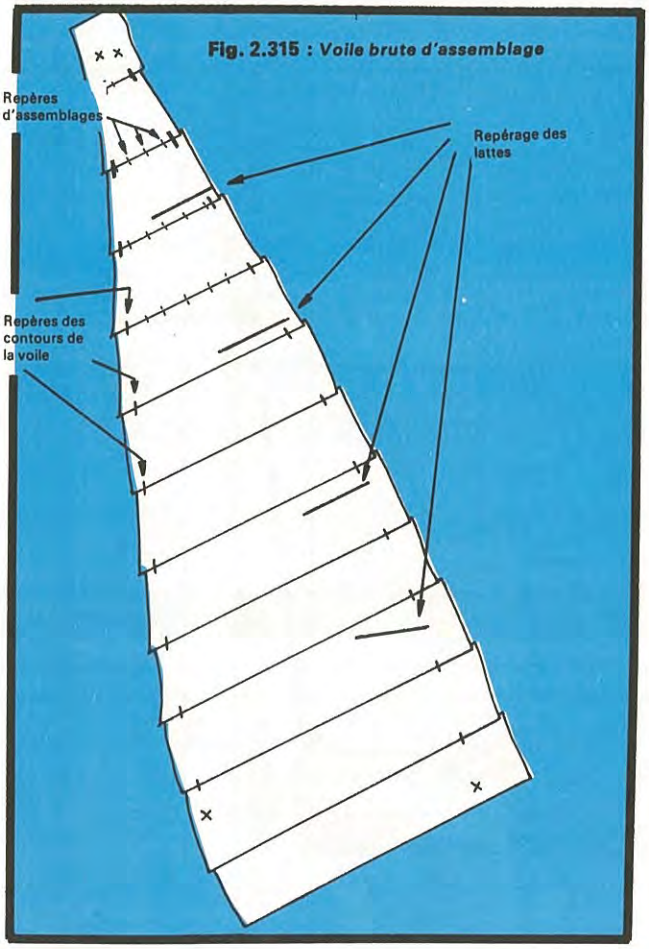


Fig. 2.315 : ***Voile brute d'assemblage***

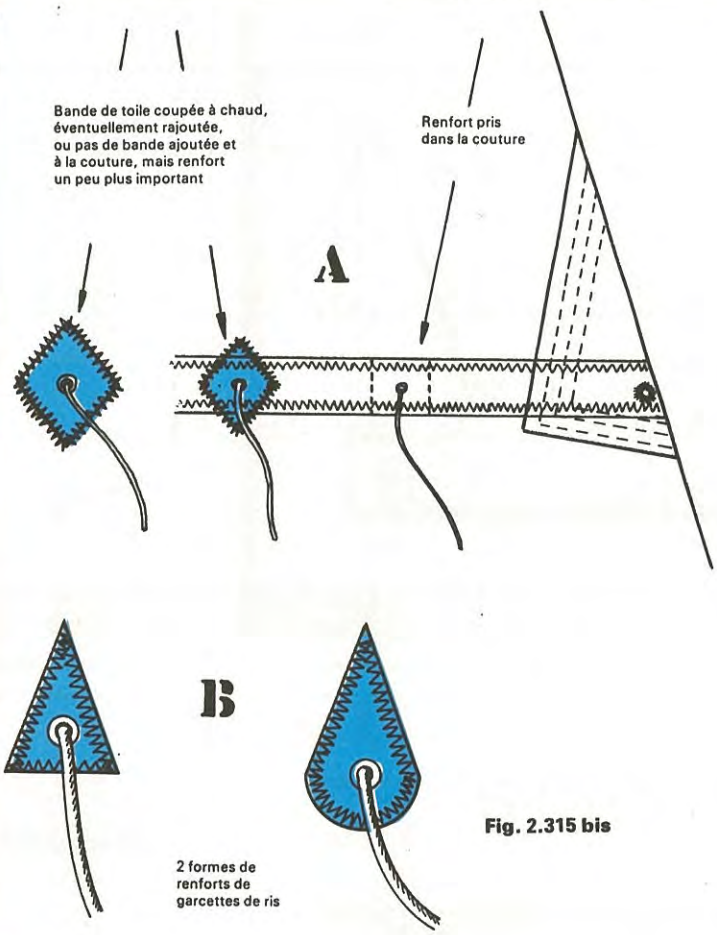
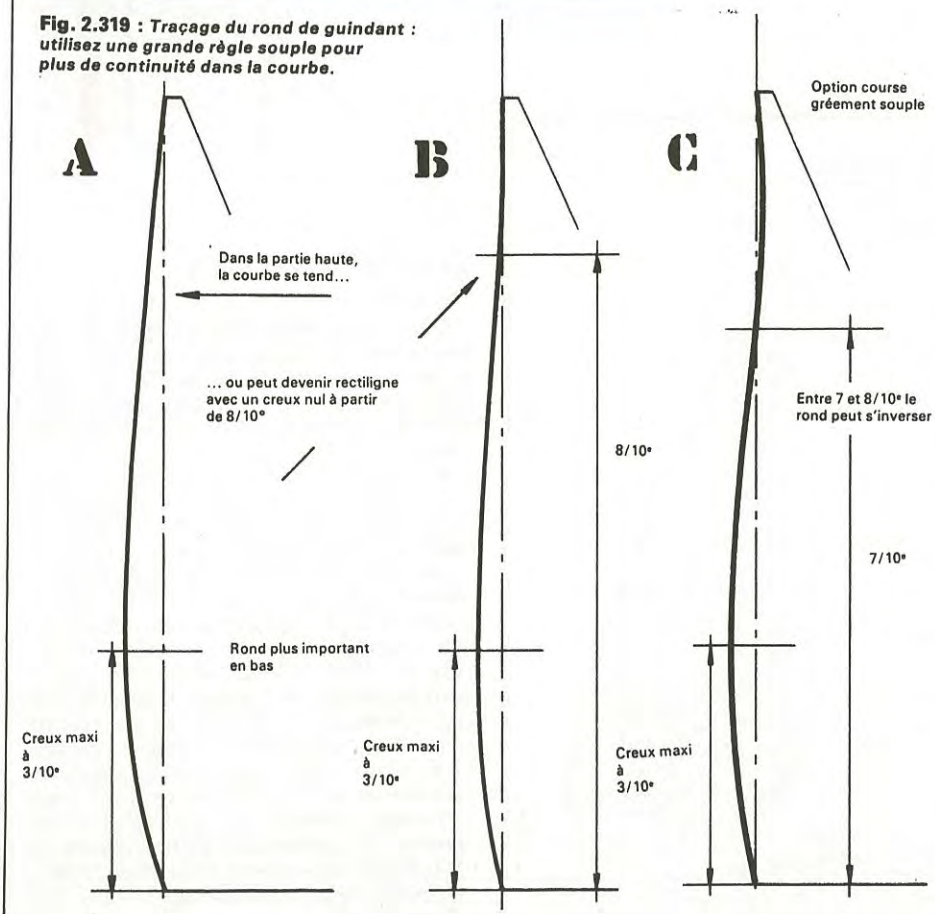


Fig. 2.315 bis

Fig. 2.319 : ***Traçage du rond de guindant : utilisez une grande règle souple pour plus de continuité dans la courbe.***



Là aussi, lors du montage, il est important pour **éviter les fronces,** d'utiliser du scotch double face.

En naviguant, si l'on étarque fort la bordure ainsi réalisée, le creux à cet endroit sera nul, tandis que l'on aura une poche pendant le long de la bôme, représentant l'excédent de tissu. Par petit temps, plus on relâchera l'étarquage, plus on ajoutera du creux en bas de la voile...

Un second principe de réalisation consiste à dessiner à plat sur la voile, du rond dans les laizes, centré aux environs du premier tiers avant de la bordure. Pour une voile de quelque 35 m², ce rond fera alors 5 à 6 centimètres, 3 à 4 cm pour une voile de 20 à 25 m², et 4 à 5 cm pour une voile de 10 à 15 m² *(fig. 2.3 17)*.

On obtient ainsi un creux de voile simplifié, non réglable ; c'est, en fait, le principe que l'on trouve employé en croisière, et sur les voiles de série, plus rapide à réaliser.

Réglages de grand-voile :

Nous allons commencer par régler **la courbe du guindant.** Il faut pour cela poser bien à plat sur le sol la voile sur toute sa longueur ; toutefois, maintenant que l'on a assemblé la voile, nous n'avons plus un simple triangle, facile à étaler à plat, mais une voile qui a du creux par les pinces aux

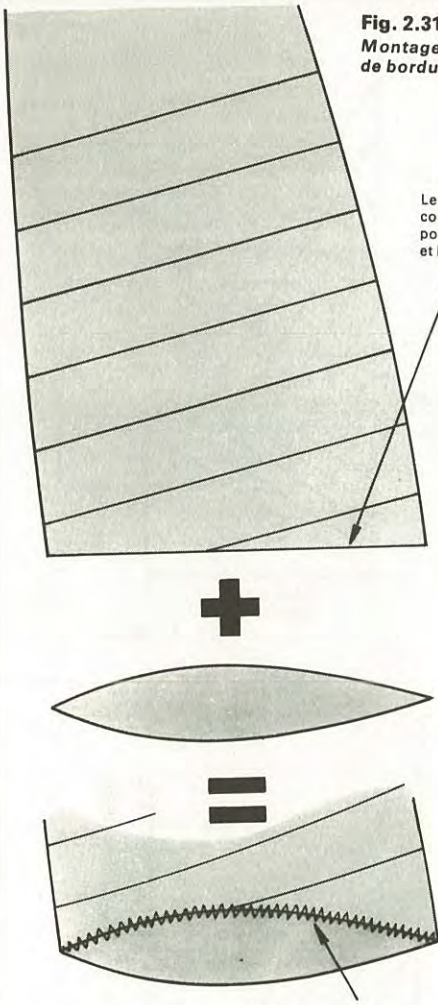


Fig. 2.316 :
Montage d'un œil de bordure

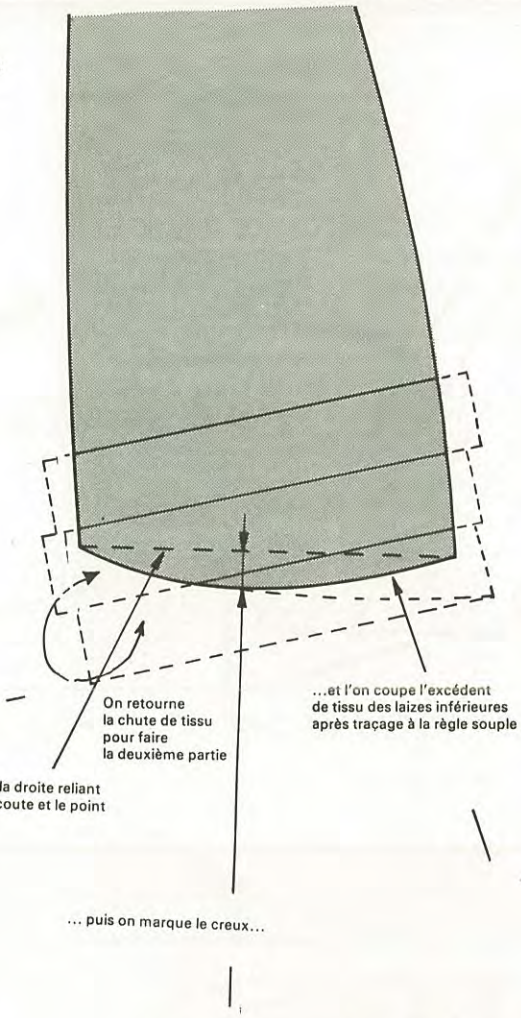


Fig. 2.317 :

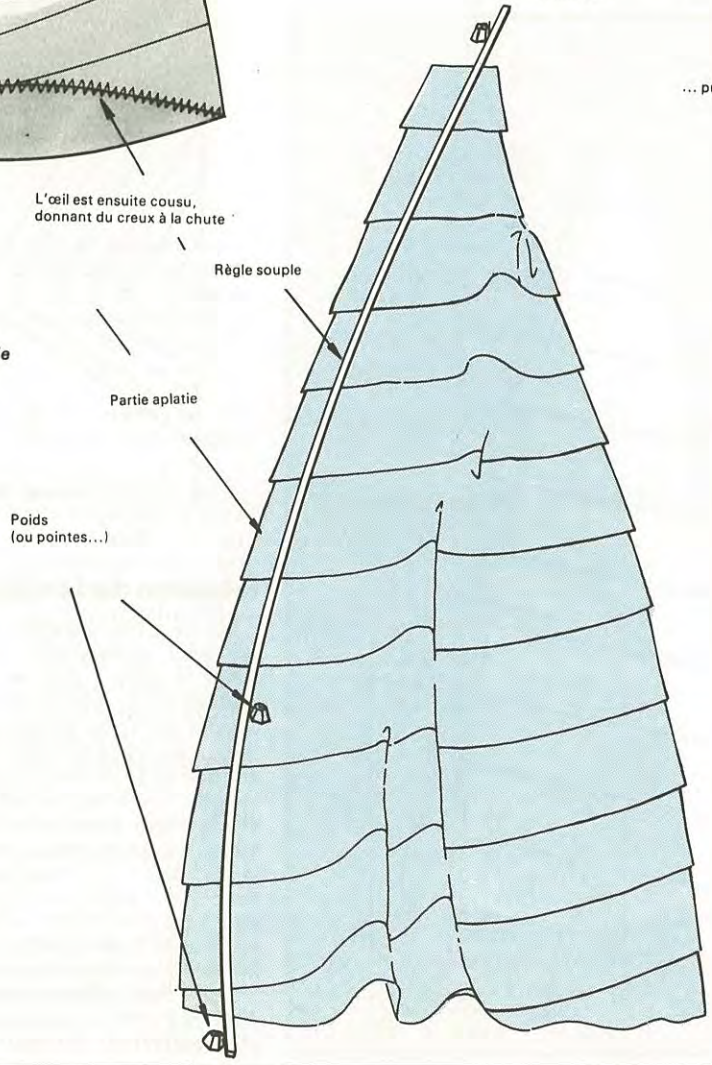


Fig. 2.318 :
Etaler la voile en maintenant la partie de la voile le long du guindant bien à plat

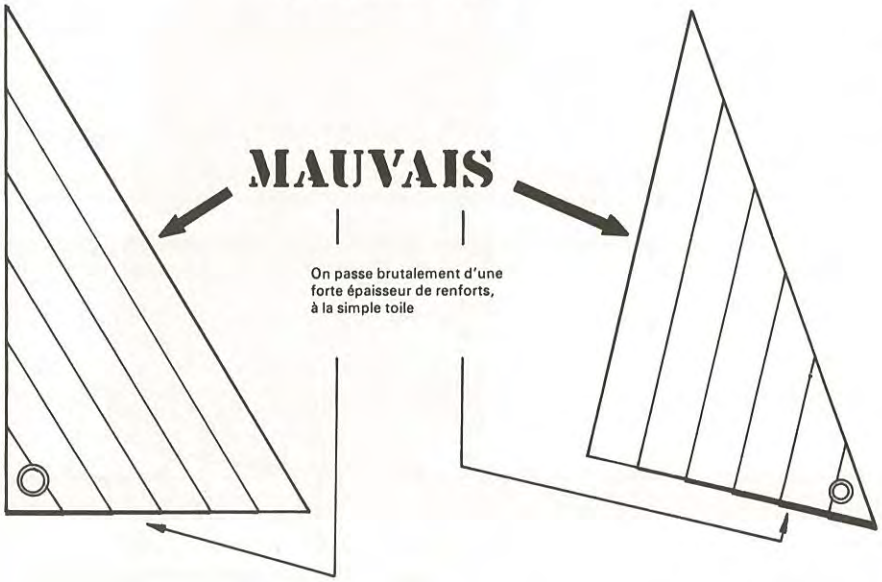
assemblages des laizes. Il est donc impossible de l'étaler entièrement sans plis ; on va donc se contenter **d'étaler convenablement uniquement la partie de la voile située derrière le guindant** (sur toute sa longueur), laissant un pli longitudinal se former après, vers le centre de la voile... L'important est ici de pouvoir tracer bien à plat la courbure du guindant sur toute sa longueur (d'un seul tenant, afin de bien la visualiser). *(fig. 2.3 18)*.

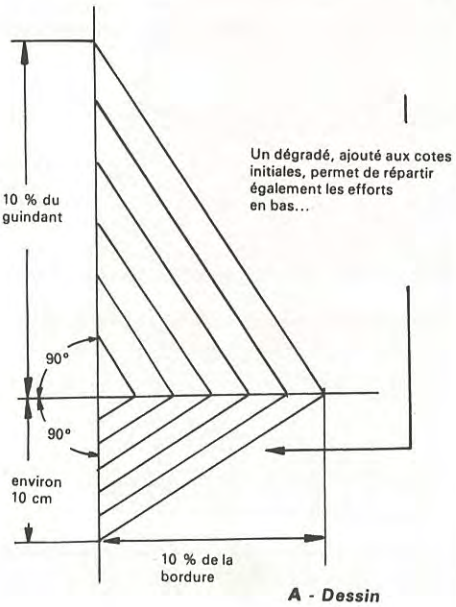
On a vu précédemment que cette courbe n'est pas régulière, la flèche maximum se situant aux 3/10e inférieurs, pour aller jusqu'à s'aplatir complètement vers le haut.

Les trois points étant marqués à la craie, au crayon ou par une pointe, on va donc les relier par une cordelette ou, ce qui est préférable ici, **une grande règle souple** (PVC, latte de bois ou métallique par exemple), de façon à former **une belle courbe à l'œil**, plus accentuée en bas et tendue en haut *(fig. 2.3 19)*.

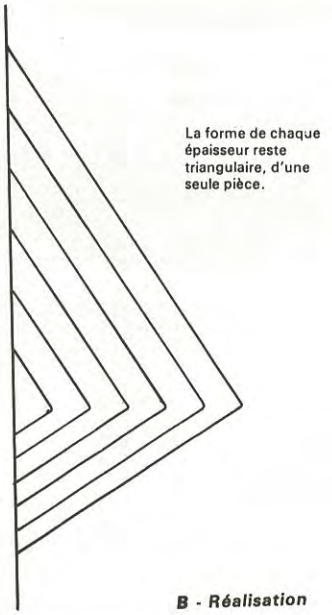
Il est bien évident que pour un bateau de course, où le mât est plus souple, il faudra impérativement tenir compte de l'inertie du mât pour établir la valeur de la flèche donnée à cette courbe ; d'autre part, au lieu de remonter ensuite en s'aplatissant, on pourra aller jusqu'à l'incurver légèrement vers l'intérieur, ce que l'on ne fera pas en croisière et avec un gréement en tête, rigide.

Fig. 2.322 : *Renforts de ris*



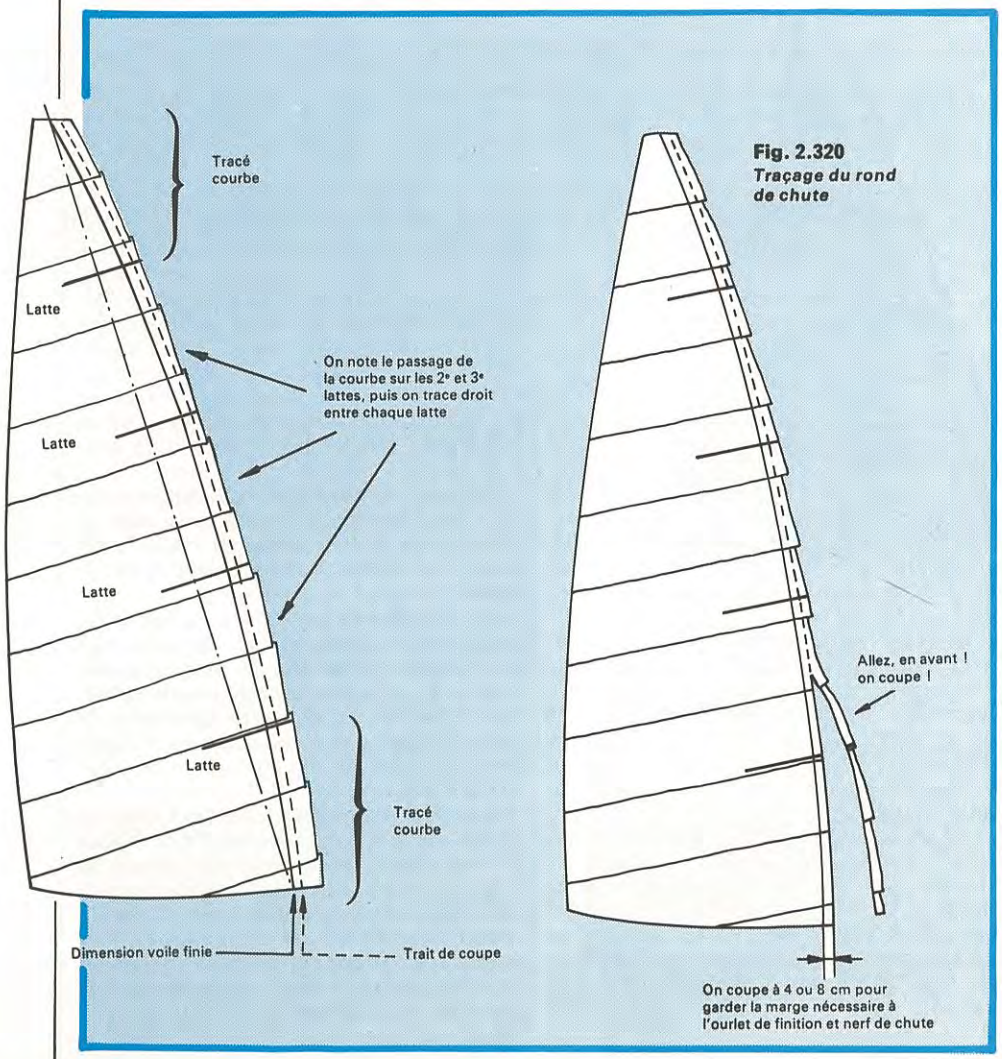


A - Dessin



B - Réalisation

Fig. 2.320
Traçage du rond de chute



Réglage de la chute :

De la même manière que nous l'avons fait pour le guindant, il faut maintenant étaler la voile à plat sur une trentaine de centimètres le long de la chute. On rejoint ensuite les trois points de réglage tracés (point de drisse initiale, point d'écoute, et marque de la valeur du rond) par une règle souple. Toutefois, **on ne trace sur la voile que la partie basse de la courbe** ainsi obtenue, c'est-à-dire du point d'écoute jusqu'à la première latte, **ainsi que sa partie supérieure,** du point de drisse à la dernière latte ; entre les deux, on ne fera que noter au crayon l'endroit où passe la règle en intersection avec les deux lattes centrales.

Entre chaque latte centrale, où l'on n'a donc pas tracé la courbure, **on tire de simples droites** *(fig. 2.3 20)*.

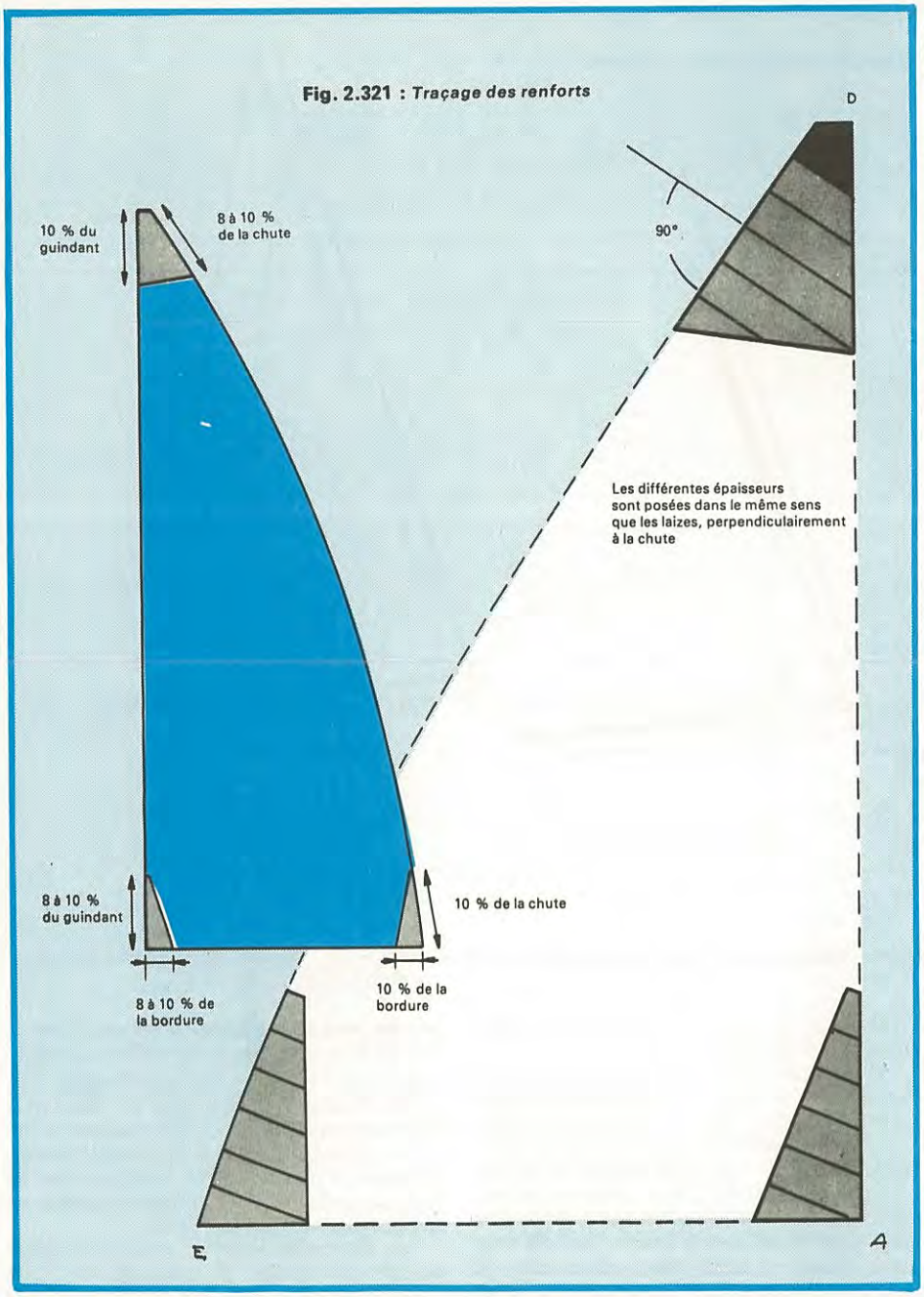


Fig. 2.321 : *Traçage des renforts*

On coupe ensuite l'excédent de tissu, environ 4 à 8 cm en arrière de ce traçage, marge destinée à faire l'ourlet de finition et le passage du nerf de chute...

Traçage des renforts :

Notre voile a maintenant ses cotes et formes définitives (aux marges de finition près) ; il est alors temps de tracer les différents renforts, les couper et les coudre.

Les renforts de la grand-voile sont particulièrement importants, étant donné que celle-ci travaille proportionnellement davantage que les autres voiles d'avant. D'autre part, on n'a généralement qu'une seule grand-voile à bord ; il est donc plus difficile en croisière de s'en passer pour la réparer ou la renforcer, qu'une voile d'avant que l'on peut changer...

C'est au point d'écoute que s'exercent les efforts les plus importants, bien que la bôme répartisse en partie ceux de la bordure...

Le point de drisse est également une zone de concentration d'efforts importants, notamment du fait de son angle très fermé ; on en déterminera donc les renforts de la même façon que pour le point d'écoute.

Le point d'amure, quant à lui, souffre un peu moins.

Dans la pratique, pour tracer les renforts, **on en déterminera les cotes proportionnellement à celles des côtés correspondants de la voile.** En moyenne, il faut les faire aller jusqu'à 10 % de la longueur du côté de voile correspondant pour le point de drisse et d'écoute, tandis que l'on peut ramener cette proportion à 8 % au point d'amure *(fig. 2.3 21)*.

Ainsi, par exemple, le renfort au point d'écoute d'une voile dont la chute mesurerait 12,70 mètres, et la bordure 4 mètres, ferait 1,27 m (ou 1,30 m) sur 40 cm...

La forme des renforts aux trois points de la voile est donc triangulaire ; par contre, ce n'est pas le cas aux bandes de ris.

Les renforts de ris :

Les proportions à respecter dans leurs cotes restent les mêmes que celles énoncées plus haut, tandis que la forme du triangle change, pour **éviter de passer brutalement de la forte épaisseur à la simple toile à voile** dans le bas, où l'on n'est plus au bord de la voile.

On reprend donc en dégradé vers le bas, sur un triangle d'une dizaine de centimètres, s'ajoutant au renfort initial identique à ce que l'on vient de voir *(fig. 2.3 22)*. On obtient ainsi des renforts de ris en forme, pourrait-on dire, de demi-losange.

Disposition des tissus de renforts :

Si l'on utilise pour faire les renforts, le même tissu que pour la voile, il faut en mettre au moins 6 épaisseurs, allant jusqu'à 8 épaisseurs de renforts sur les plus grosses voiles.

Il est toutefois possible de diminuer d'un tiers environ ce nombre d'épaisseurs, si l'on utilise du tissu spécial-renforts, vendu par les fabricants de tissus à voiles.

Les dimensions de chaque épaisseur vont, bien sûr, en diminuant progressivement de la plus grande, qui a les cotes maxi établies pour le renfort, à la plus petite, dont les cotes feront 30 % de celles de la première ; les épaisseurs intermédiaires s'échelonnent à intervalles réguliers ; on divisera donc la différence entre les deux extrêmes par le nombre d'épaisseurs intermédiaires pour avoir l'espacement entre chacune...

Le montage des renforts :

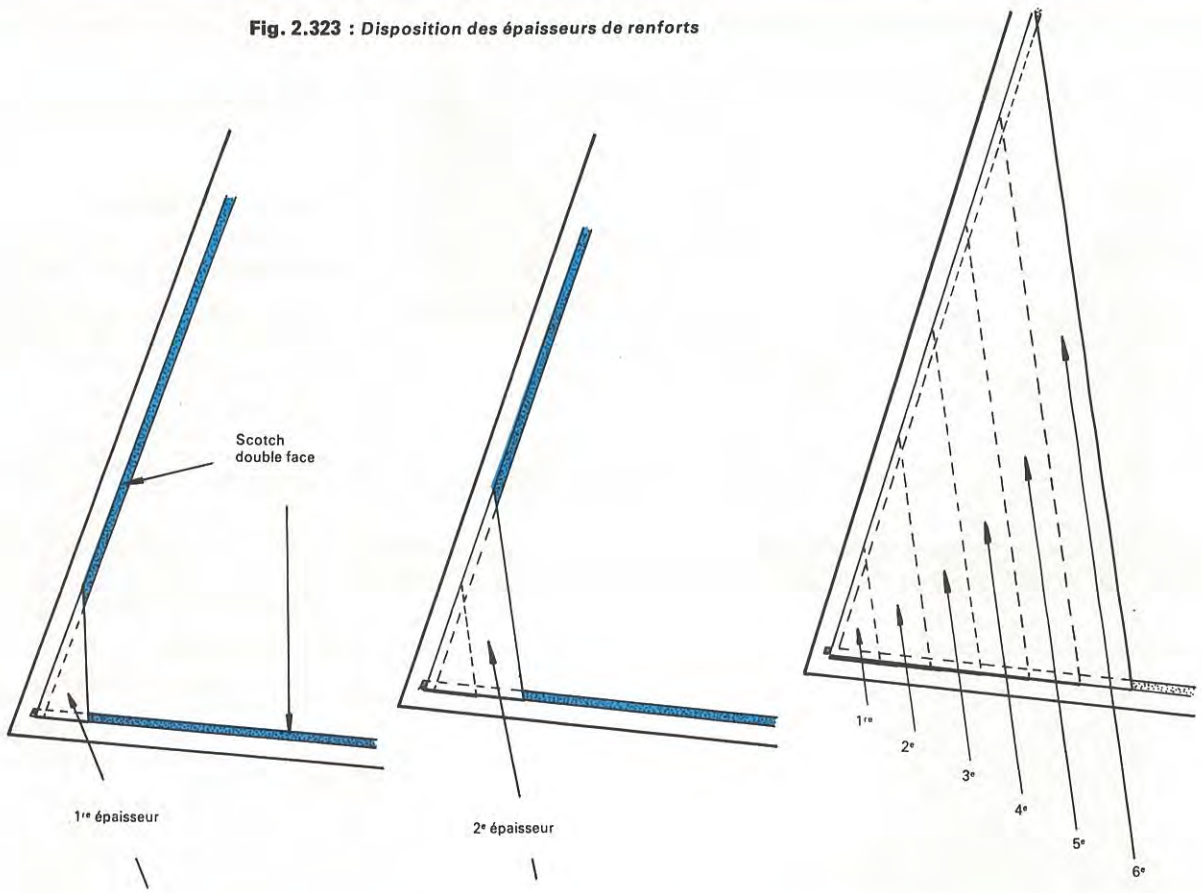
Il est particulièrement important dans cette phase de travail, de disposer la partie de la voile à renforcer bien à plat sur le sol. Nous avons là deux façons de procéder, **la principale difficulté étant d'assembler le renfort sans qu'il y ait de formation de petits plissements sur les bords, aux coutures...**

Ce montage peut se faire avec du scotch double face, toujours pratique pour bien maintenir les différentes épaisseurs en place, les unes par rapport aux autres sur la voile.

On commence par poser la plus petite, en allant vers la plus grande. *(Fig. 2.3 23)*. Si l'on dispose d'une grosse agrafeuse, il vaut mieux ensuite agrafer le tout ensemble pour bien le bloquer, car de telles épaisseurs directement passées à la machine ont vraiment tendance à glisser... et le travail est ici trop dur pour être réalisé à la main.

A la machine, donc, il y a ensuite une couture à faire, point zigzag *(fig. 2.3 24)*, à cheval sur la limite de chaque épaisseur de

Fig. 2.323 : *Disposition des épaisseurs de renforts*



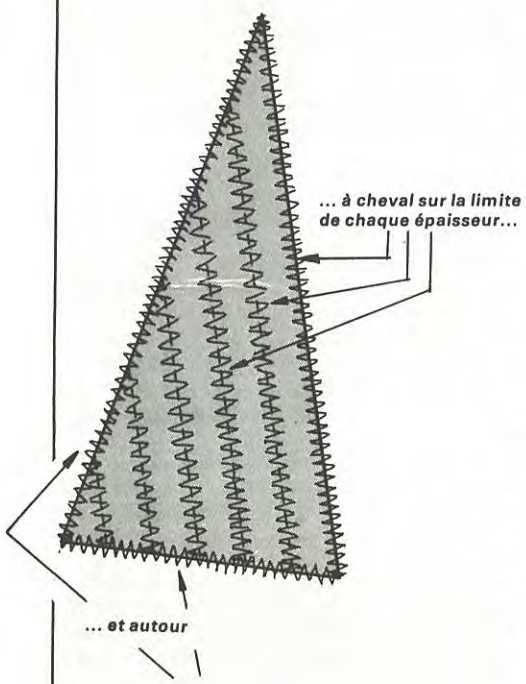


Fig. 2.324 :
Toutes les épaisseurs du renfort étant en place, collées et agrafées, on fait une couture zigzag...

renfort, après quoi, il ne reste plus qu'à enlever les agrafes...

Une autre façon de procéder consiste à présenter « à blanc » les différentes épaisseurs de renfort, pour en repérer les emplacements au crayon tous les 8 ou 10 centimètres. On enlève ensuite le tout, pour ne laisser que la première pièce, (la plus petite), que l'on maintient en place sur la voile avec (là encore !) du scotch double face ; la couture zigzag est alors faite, en se tenant à quelque 10 millimètres en arrière du bord. *(Fig. 2.3 25)* ; **on prendra garde, dans tous les cas, à laisser libre la marge de tissu destinée à l'ourlet de finition de la voile.**

On colle ensuite la pièce suivante, de la même manière, et la coud, toujours à environ un centimètre du bord, et l'on procède ainsi de suite jusqu'à la plus grande et dernière pièce. La couture de celle-ci n'est toutefois pas faite en retrait, mais à cheval sur le bord ; de plus, on fera alors une couture supplémentaire, à cheval sur les bords des épaisseurs précédentes vus par transparence.

Inutile ici de faire ces dernières coutures au bord de chaque épaisseur de renforts intermédiaires, mais simplement à une épaisseur sur deux, celle-ci étant là essentiellement pour empêcher le renfort de pocher au vent, outre la solidité accrue de ce principe de montage.

Une dernière remarque s'impose à propos du renfort de point d'amure, dans le cas où l'on veut poser un œillet de cuningam pour étarquer la grand-voile (cas d'une bordure coupée avec un rond fixe important sur l'avant), pour étarquer celle-ci. La forme du renfort de point d'amure doit alors l'élargir un peu vers la pointe du haut, transformant donc notre triangle en trapèze allongé *(fig. 2.3 26)*.

Les différents renforts de la voile étant maintenant posés, il convient de faire l'ourlet de chute, et de poser l'éventuel nerf de chute, avant de passer aux goussets de lattes.

L'ourlet de chute :

Bien qu'il s'intercale dans la fabrication avant la pose des goussets de lattes et le ralingage de bordure et guindant, l'ourlet représente notre premier travail de finition. Il borde les côtés de voile non-ralingués, en l'occurence la chute, sur la grand-voile (également la bordure dans le cas d'une grand-voile à bordure libre, comme sur un foc ou autre génois...).

Là encore, plusieurs façons de faire se présentent :

— **L'ourlet simple** (fig. 2.3 27 A), n'est recommandable que pour les voiles légères, telles les voiles de planches ou de petits dériveurs.

— **L'ourlet double** (fig. 2.3 27 B), est le type de finition le plus utilisé ; assez aisé à

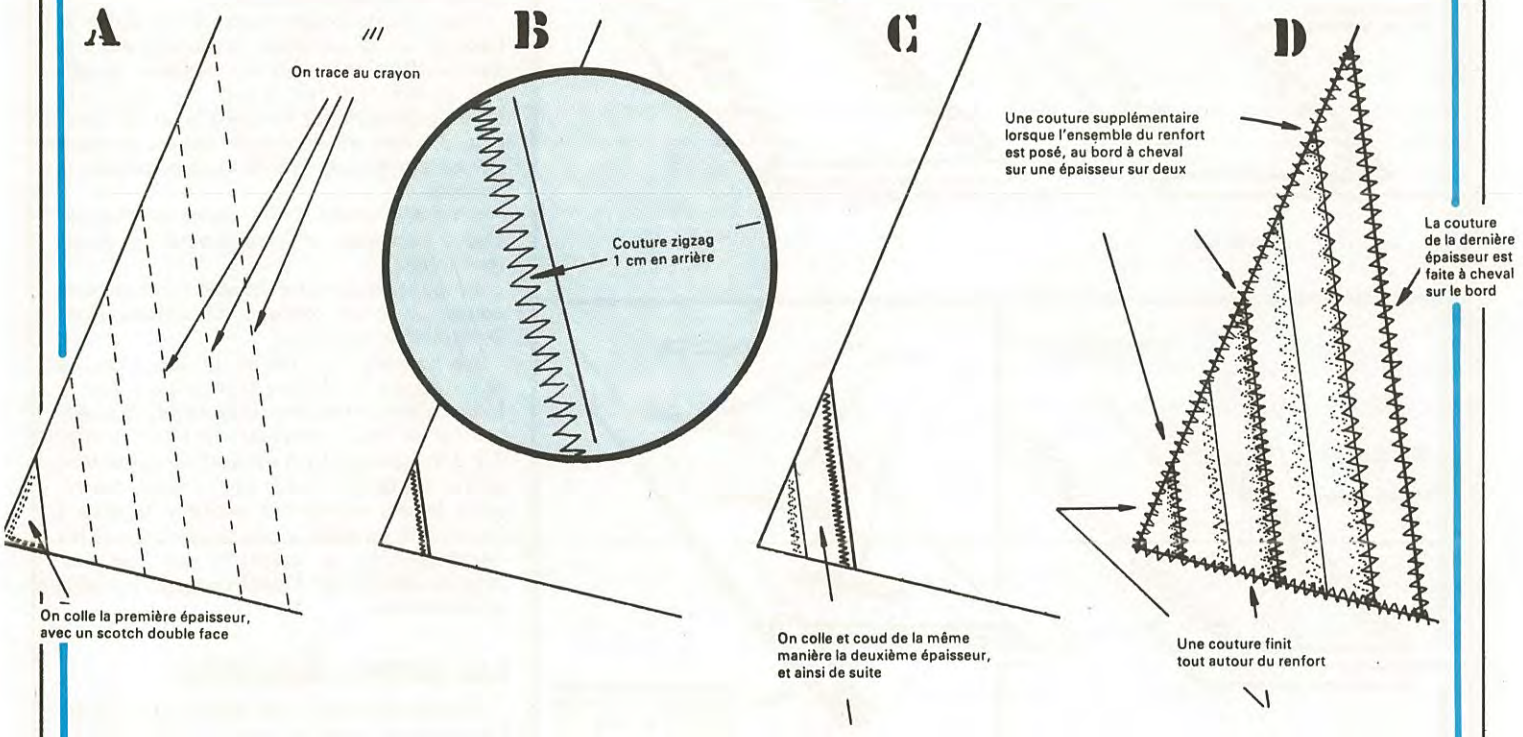


Fig. 2.325 : *Une autre méthode de montage des renforts.*

réaliser, il constitue un bon renfort en même temps qu'une finition propre.

— **L'ourlet rapporté** nous en verrons plusieurs variantes, plus ou moins utiles et justifiées selon le cas ; sur des voiles destinées à être très sollicitées... *(fig. 2.3 28)*.

Selon la taille de la voile, un ourlet double devra faire 2 à 4 cm de large en moyenne (2 cm pour des voiles de 10 à 15 m², et 4 cm pour 35 à 40 m², voire 5 cm ...).

Pour faire cet ourlet double sur la chute de notre grand-voile, comme sur une autre voile d'ailleurs, on va utiliser les 4 à 10 cm de marge que l'on a laissés en coupant le tissu le long de la chute ; il faut donc le replier deux fois sur lui-même : cela se fait assez facilement, toutefois, une agrafeuse, notamment en réalisation amateur, facilitera grandement la tâche pour que le tissu reste en place une fois plié. Les professionnels, quant à eux, ont parfois une machine équipée d'un pied de biche spécial qui replie le tissu avant de le coudre. Si l'on veut un **nerf de chute** (toujours utile, donc pourquoi s'en priver ?), **c'est ici qu'il ne faut pas oublier de passer la garcette à l'intérieur de l'ourlet,** au fur et à mesure qu'on l'agrafe *(fig. 2.3 29)*.

Au passage des renforts de point d'écoute de ris, il faut faire sortir la garcette du nerf de chute de l'ourlet ; **celle-ci passe donc à l'extérieur sur le renfort,**

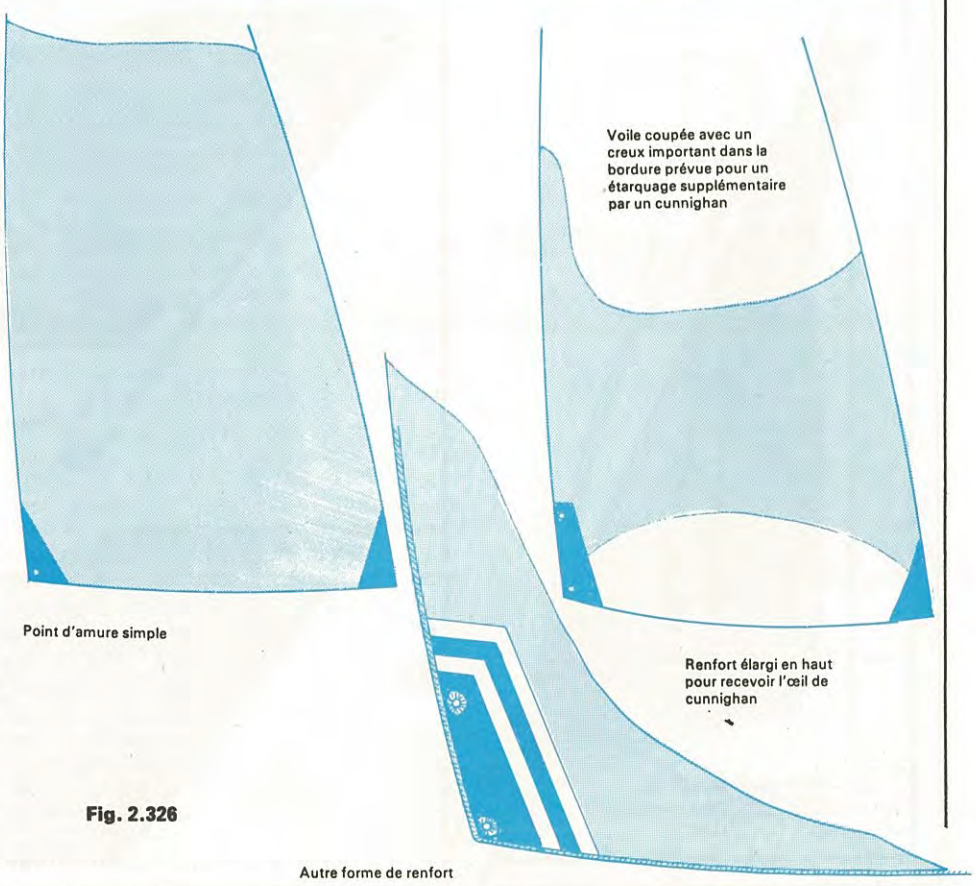


Fig. 2.326

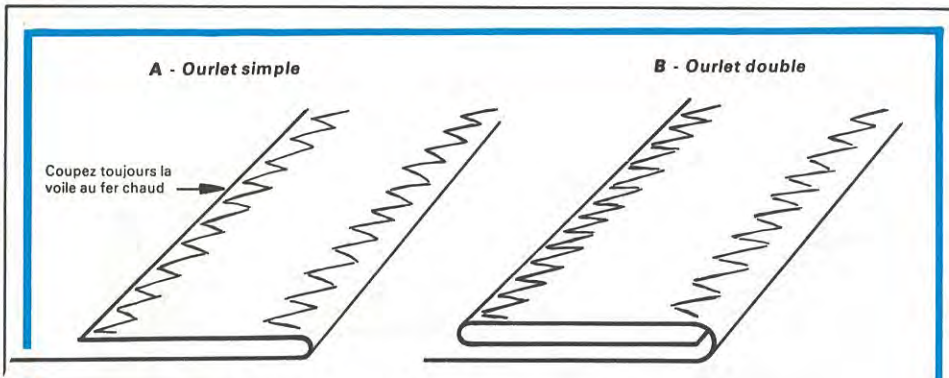


Fig. 2.327 :

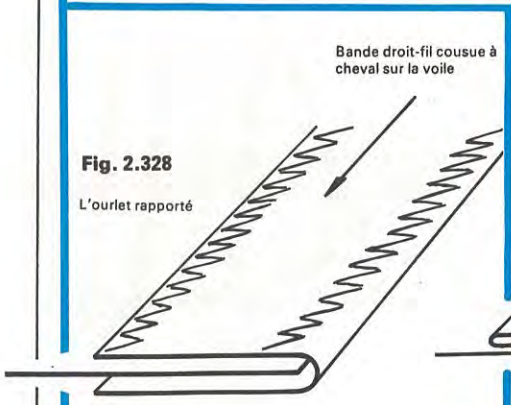


Fig. 2.328
L'ourlet rapporté

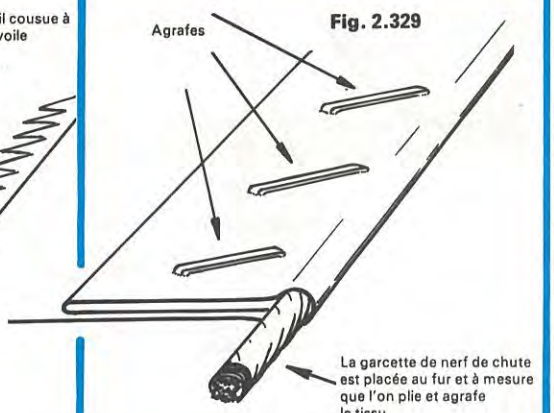


Fig. 2.329

avant de rentrer à nouveau dans l'ourlet. Il n'est pas utile d'aller jusqu'à prévoir un petit œillet ici pour le passage de la garcette, ce surcroît de travail ne fait qu'ajouter poids et surépaisseur à la chute, qui n'en a vraiment pas besoin...

Une simple petite fente, à la sortie et l'entrée de la garcette, pratiquée dans le tissu suffit amplement, à condition qu'elle soit coupée au fer chaud. Le tout sera ensuite masqué par un petit bout de tissu, *(fig. 2.3 30)*, ou de sangle mince, cousu à cheval par-dessus, si l'on veut peaufiner la finition.

L'ourlet, quant à lui, passe en chevauchant purement et simplement la partie renforcée.

En haut, la garcette du nerf de chute sera cousue avec les renforts de têtière, pour être solidement tenue.

La couture de l'ourlet se fait avec un point zigzag de chaque côté, c'est-à-dire le long du bord extérieur de la voile, et à cheval sur le bord intérieur de l'ourlet *(fig. 2.3 31)*. Lorsqu'il y a un nerf de chute toutefois, on ne fait pas la couture extérieure, pour **laisser circuler la garcette le plus à l'extérieur possible de la voile.** On pourra éventuellement la remplacer par une couture au milieu de l'ourlet, pour les plus grosses voiles...

Les ourlets rapportés :

Le principe est ici de renforcer la chute (ou bordure pour les autres voiles) par un apport de tissu, posé à cheval sur le bord de

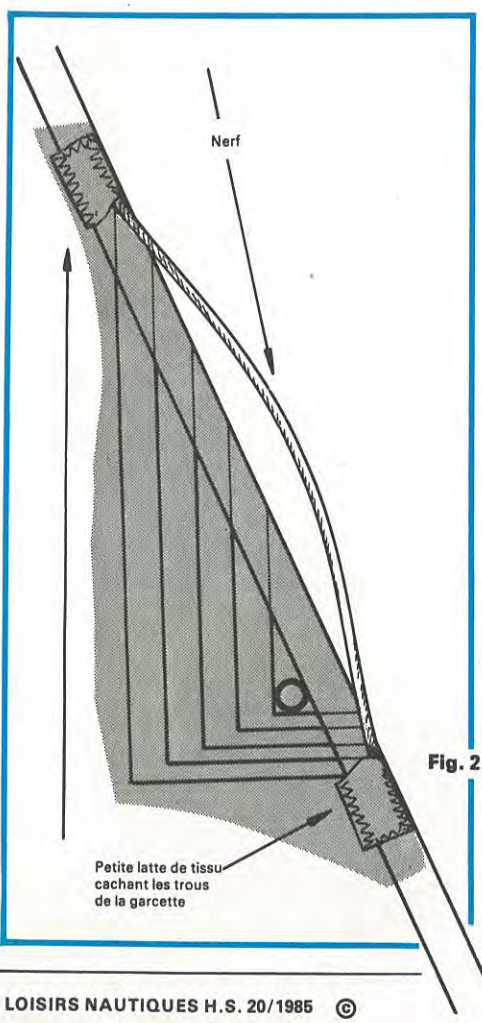


Fig. 2.330

Fig. 2.331 : ***Le nerf de chute passe à l'extérieur des renforts de ris.***

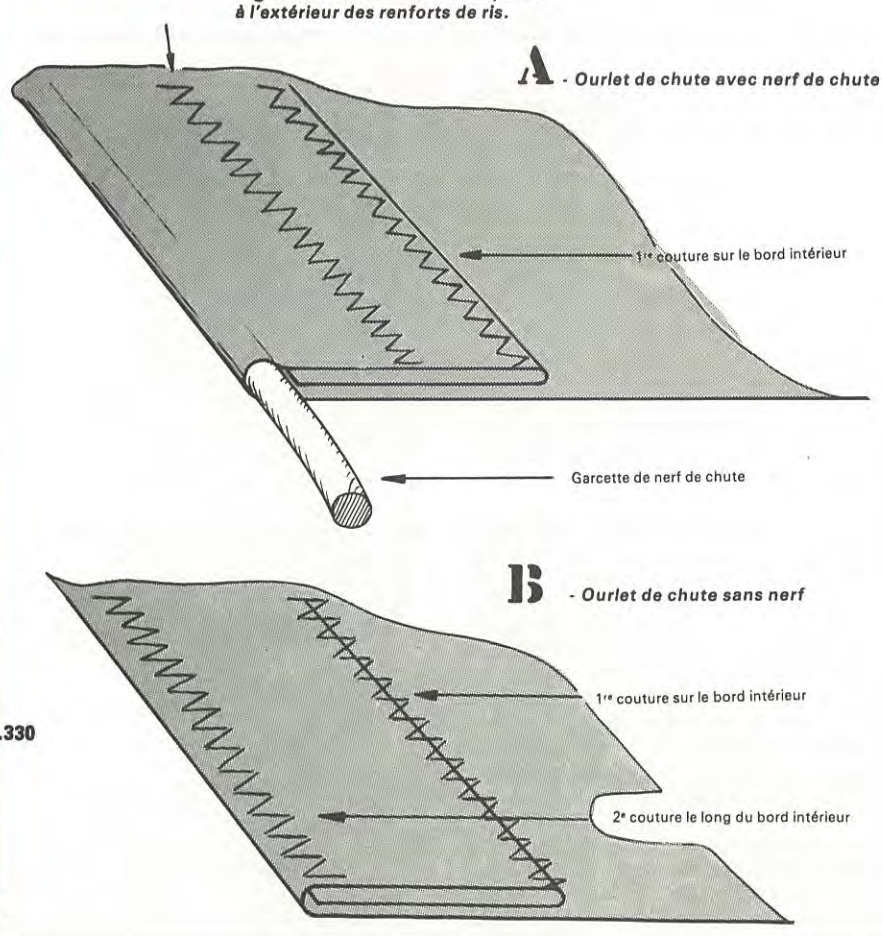


Fig. 2.332 : *Sur les voiles lourdes très sollicitées : ourlet renforcé : ourlet simple + ourlet rapporté*

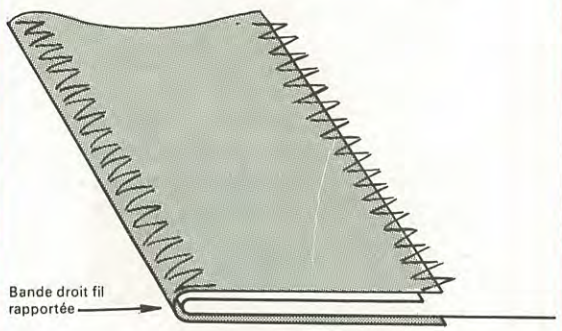
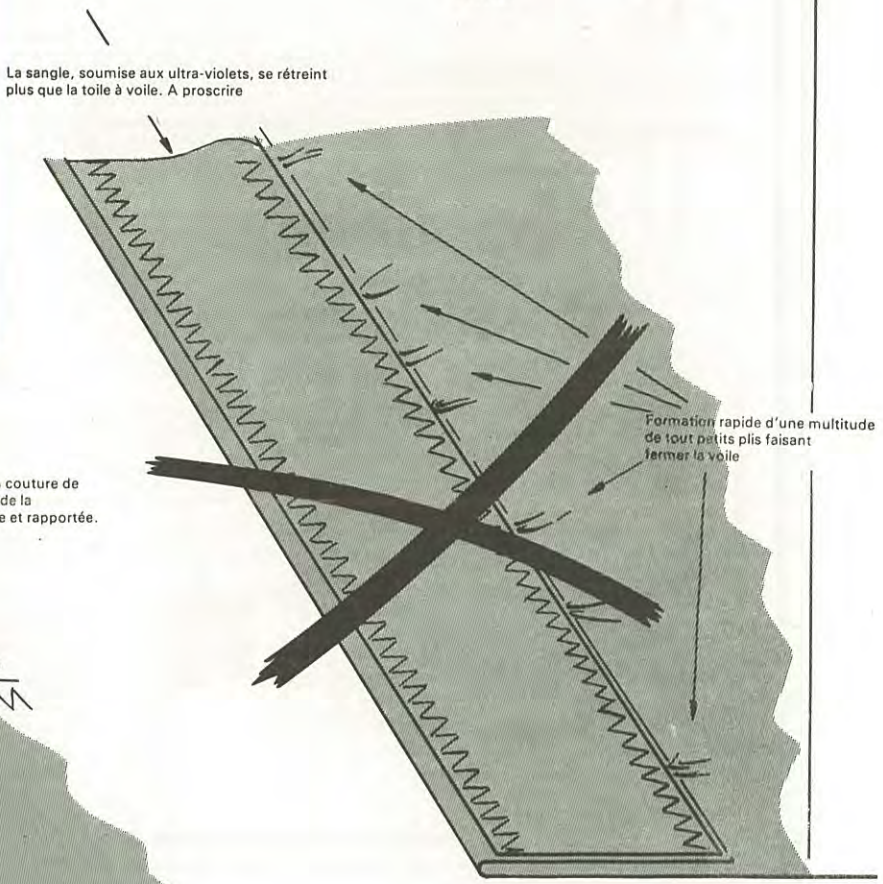


Fig. 2.334 :
Finition à ourlet simple renforcé par une sangle cousue dessus



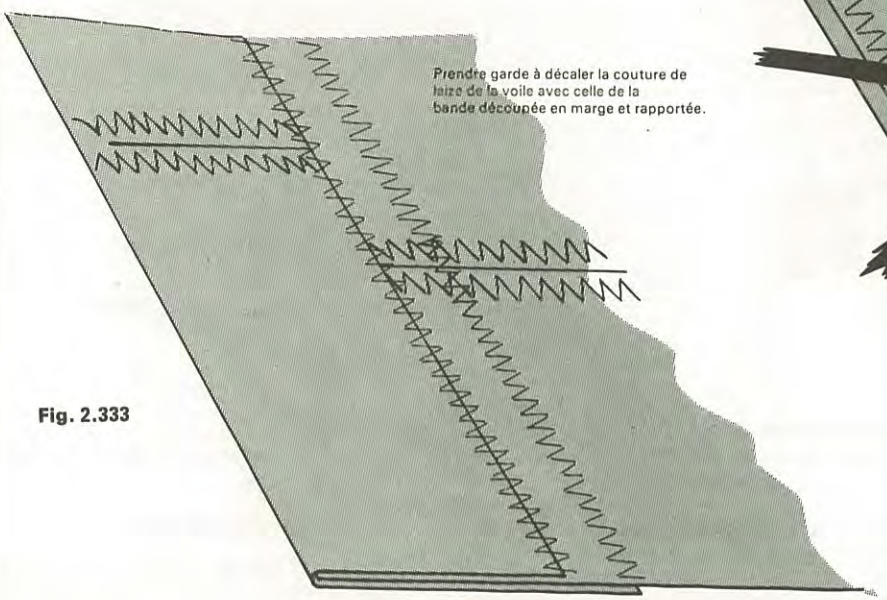


Fig. 2.333

la voile alors coupée juste le long du trait marquant la courbe de réglage de la chute, ou à cheval sur un ourlet simple *(fig. 2.3 32)*, montage que l'on ne peut que réserver aux voiles lourdes. Là aussi, l'utilisation du scotch double face sera une aide précieuse pour faire les coutures.

Pour que ce montage soit efficace, il faut, bien entendu, que l'on utilise **une bande de tissu continue, et dans le sens du fil.** Pour cela, il est alors recommandé d'acheter de la « bande droit-fil », vendue par les fabricants de tissus à voiles, à cet effet (entre autres).

Sans cela, une autre solution consiste à utiliser la bande d'excédent de tissu coupée le long de la voile (mais pourquoi ce surcroît de travail au lieu d'un bon ourlet plié ?). Quoi qu'il en soit, lorsque telle est la méthode choisie, **il convient de décaler légèrement** l'endroit des coutures des laizes de la bande coupée et rapportée, de celles de la voile, pour éviter des surépaisseurs excessives *(fig. 2.3 33)*.

Enfin, la finition qui consiste à monter sur la chute une sangle, cousue sur le bord de la voile ou sur un ourlet simple *(fig. 2.3 34)* est **à proscrire :** en effet, cette solution peut, d'un premier abord, paraître séduisante pour reprendre des efforts importants sur de grosses voiles très sollicitées, mais, outre le poids (que l'on peut chosir d'oublier sur les grosses voiles), cette sangle qui n'a pas du tout les mêmes caractéristiques mécaniques à l'allongement que le tissu à voiles, va se rétreindre légèrement au soleil, faisant apparaître de tous petits plis tout le long de la chute, la faisant fermer exagérément (phénomène qui devient très sensible dès le premier mois de navigation).

Ceci est encore accentué par la sangle nylon (par rapport à de la sangle polyester), et le fait de tendre la sangle pendant le montage ne permet qu'une approximation dans l'évaluation des différences de comportement avec le tissu, ce qui ne donne donc pas de résultats convenables...

Les goussets de lattes :

Les goussets de lattes sont, comme leur nom l'indique, destinés à recevoir les lattes qui maintiendront la chute, lui évitant de battre et plisser malgré son rond...

Deux principes types de lattes, selon la voile, peuvent être utilisés : les lattes forcées, allant d'un bout à l'autre de la voile, que l'on trouve notamment sur les voiles de dériveurs et de multicoques ; les lattes classiques, telles qu'on les a prévues dans notre exemple de dessin de grand-voile, utilisées sur tous les bateaux de croisière, et fréquemment en régate également... La forme des goussets diffère évidemment selon qu'il s'agisse de monter l'un ou l'autre type de lattes.

Les goussets de **lattes classiques** sont ouverts, se terminant sur l'arrière par un onglet permettant d'enfiler la latte, tandis que la partie inférieure est fermée, retenant la latte en place *(fig. 2.3 35)*.

En moyenne, la largeur des lattes utilisée est selon la taille de la voile, de 40 à

Fig. 2.335 : *Gousset de latte classique*

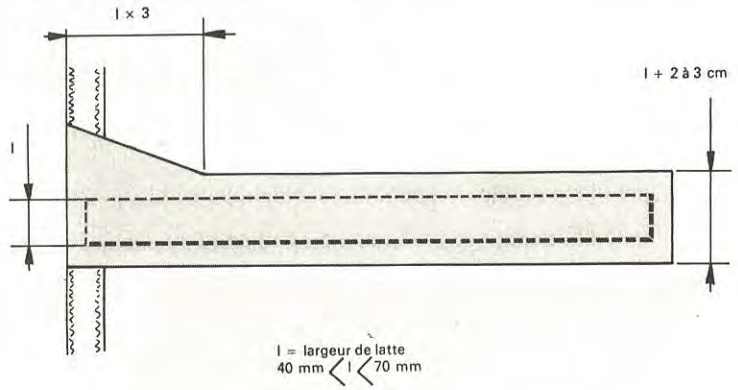
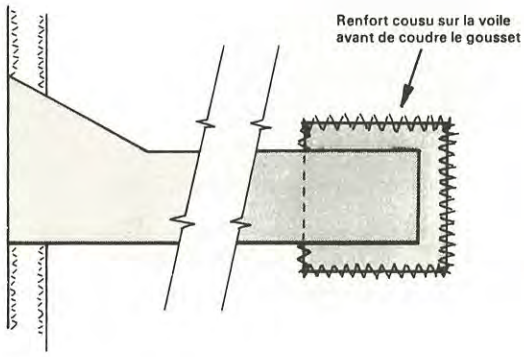
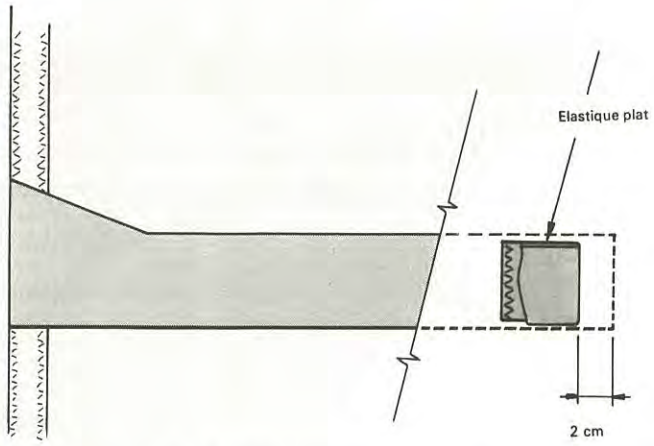


Fig. 2.336 : *Renfort en bout de latte*





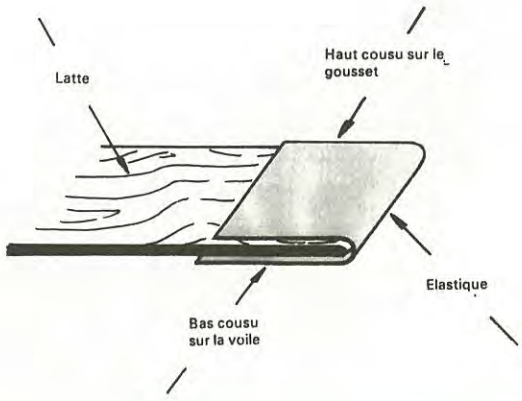


Fig. 2.337 : *Finition par élastique en bout de latte.*

; la matière employée influe également sur cet échantillonnage, selon qu'on choisisse la fibre de verre par exemple, ou de les faire en bois (frêne).

Il faut noter tout de même que **les lattes en fibre** présentent l'avantage, outre leur légèreté, d'être **mieux profilées :** plus épaisses sur la chute que vers l'avant, elles accompagnent ainsi le creux de la voile...

La largeur du gousset à prévoir, doit être de 2 à 3 cm supérieure à celle de la latte ; sa longueur est à prévoir selon ce qui a été déterminé sur le plan, la latte étant coupée ensuite à la demande.

Pour chaque gousset, la longueur de l'onglet doit être d'au moins 3 fois égale à la largeur de la latte. Ils seront coupés au fer chaud, dans le même tissu que la voile. On a, en outre, tout à fait intérêt à ajouter, avant de monter le gousset, **une épaisseur de toile supplémentaire cousue sur la voile à l'endroit prévu du bout de latte**, débordant de 4 à 5 cm ; ceci pour protéger la voile du travail du bout de latte *(fig. 2.3 36)*.

Une autre finition à cet endroit consiste également à coudre un élastique plat sur la voile et la face intérieure du gousset, d'environ une fois et demie (lorsqu'il est plié en deux), la largeur de la latte, s'arrêtant à quelque 2 cm du fond du gousset *(fig. 2.3 37)*.

Après avoir monté le gousset, avec un point zigzag tout autour (sauf, bien sûr, la partie supérieure de l'onglet), on ne saurait trop recommander de **faire une couture au point droit suivant le bord du zigzag à l'intérieur** du logement de la latte *(fig. 2.3 38)* ; cela évitera notamment, lorsqu'on enfile la latte, que celle-ci n'accroche et arrache la couture zigzag.

Enfin, on renforcera les coutures aux angles du gousset sur le bord de la chute, et à l'angle de l'onglet, par un point en croix à la main, ou éventuellement un point de bourdon fait à la machine...

*Pour des **lattes forcées**, la forme du gousset est droite, ouverte sur l'arrière ;* on arrête la couture de montage à environ 2 cm de la chute *(fig. 2.3 39)*, laissant ainsi un petit volet de libre. Le bout du gousset venant buter contre le guindant, il convient ici de **le renforcer par deux petites pièces en plastique, une de chaque côté de la voile,** fixées ensemble par deux vis ou rivets de part en part.

Il reste à coudre sur l'ourlet de chute une petite garcette qui servira à tendre légèrement la latte en place ; elle passera par deux petits œillets posés sur l'ourlet, et deux autres en face, sur le petit volet du gousset. Les finitions de coutures, quant à elles, sont les mêmes que dans le cas précédent.

Guindant et bordure :

On peut ici encore choisir entre deux solutions, avec une ralingue passant dans le profil du mât (ou de la bôme), ou avec des coulisseaux *(fig. 2.3 40)*. Le travail de finition de la voile sera donc sensiblement différent.

Le ralingage :

Il s'agit de monter un cordage textile le long de la voile ; ce dernier peut être soit toronné, comme c'est le cas le plus souvent, soit tressé. Dans un cas comme dans l'autre, il faudra choisir du **polyester préétiré.** Le diamètre est donné par celui de la gorge du mât, ou de la bôme, correspondant ; nous verrons cependant plus loin que l'on peut également ralinguer une voile que l'on équipera de coulisseaux ; le diamètre de cette ralingue ne tient alors compte que de la résistance nécessaire par rapport à la surface de la voile.

Deux possibilités se présentent encore quant à la disposition de ce cordage, qui peut, **soit être apparent, soit noyé dans la gaine de ralingue.**

Dans le premier cas, le cordage, textile toronné, est cousu le long et au milieu

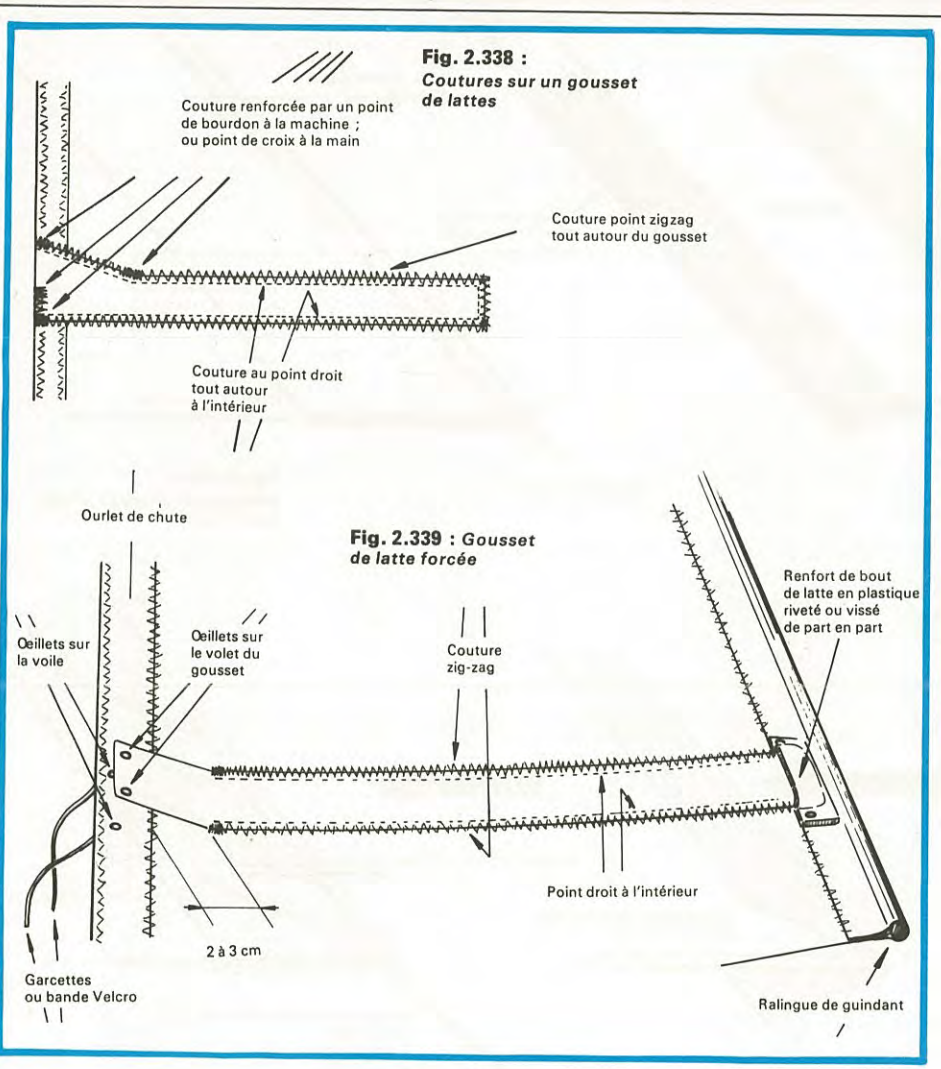


Fig. 2.338 : ***Coutures sur un gousset de lattes***

Fig. 2.339 : ***Gousset de latte forcée***

d'une bande de droit-fil, laquelle est cousue à la voile en la chevauchant (à la manière d'un ourlet rapporté) par une, voire deux, coutures zigzag *(fig. 2.3 41)*. Les voileries équipées de machines professionnelles réalisent également ce montage elles-mêmes, avec un pied de biche et guide spécial.

Autrefois, ce ralingage se faisait traditionnellement à la main, travail long et délicat, car la tension de la couture doit être très régulière, en tenant compte de l'allongement du cordage par rapport au tissu. Si l'on veut éviter d'avoir à acheter de la bande ralingue toute faite, il semble donc préférable d'opter pour la ralingue noyée, plus simple à bien réaliser soi-même.

La méthode de ralingage traditionnelle à la main est toutefois détaillée dans la troisième partie de ce Hors Série.

Sauf pour les voiles à guindant libre, pour lesquelles on préfère les cordages tressés, ou le câble souple inox, on se contente généralement, pour les ralingues noyées dans la gaine, de cordages toronnés (pré-étirés bien sûr), dont les caractéristiques sont bien suffisantes. L'emploi de cordages tressés permet toutefois de réduire le diamètre de la ralingue, ce qui peut parfois être utile, selon la gorge... *(fig. 2.3 42)*.

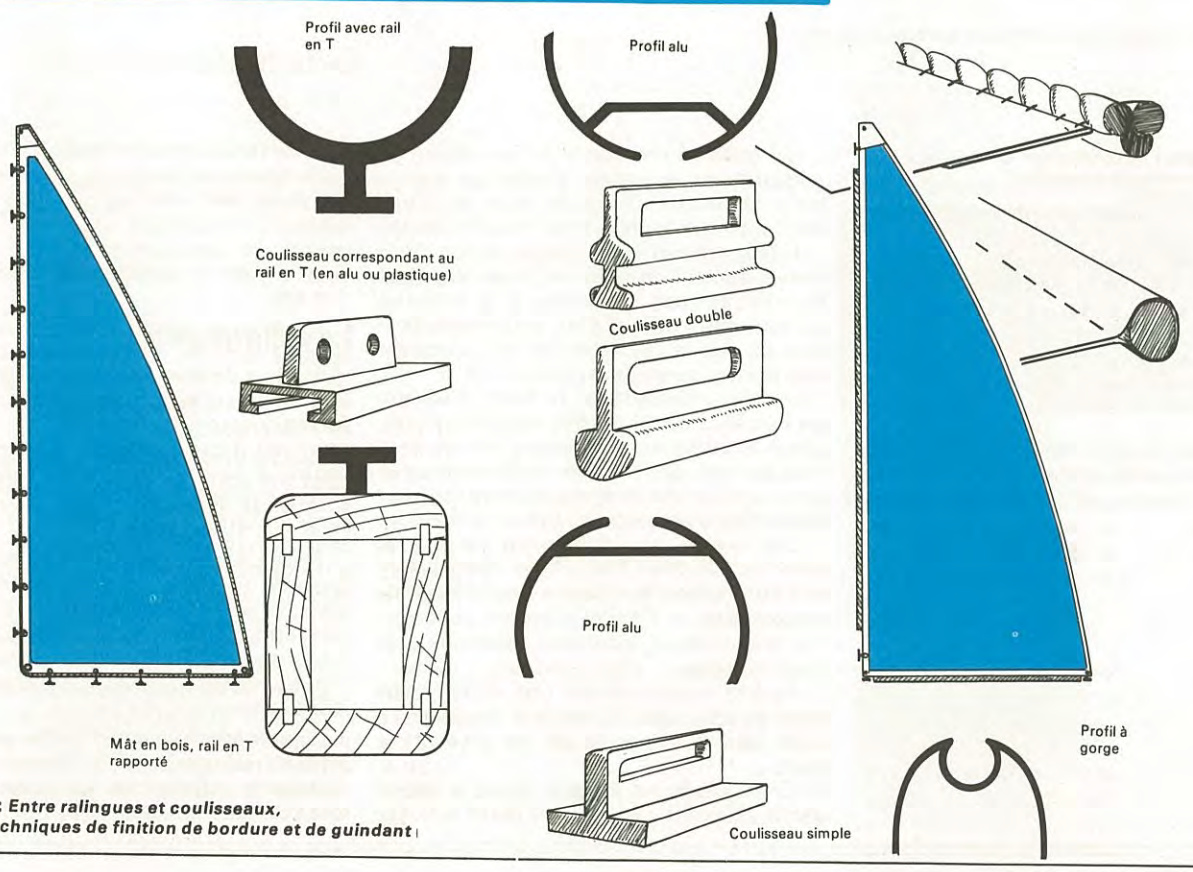
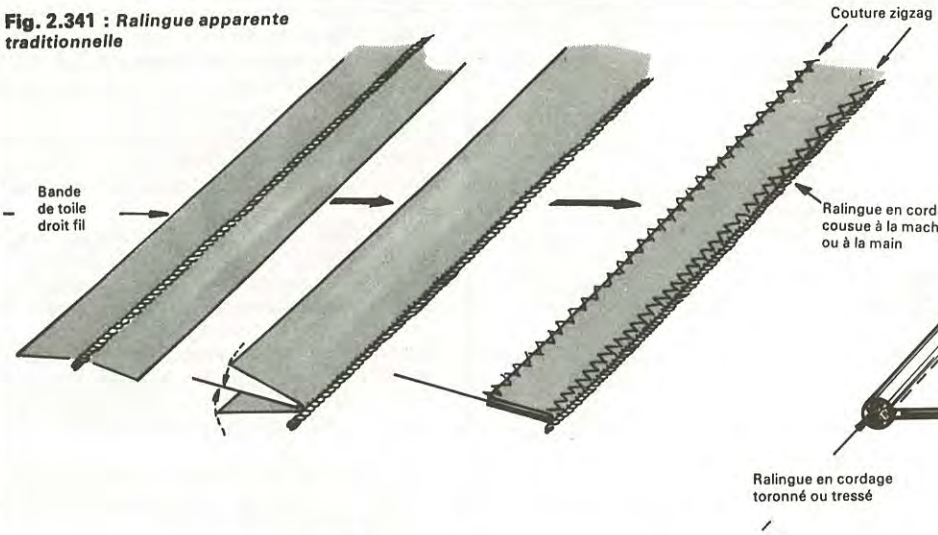


Fig. 2.340 : ***Entre ralingues et coulisseaux, plusieurs techniques de finition de bordure et de guindant***

Fig. 2.341 : ***Ralingue apparente traditionnelle***



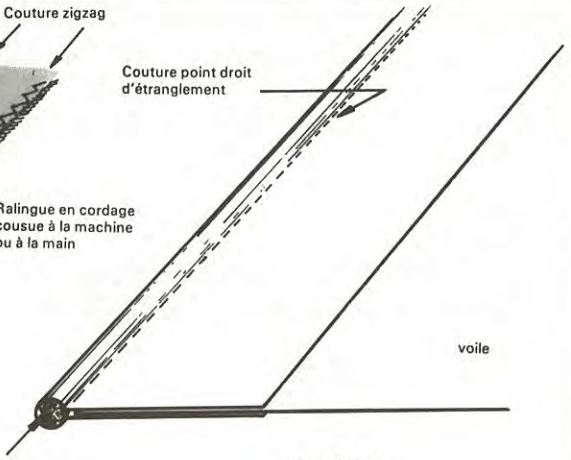


Fig. 2.342 :
Ralingue en cordage noyée dans la gaine

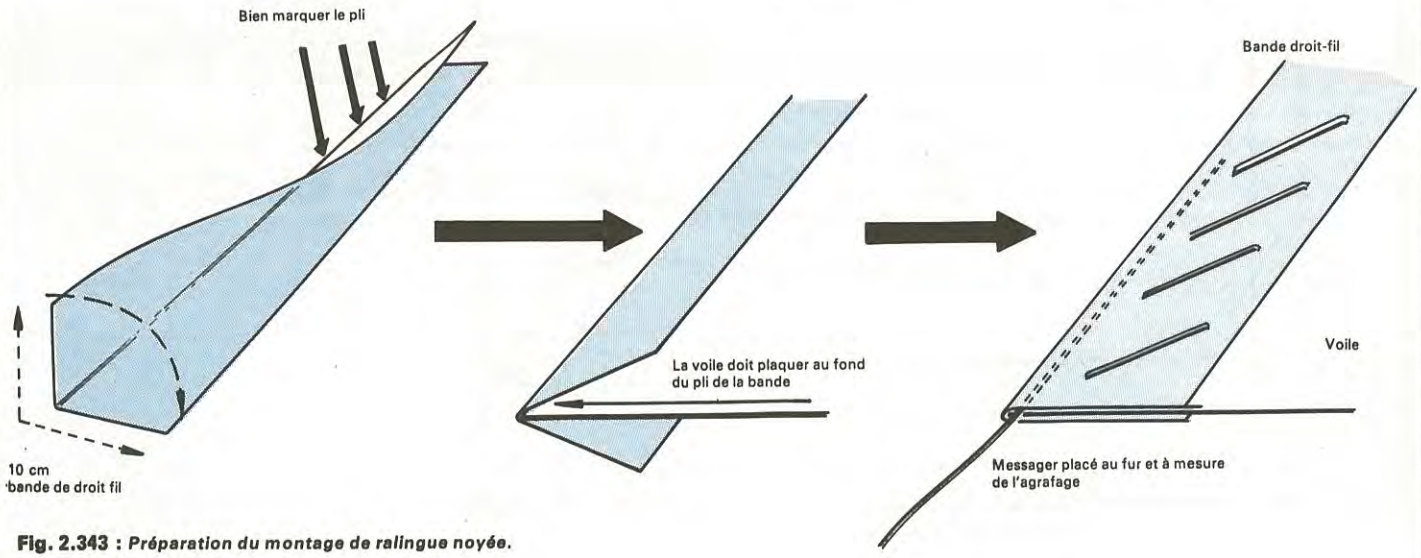


Fig. 2.343 : ***Préparation du montage de ralingue noyée.***

Fig. 2.342 bis : ***Détermination du diamètre de ralingue enverguée en textile pré-étiré.***

		Ø 6 à 8 mm
jusqu'à	200 g.	ou 10 m²
		Ø 10 mm
jusqu'à	300 g.	ou 20 m²
		Ø 12 à 14 mm
jusqu'à	400 g.	ou 30 m²
		Ø 16 mm

N.B. : Pour les G.V., on n'ira pas au-delà de 12 mm. Les grandes et grosses voiles d'avant, en revanche, peuvent être équipées de diamètres supérieurs.

On utilisera une bande de tissu droit-fil, sensiblement du même grammage que la voile, d'environ 10 cm de large, et d'une seule pièce sur toute la longueur nécessaire.

Il faut préciser ici, à propos de cette longueur, que si l'on utilise le même diamètre de ralingue pour le guindant et la bordure, on peut poser celle-ci d'un seul tenant, partant du bas de la têtière (en fait, quelques centimètres en-dessous, comme on le verra plus loin), contournant le point d'amure, où l'on aura coupé la voile avec un arrondi, allant ensuite jusqu'au point d'écoute. Si la ralingue est doublée de coulisseaux, elle peut aussi remonter éventuellement sur une dizaine de centimètres en bas de la chute.

Par contre, si l'on prévoit un œil de cunningham pour étarquer la voile, il faudra **interrompre la ralingue entre l'œillet de cunningham et l'œillet d'amure** pour garder à la voile sa souplesse, nécessaire à ce type de réglage... *(fig. 2.345 bis).*

La bande droit-fil doit tout d'abord être pliée en deux dans le sens de la longueur ; il faut bien marquer ce pli en écrasant le tissu...

Cette bande est ensuite placée à cheval sur le guindant ; **en prenant garde à ce que la voile vienne bien au fond,** à plaquer contre le repli de la bande, on maintient celle-ci en place avec des agrafes. Au fur et à mesure de l'agrafage, on placera un fil qui servira de messager pour faire passer et tirer ensuite le cordage de ralingue *(fig. 2.3 43).*

Après avoir agrafé la bande ainsi tout le long de la voile, il faut ensuite faire deux coutures au point zigzag côte à côte, la première chevauchant la limite de la bande sur la voile *(fig. 2.344)*

Ces coutures terminées, on va passer le bout pré-étiré, du diamètre correspondant à la gorge du profil utilisé, en se servant pour cela du messager.

Il reste alors à étrangler ce bout à l'intérieur de la gaine : travail très long à la main, il est particulièrement intéressant de pouvoir le réaliser à la machine ; pour cela, il faut pouvoir équiper la machine à coudre d'une roulette, ou d'un demi-pied de biche à étrangleur.

Aux extrémités, *ainsi qu'au niveau des renforts de ris pour la bordure, il faut* **bloquer la ralingue par un point en croix,** que l'on fait à la main *(fig. 2.3 45).*

Fig. 2.344 : ***Ralingue noyée dans la gaine***

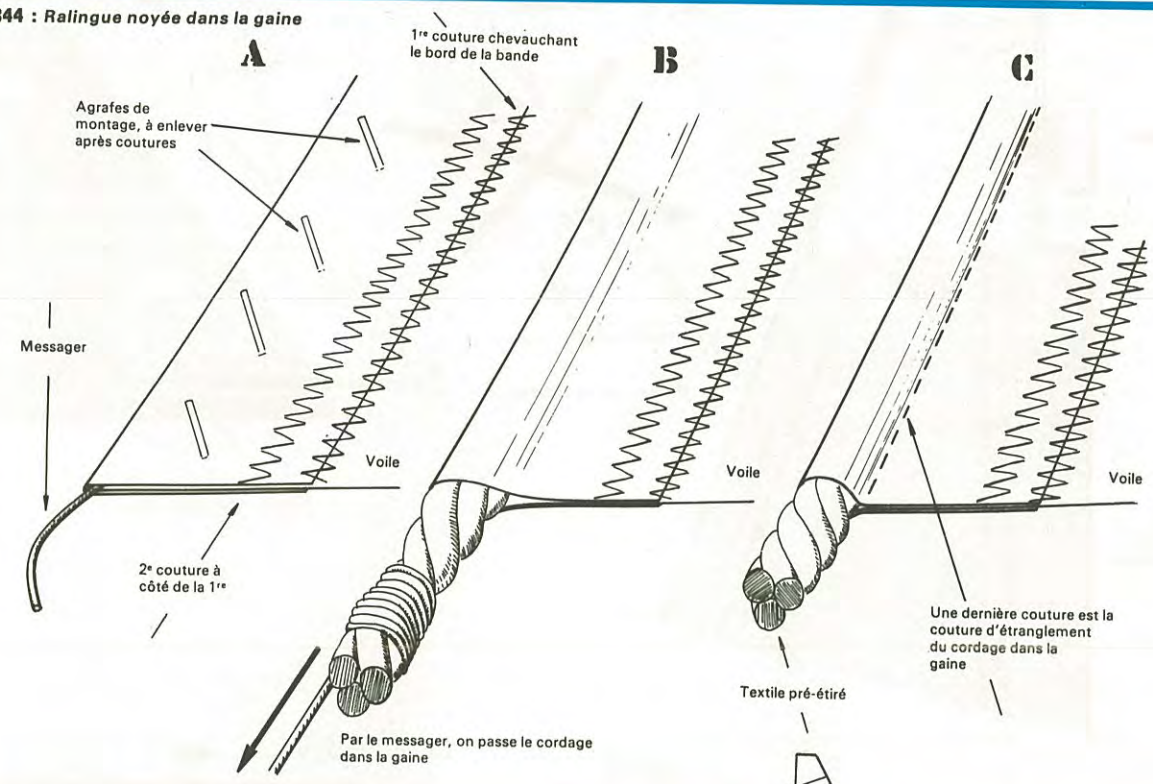


Fig. 2.345
Finition de la ralingue noyée

Aux extrémités de la ralingue et au niveau des renforts de ris, la ralingue est bloquée par un point de croix fait à la main.

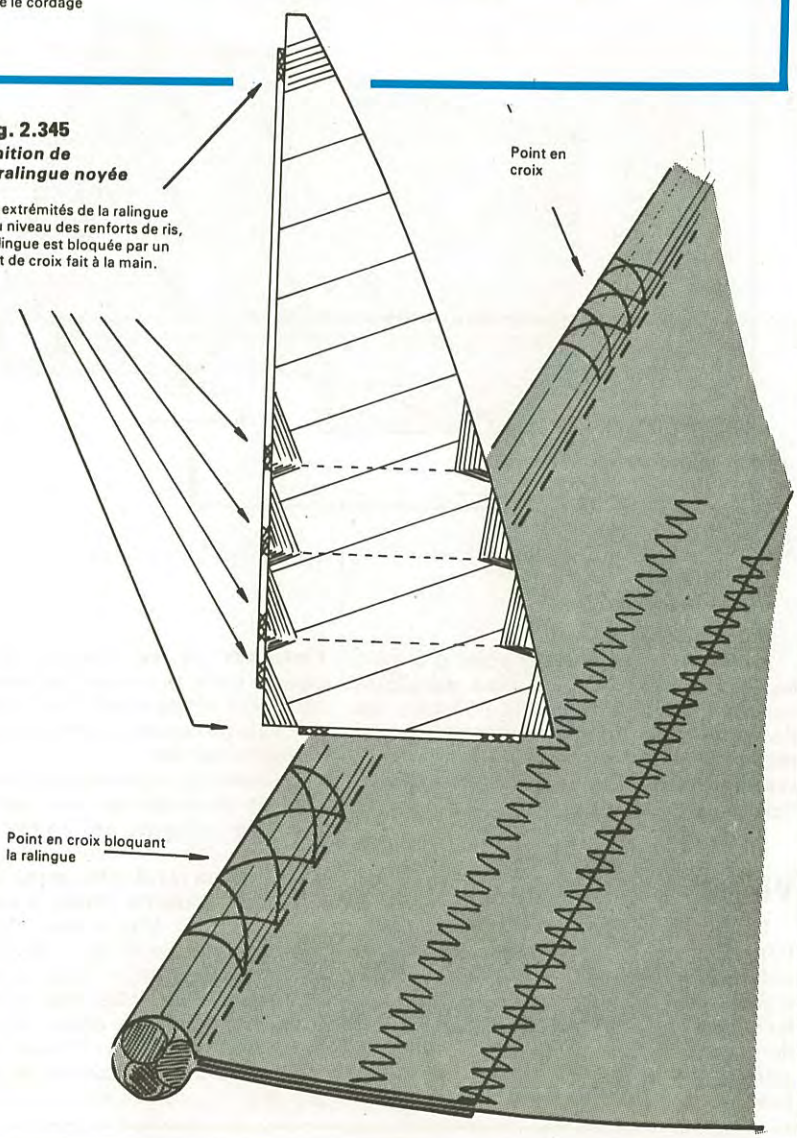


Fig. 2.345 bis

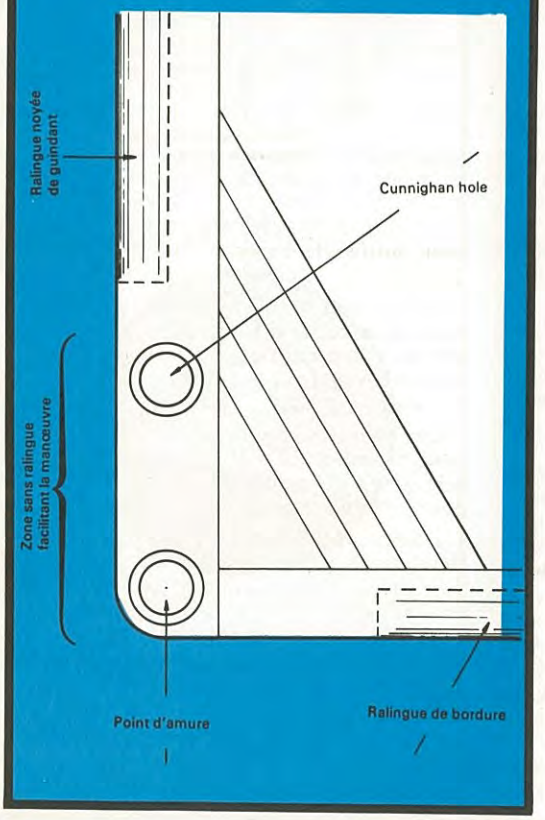


Fig. 2.346

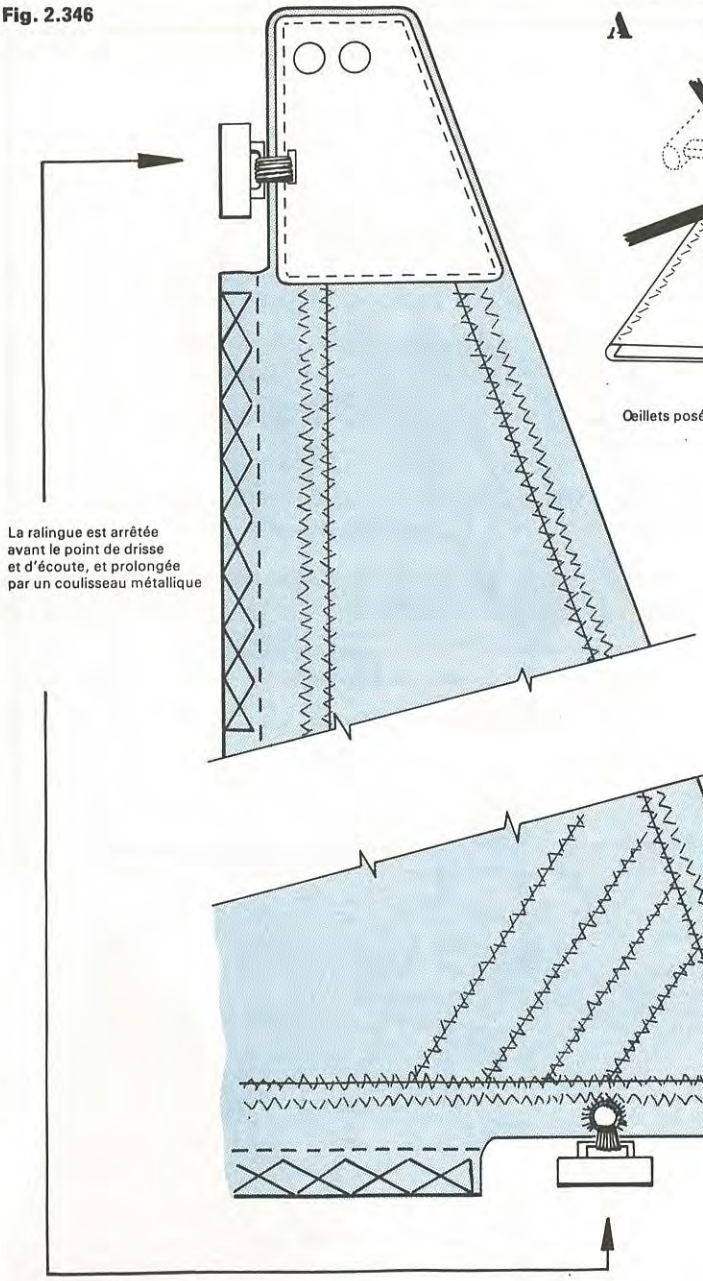
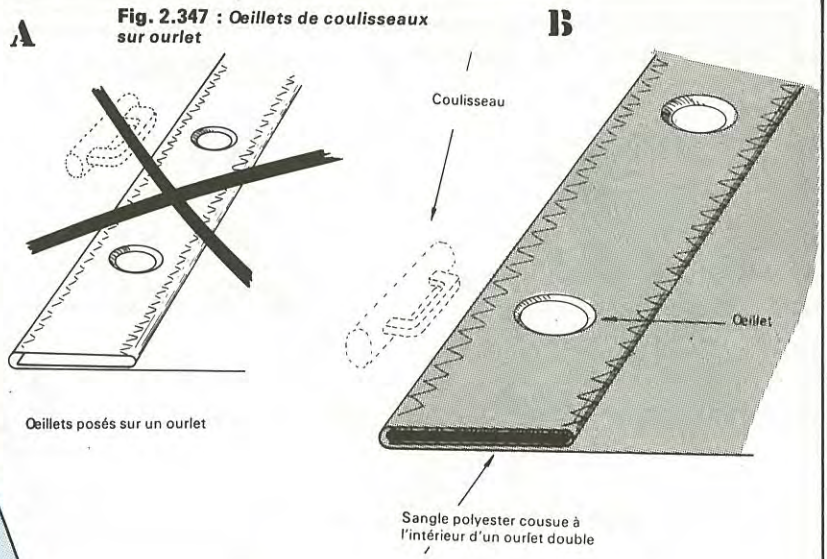


Fig. 2.347 : *Œillets de coulisseaux sur ourlet*

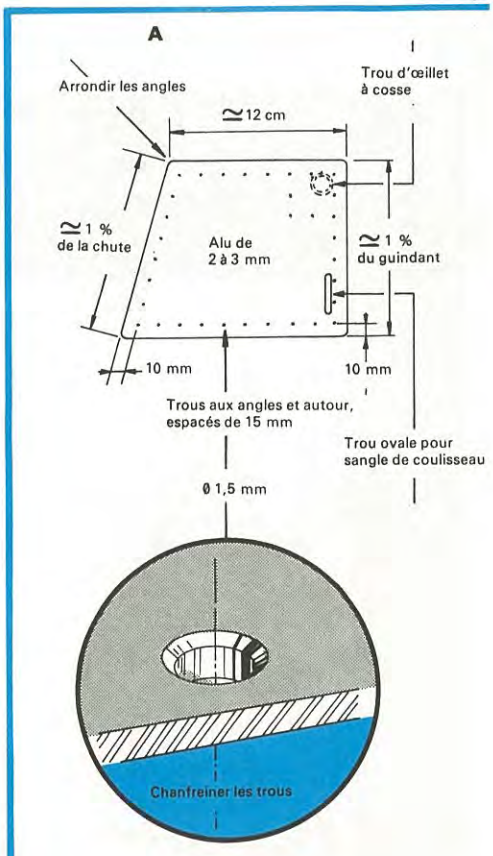


Au point de drisse et au point d'écoute, on peut monter un coulisseau métallique dans le prolongement de la ralingue, que l'on aura alors arrêté quelques centimètres plus tôt ; on évitera alors à l'extrémité de celle-ci de travailler à l'arrachement, là où l'effort est important... *(fig. 2.3 46)*.

Voiles à coulisseaux :

La finition des guindants et bordures que l'on va équiper de coulisseaux est parfois réduite à un ourlet double, tel qu'on l'a vu à propos de la chute, sur lequel sont posés les œillets destinés aux coulisseaux. Ce type de montage ne donne pas un résultat très solide ; on peut, par contre, en faisant l'ourlet, coudre une sangle polyester à **l'intérieur** de ce dernier *(fig. 2.3 47)*, comme on le trouve sur certaines voiles de série. On ne peut toutefois recommander une telle finition sur une voile destinée à un travail important.

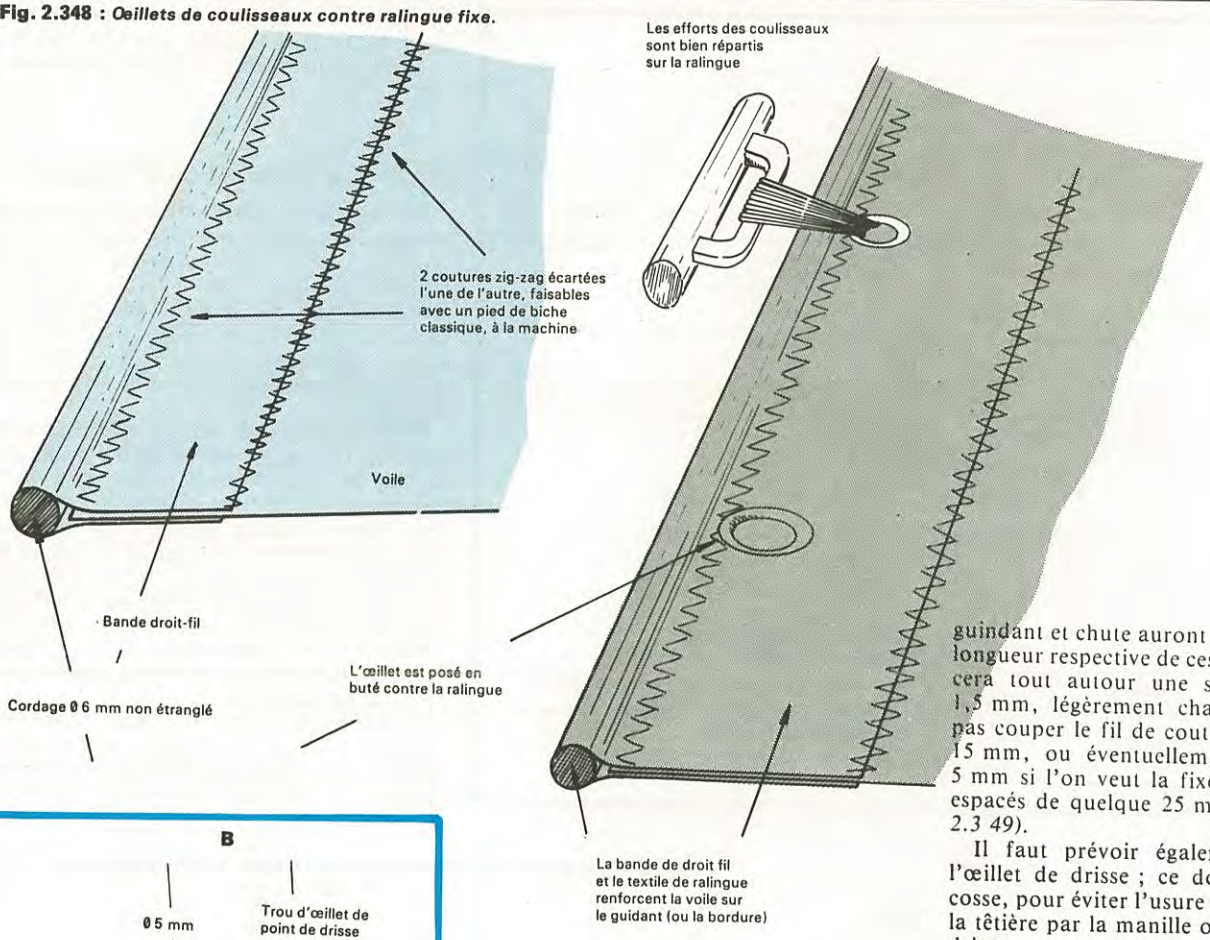
Le mieux est de reprendre le même principe de montage que vu précédemment, avec une ralingue, en remplaçant le gros bout de ralingue (qu'il n'est d'ailleurs plus), par un textile plus petit, de l'ordre de 6 mm de diamètre (maxi 8 mm pour les voiles lourdes). Il n'est alors pas nécessaire d'étrangler ce bout dans sa gaine comme on l'a vu pour les « *vraies* » ralingues, et l'on pourra écarter les deux coutures zigzag l'une de l'autre ; les œillets de coulisseaux viendront buter contre le bout, de sorte que les efforts seront répartis au mieux *(fig. 2.3 48)*.

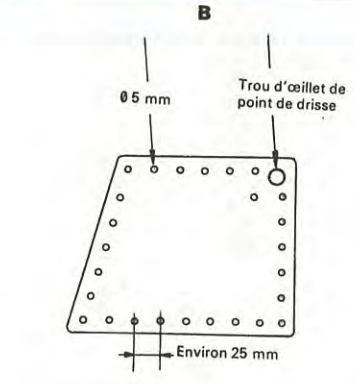


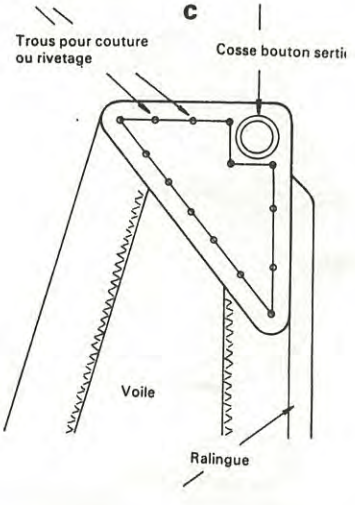
A - Têtière à coudre en AG4, à réaliser
B - Têtière à riveter

Fig. 2.349

Fig. 2.348 : ***Œillets de coulisseaux contre ralingue fixe.***







C - Petite têtière plastique à coudre ou à riveter. La forme peut être triangulaire.

Notons enfin ici, que l'on peut également, pour réaliser ce type de montage, acheter de la ralingue noyée dans la gaine toute faite, et de petit diamètre, telle celle prévue par les focs envergués dans des profils d'étai creux.

Cette étape terminée, la voile est alors prête à recevoir ses derniers travaux de finition.

Montage de la têtière :

La têtière, ou planche de tête, vient doubler et donc renforcer la voile au point de drisse ; elle est constituée de deux plaques d'aluminium (AG4) ou de matière plastique, placées de part et d'autre de la voile et rendues solidaires par des rivets ou une double couture au gros fil... la voile étant prise en sandwich entre les deux.

L'ensemble doit être parfaitement solidaire pour reprendre correctement les efforts au point de drisse, efforts qui sont là d'autant plus importants que la voile est à grand allongement.

Achetée toute faite chez un voilier, la têtière peut aussi être réalisée par soi-même, dans une chute d'AG4 de 3 mm d'épaisseur. Le mieux est alors de lui donner une forme de trapèze, dont les côtés guindant et chute auront environ 1 % de la longueur respective de ces derniers. On percera tout autour une série de trous de 1,5 mm, légèrement chanfreinés pour ne pas couper le fil de couture, et espacés de 15 mm, ou éventuellement des trous de 5 mm si l'on veut la fixer par rivets pop, espacés de quelque 25 mm chacun... *(fig. 2.3 49)*.

Il faut prévoir également le trou de l'œillet de drisse ; ce doit être un œillet cosse, pour éviter l'usure et l'ovalisation de la têtière par la manille ou mousqueton de drisse.

Sur les voiles à ralingue, il faut prendre garde à réduire légèrement les cotes de la têtière, ou reculer légèrement celle-ci, de façon à pouvoir engager la voile dans la gorge de mât ; par contre, elle viendra jusqu'au bord dans le cas d'un montage sur coulisseaux.

Sur la têtière enfin, **on prévoira la fixation d'un coulisseau** (par un trou plus gros pour une petite manille, ou une fente pour un bout de sangle), dans le bas de celle-ci.

Ce coulisseau viendra donc renforcer le bout de ralingue, placé dans le prolongement de celle-ci, on doublera ce dernier dans le cas d'un montage du guindant sur coulisseau.

Sur les plus petites voiles, la têtière peut être simple, emprisonnée dans les épaisseurs de renfort du point de drisse, puis cousue à travers celles-ci.

La couture doit dans tous les cas se faire en deux passes, se croisant dans les mêmes trous, et enserrant bien le tout *(fig. 2.3 50)*.

Il reste ensuite à poser l'œillet à cosse, qui nécessite d'avoir une matrice correspondant à son diamètre *(fig. 2.3 51)*; à défaut de presse à sertir, on pourra éventuellement le poser au marteau. Il existe une matrice par diamètre d'œillet ; pour limiter les frais d'achat de matériel en construction amateur, on aura donc intérêt à standardiser en n'utilisant qu'un seul diamètre pour tous les points, et un plus petit pour les bosses de ris et coulisseaux, mais ceux-ci sont d'un autre type, nous le verrons...). Nous allons voir aussi comment **l'on peut se passer le plus souvent d'œillets à cosse,** et se dispenser donc de l'achat de

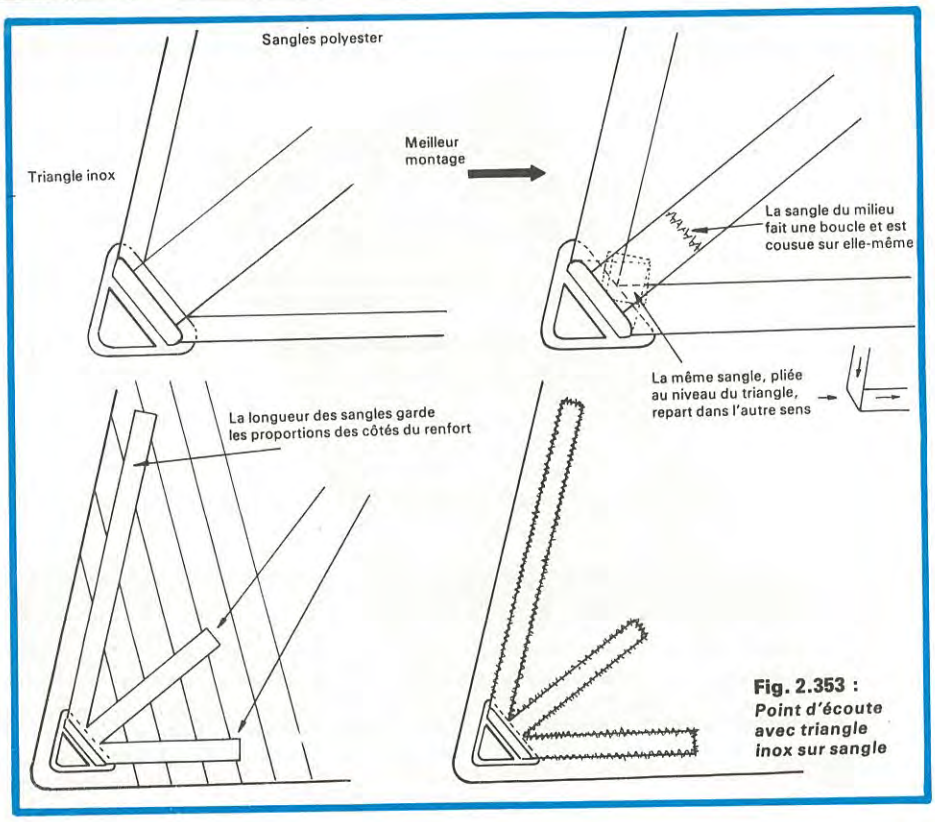


Fig. 2.353 : ***Point d'écoute avec triangle inox sur sangle***

matrices, le problème ne subsistant que pour le point de drisse, que l'on pourra toujours porter à sertir chez un professionnel...

Points d'écoute et d'amure :

Il s'agit ici de poser de gros œillets dans l'angle de la voile, opération simple si l'on dispose, donc, d'une matrice et d'une presse, puisqu'il suffit alors d'évider l'emplacement de l'œillet dans le tissu et procéder à la pose. En voilerie moderne, on utilise maintenant ici des œillets dits « *à griffes* », également sertis à la presse (*fig. 3 51 B*).

Sans presse, mais tout de même avec la matrice, on peut, sur la voile, poser un œillet au marteau pour peu que l'on reprenne au préalable le tour du trou par une bague, cousue serrée à la manière d'une boutonnière : il s'agit là en fait de la méthode ancienne, avec **les œillets sur bague.** Le trou découpé dans la voile est en fait une simple croix. dont on rabat les bords sur la bague (*fig. 2.352*) ; pour gagner un peu de temps dans la couture, on passe le fil en double.

Cette couture doit être bien serrée, les « *spires* » bien jointives, et il faut prendre garde à **ne pas piquer trop loin de la bague** ; il est donc sage, pour une plus

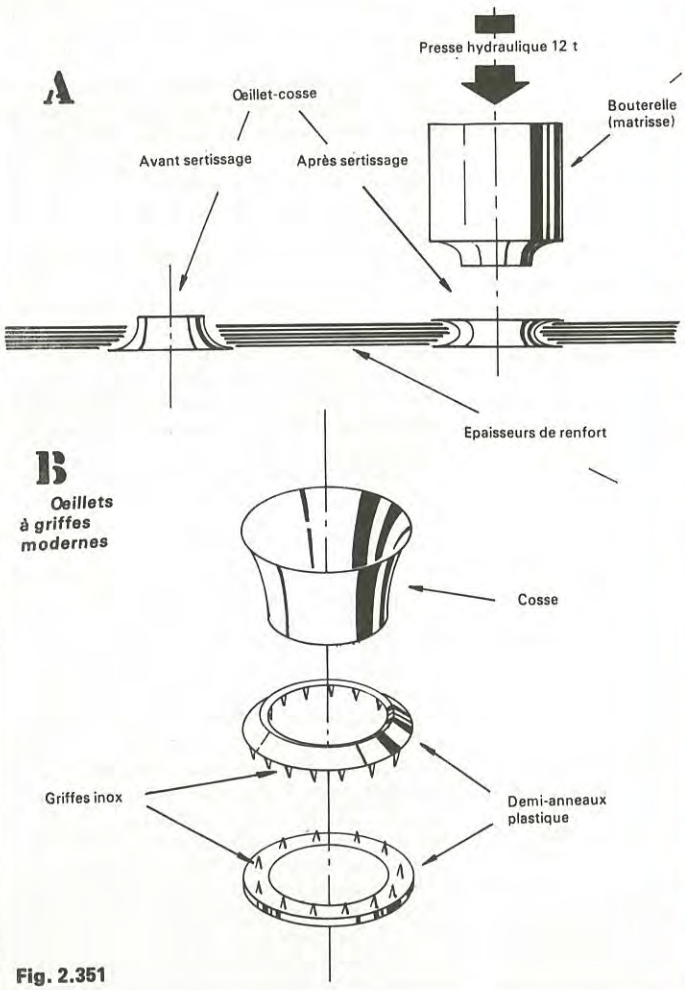


Fig. 2.351

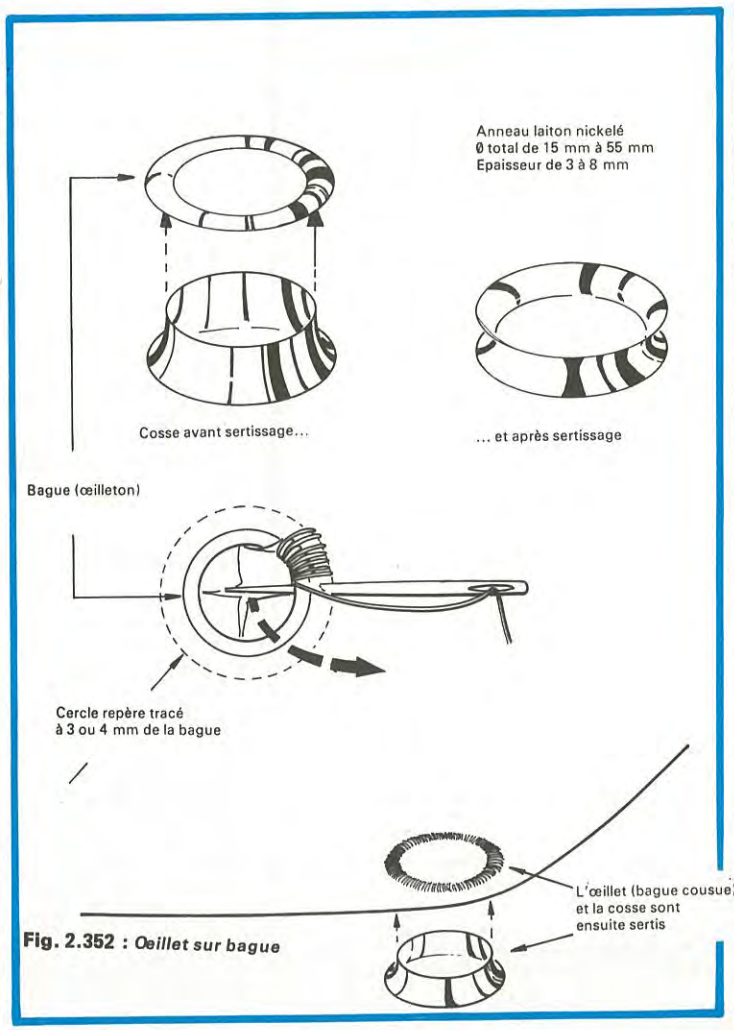


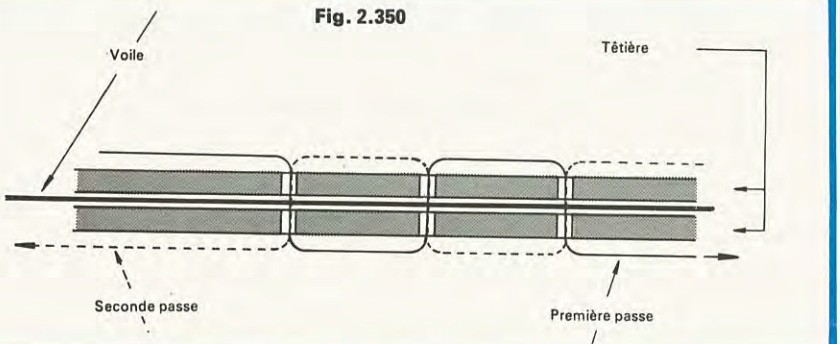
Fig. 2.352 : ***Œillet sur bague***

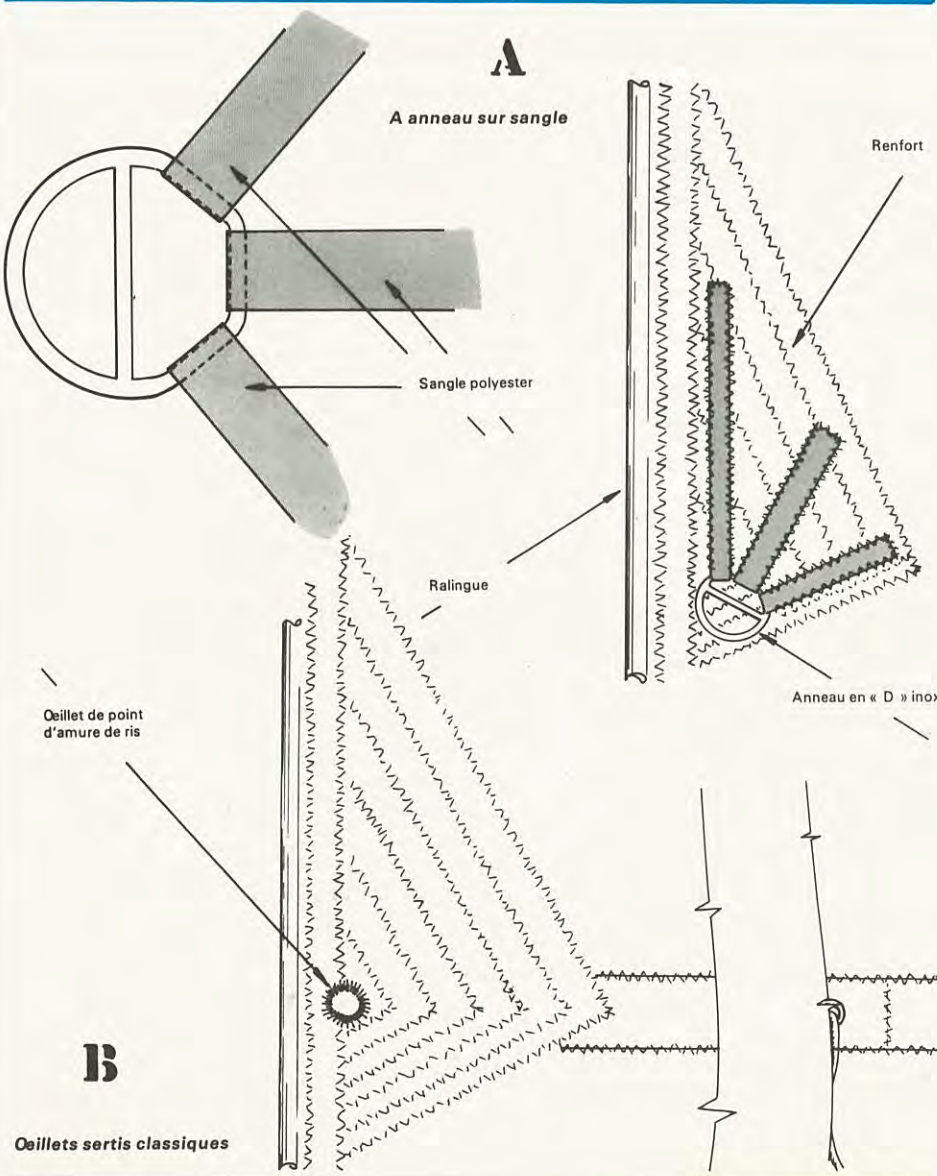
grande régularité de travail, de tracer au crayon un cercle repère tout autour à quelque 4 mm de la bague. On pique alors alternativement un point au ras contre la bague, et un point sur le cercle-repère, pour répartir au mieux les efforts.

Il reste alors, cette couture terminée, à sertir l'œillet à cosse (auquel on ajoute un œilleton, sorte de contre-œillet, en inox doux ou laiton nickelé).

Au demeurant, ce type de montage, traditionnel en « *vieille* » voilerie, est assez fastidieux, nous en verrons des variantes dans la 3e partie. Un autre type de montage artisanal est toutefois possible, au point d'écoute et point d'amure : il s'agit de **remplacer l'œillet par un triangle en rond d'inox**, maintenu par des sangles cousues contre la voile *(fig. 2. 3 53)*. Trois bouts de sangle sont ainsi disposés dans le sens de répartition des efforts, de sorte que l'on peut avoir toute confiance en ce type de montage, très solide, même sur les plus grosses voiles. On trouve ainsi des triangles réalisés en inox de 4 à 14 mm de diamètre.

Fig. 2.350





Après avoir cousu les sangles, on peut ajouter une épaisseur de tissu au renfort pour protéger celle-ci du soleil... **Toujours pour éviter l'utilisation d'œillets à sertir,** on peut reprendre le même principe avec les points d'amure de ris ainsi que leur point d'écoute ; il faut tout de même remarquer qu'en ce qui concerne ce dernier, cela donne une « *vilaine gueule* » à la chute, et ne constitue donc là qu'une solution de dépannage en réalisation amateur... Pour améliorer ce montage, on prendra pour les ris des *anneaux inox en « D »* plutôt que des triangles, la ferrure correspondante étant à croc, *(fig. 2.3 54 A et B)*.

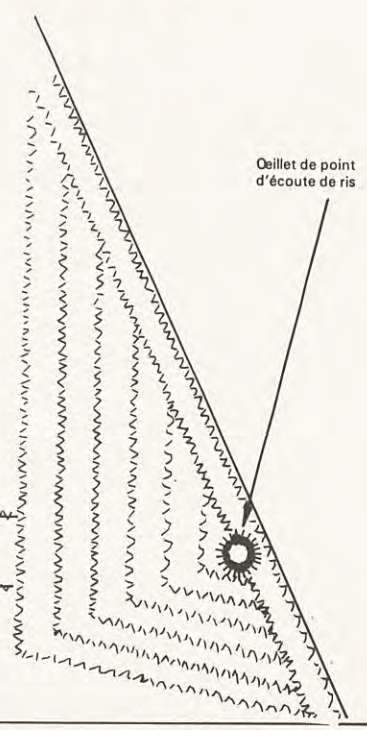
Les œillets de coulisseaux :

On utilise ici, non plus des œillets à cosse, mais des œillets à dents, qui se posent au marteau ; le diamètre étant réduit, l'outil de pose (matrice) ne coûte pas très cher, et constitue donc un achat valable en amateur... Les dents de la partie supérieure de l'œillet traversent les épaisseurs de tissu, pour se river dans le rebord de la partie inférieure, un peu comme dans un agrafage *(fig. 2.3 55)*, ce qui donne une tenue largement suffisante dans une telle utilisation (mais non pour les points d'amure et d'écoute).

Leur espacement sur le guindant doit être de 50 à 60 centimètres ; **il faut faire attention à ne pas avoir à en poser à moins de 5 ou 6 cm d'un œillet de ris,** tandis qu'au point d'amure, il faut tenir compte de la distance entre le mât et le point d'amure sur la bôme.

Au point de drisse, **on posera un œillet juste sous la têtière,** doublant le précédent si cette dernière n'est pas prévue pour recevoir un coulisseau ; idem, au point d'écoute...

Fig. 2.354 :
Point d'amure de ris



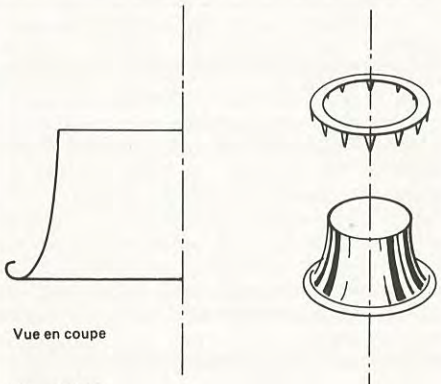
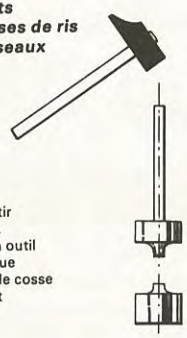


Fig. 2.355 :
Œillet à dents pour les bosses de ris et les coulisseaux



Sur la bordure, si l'on n'a pas fait de fausse ralingue (petit diamètre non-étranglé, comme on l'a vu précédemment) et qu'il s'agit donc d'un ourlet renforcé, **il est prudent de réduire l'espace entre deux œillets à 20 ou 30 cm** *(fig. 2.3 56)*, **contre 30 à 40 avec une fausse ralingue...**

Les bosses de ris sont, elles aussi, équipées des mêmes œillets à dents, posés sur les petits renforts que l'on a cousus sur la laize concernée lors de son assemblage.

Notre Grand-Voile est alors terminée ; il restera à la présenter à poste pour la vérifier ; un petit essai sera toutefois recommandé avant d'envisager certaines retouches pour voir l'effet des divers réglages... sujet que l'on aura l'occasion de cerner plus en détail au chapitre 8.

Les grand-voiles spéciales :

Suite à tout ce qui précède sur les grand-voiles dites « classiques », quelques précisions s'imposent lorsqu'il s'agit de réaliser un spécimen un peu plus spécialisé, dont la forme diffère notablement, comme c'est le cas sur les multicoques notamment, et pour les voiles à wishbone.

G.V. de Multicoque :

De par l'absence, où modération de la gîte, on cherche à utiliser au mieux les effets aérodynamiques connus, puisque l'on travaille ici dans des conditions nettement plus stables et plus proches des essais théoriques que sur un monocoque...

La grand-voile d'un multicoque sera ainsi toujours plus grande, à longueur de bateau égale, que pour un monocoque, avec notamment **un « énorme » rond de chute.**

De ce fait, **la grand-voile sera entièrement lattée,** pour mieux contrôler son dévers, et ses sections transversales. Une particularité intervient donc ici dans le montage, d'un point de vue pratique :

Au lieu de faire, après assemblage de la voile comme on a pu le voir précédemment, de grands goussets de latte, **on fait chevaucher les laizes de la largeur correspondant aux lattes prévues,** pour y faire directement les goussets sur toute la largeur de la voile *(fig. 2.357)*.

Lors du dessin de la voile sur papier millimétré, il conviendra donc de réduire l'espacement des traits représentant les laizes, en conséquence, pour retomber dans un plan à peu près conforme à la réalité,

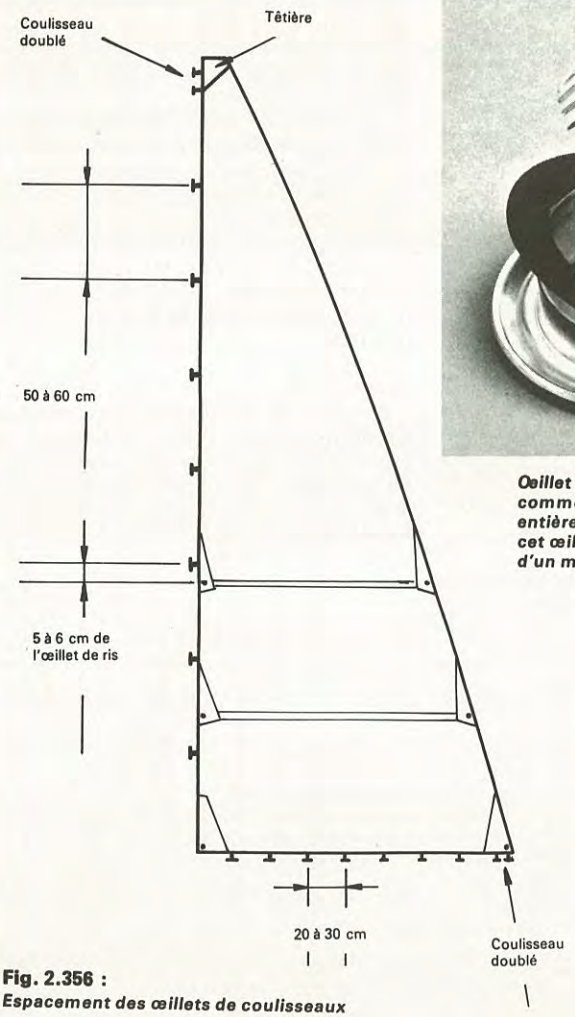


Fig. 2.356 :
Espacement des œillets de coulisseaux



Œillet à sertir Rutgerson commercialisé par Wichard entièrement inox, cet œillet léger est d'un montage facile.

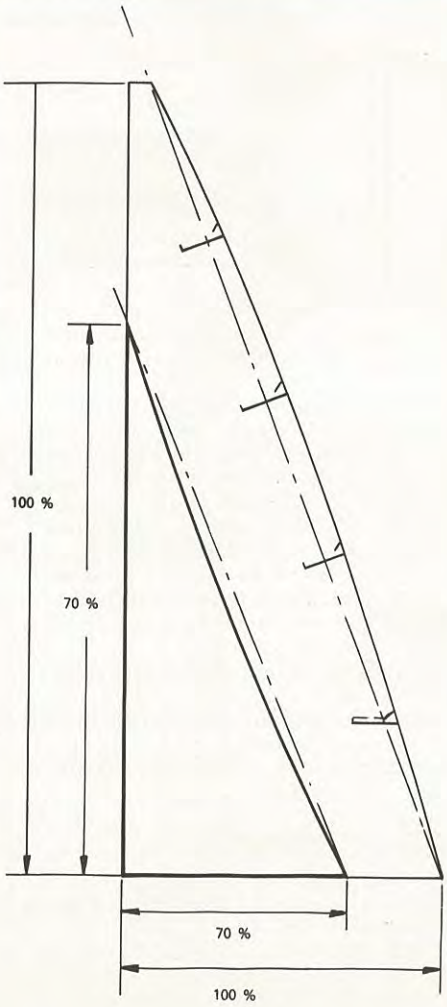


Fig. 2.363
La grand-voile suédoise a une surface égale à 50 % de celle de la grand-voile maxi.

Fig. 2.364

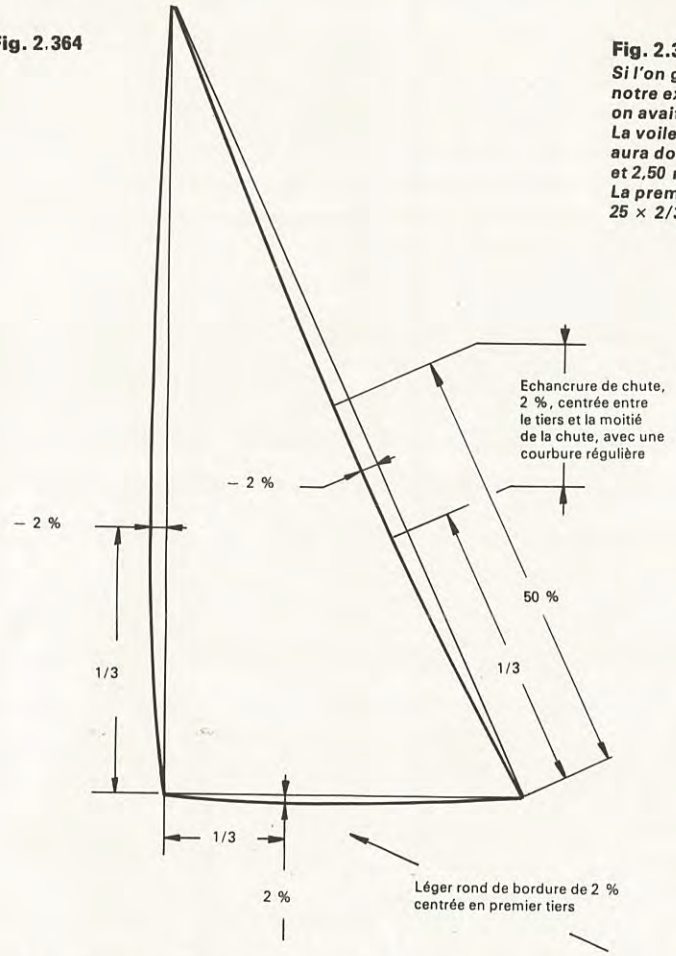
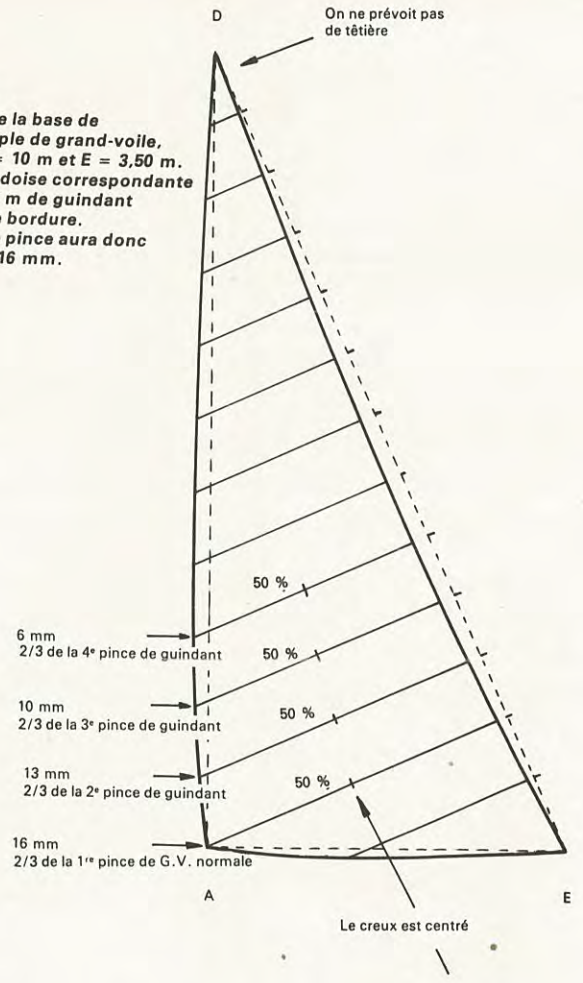


Fig. 2.365
Si l'on garde la base de notre exemple de grand-voile, on avait P = 10 m et E = 3,50 m. La voile suédoise correspondante aura donc 7 m de guindant et 2,50 m de bordure. La première pince aura donc 25 × 2/3 = 16 mm.



avec un nombre de laizes juste ; dans la pratique, on tracera ces laizes tous les 80 cm au lieu de 90.

Quant à la disposition de ces lattes, suivant les laizes, elles seront, dans un premier temps, parallèles à la bôme, puis prendront de l'angle progressivement (puisque les laizes sont toujours perpendiculaires à la chute) *(fig. 2.358)*. Du fait du rond important donné à la chute, celle-ci, dans le bas, se trouve donc nettement plus proche de la perpendiculaire à la bôme que sur une grand-voile de monocoque ; **on pourra donc tricher légèrement dans la disposition des premières laizes, de façon à avoir les deux ou trois premières lattes parallèles à la bôme :** ainsi, l'on évitera d'avoir des problèmes lors des prises de ris.

Quant aux extrémités de goussets enfin, côté guindant, on n'omettra pas d'en doubler l'intérieur par un morceau de tissu pour les renforcer, outre le renfort de bout de latte en plastique comme nous l'avons vu sur la *figure 2.339*.

G.V. à wishbone :

Le comportement de la voile avec ce type de gréement est tout à fait différent d'une voile classique.

En tout premier lieu, puisqu'il s'agit ici d'équiper un mât souple, il est primordial d'en connaître les caractéristiques de cintrage, ou d'en mesurer la courbure de cintrage...

Dans le **dessin de la voile,** le rond de guindant sera bien évidemment issu de cette dernière : sa valeur sera un petit peu plus importante que la flèche du mât.

Le rond de bordure, lui aussi, sera assez important.

En fait, dans la coupe d'une voile à wishbone, on ne donnera que **très peu de creux par les pinces ;** en effet, on s'aperçoit que, par petit temps, le mât restant droit, **la voile a tout son creux dû au rond de guindant.** *(Fig. 2.359)*.

Par contre, plus le vent forcit, plus le mât se cintre, et diminue donc ainsi automatiquement le creux. On comprend donc que l'on a là tout à fait intérêt à utiliser cette caractéristique en taillant une voile relativement plate par les pinces, en se servant surtout du rond de guindant pour lui donner ses formes...

Le problème avec ce type de gréement, a été de trouver un système commode pour affaler la voile, que ce soit pour la ranger, ou simplement en réduire la surface. Dans la pratique, on peut dégager **trois principales solutions :**

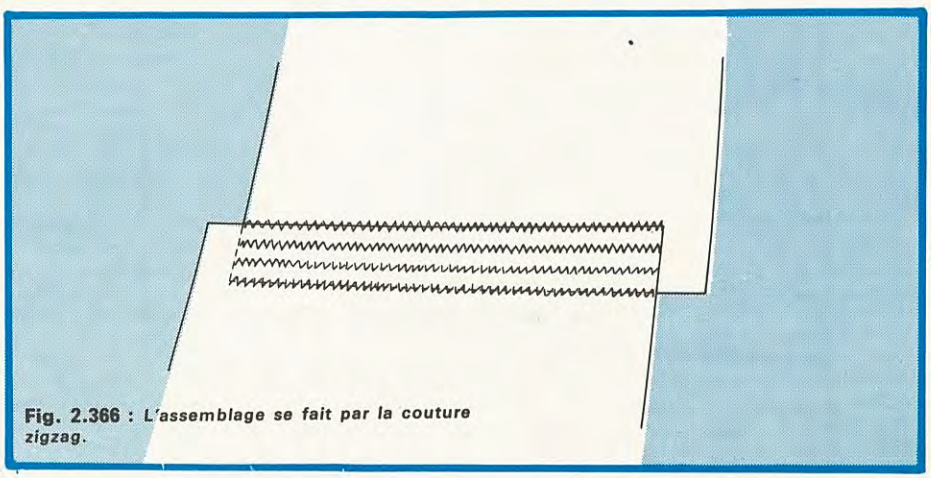


Fig. 2.366 : ***L'assemblage se fait par la couture zigzag.***

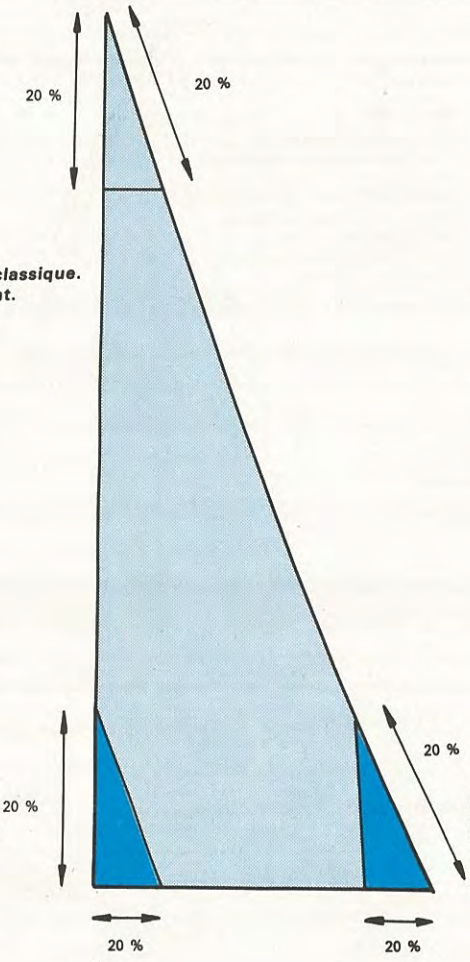


Fig. 2.367 : *Les renforts d'une voile suédoise sont disposés comme sur une G.V. classique. Seules les proportions changent.*

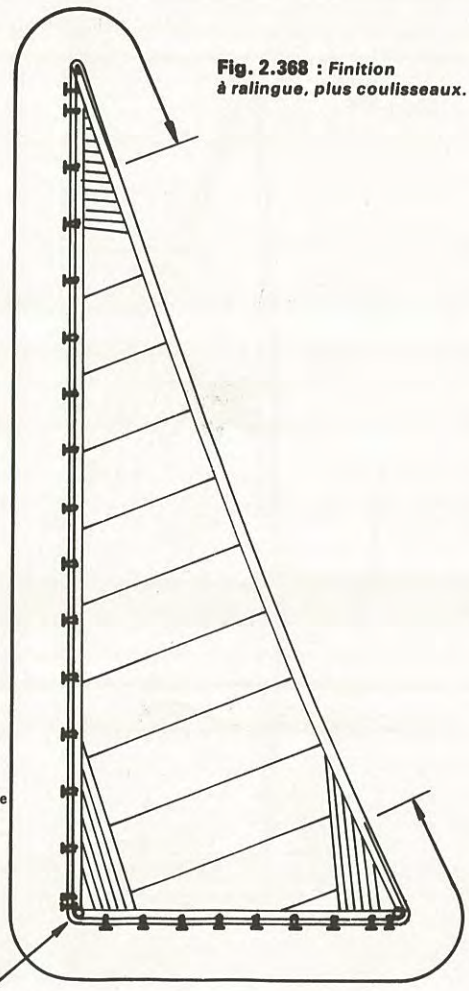


Fig. 2.368 : *Finition à ralingue, plus coulisseaux.*

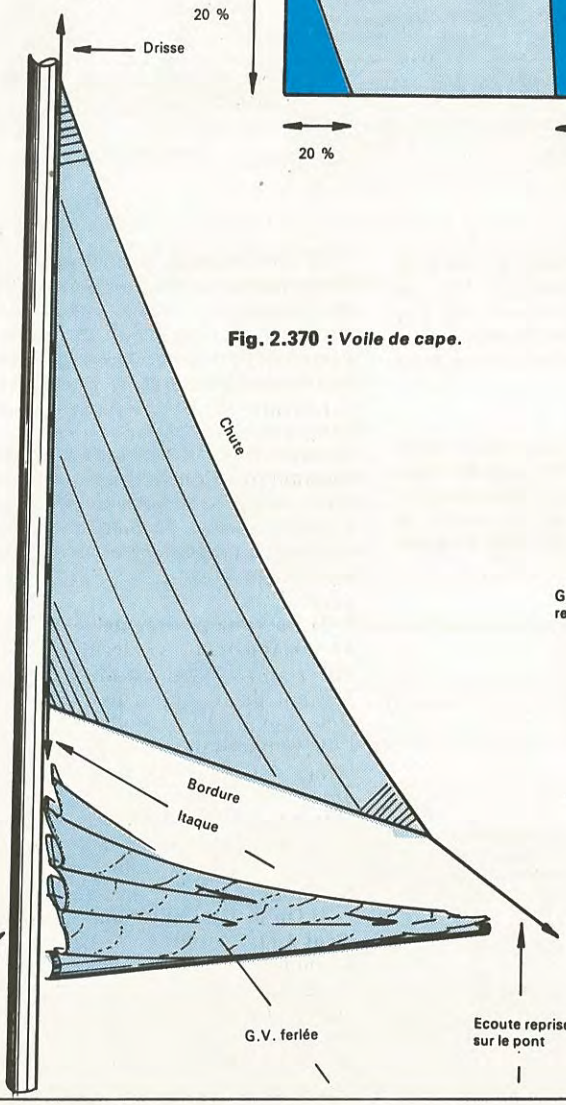


Fig. 2.370 : *Voile de cape.*

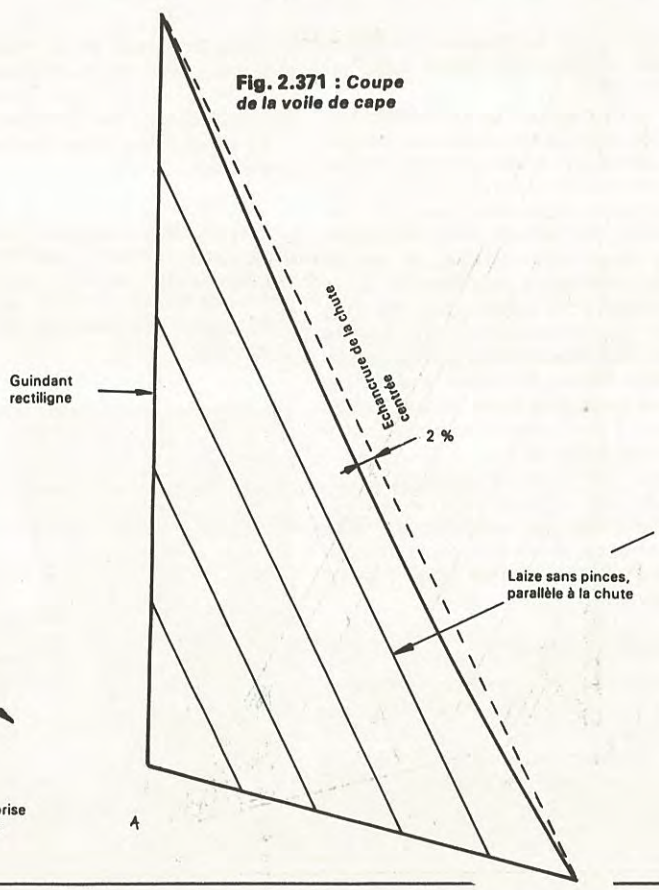
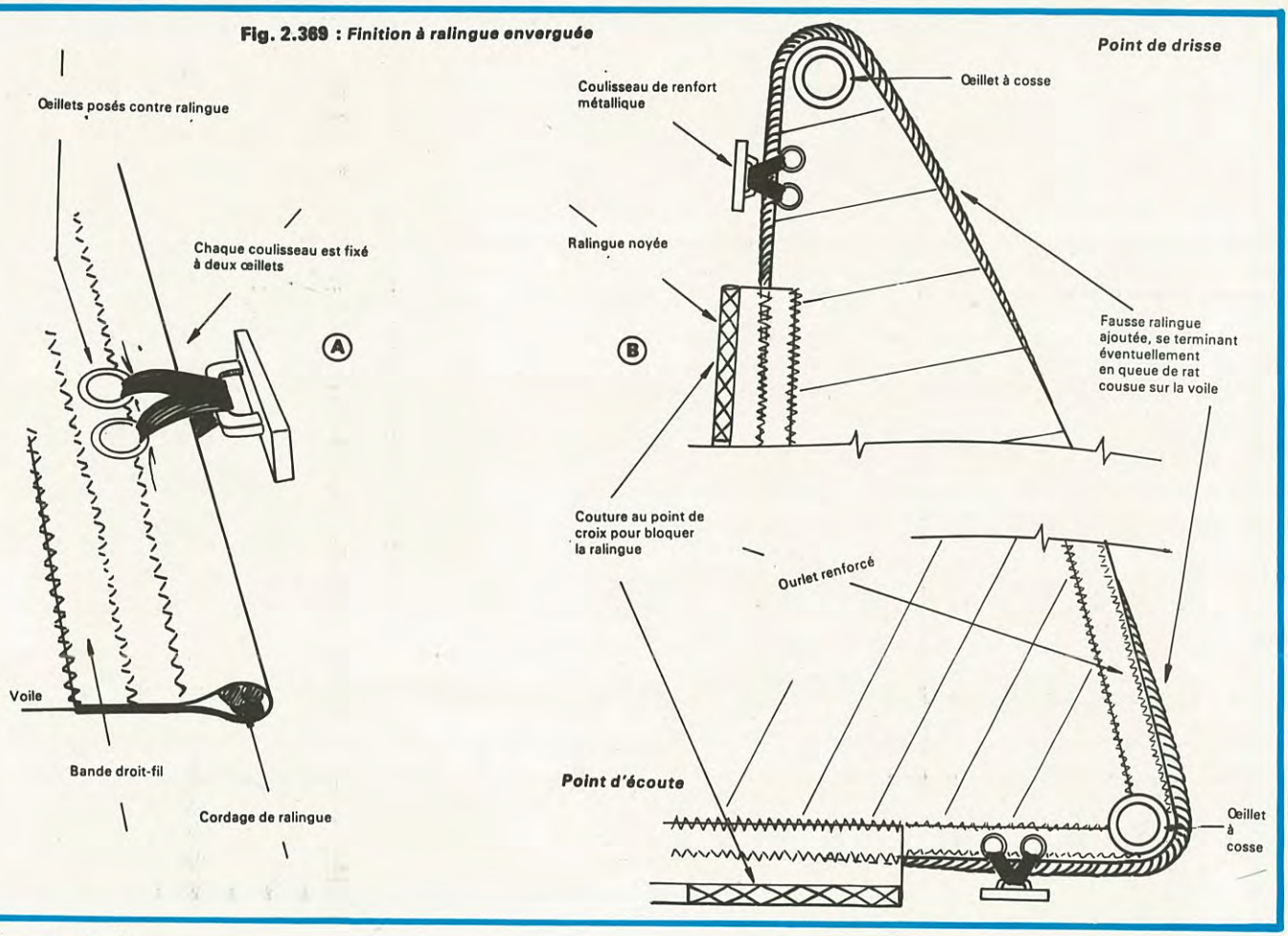


Fig. 2.371 : *Coupe de la voile de cape*

Fig. 2.369 : *Finition à ralingue enverguée*



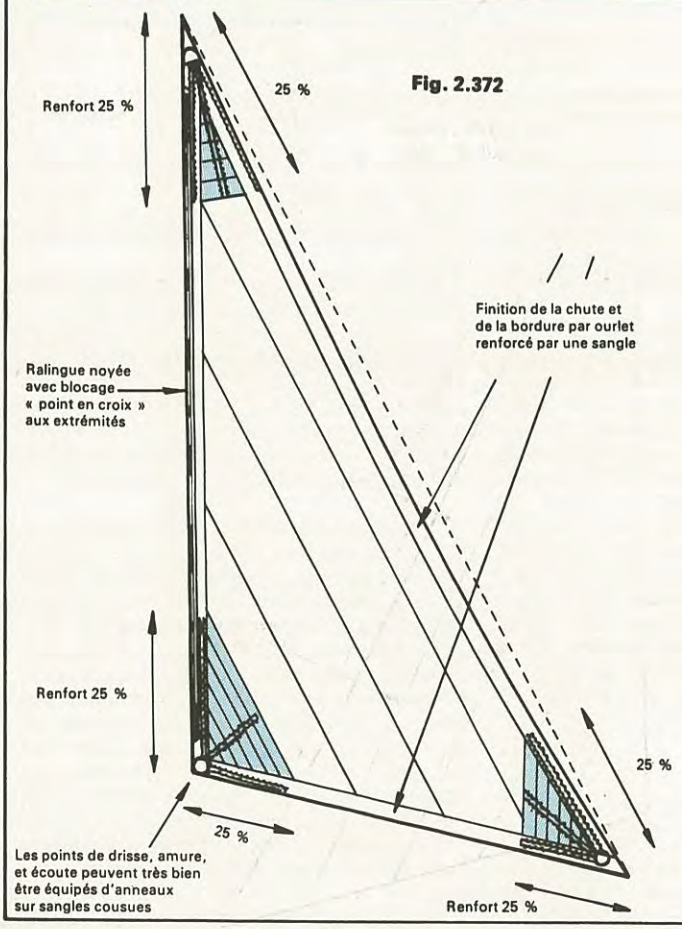


Fig. 2.372

1) Le mât est équipé d'un fourreau l'entourant, le long duquel est monté un profil d'étai creux. La voile vient ainsi s'y enverguer, et peut donc coulisser à la demande et indépendamment du fourreau qui, lui, reste fixe *(fig. 2.360)*.

En finition de l'arrière du fourreau, on coud donc une bande ralingue rapportée ; notons ici qu'il est bien préférable, dès l'instant que l'on va utiliser un profil d'étai creux, d'utiliser également la bande ralingue pré-montée du même fabricant, pour s'affranchir du même coup de tous problèmes d'ajustage avec le diamètre de la gorge...

2) La voile peut également être solidaire de son fourreau : ce dernier doit alors être ouvert sur l'avant du mât, un laçage permettant de le maintenir contre ce dernier *(fig. 2.361)*. Il est ainsi possible, lorsque l'on veut réduire la toile, de desserrer ce laçage dans la partie basse pour le descendre et le ferler avec la voile...

Pour le reste, la manœuvre de prise de ris reste sensiblement la même qu'avec une voile classique, la voile étant ferlée sous le wishbone...

3) On peut, d'autre part, équiper le gréement à mât souple et wishbone d'**une voile double, entourant le mât,** au lieu d'avoir un simple fourreau... Etant ainsi lâche autour du mât, la voile peut alors descendre facilement à la demande et être ferlée sans problème particulier.

Fig. 2.358 : *Voile de multicoque*

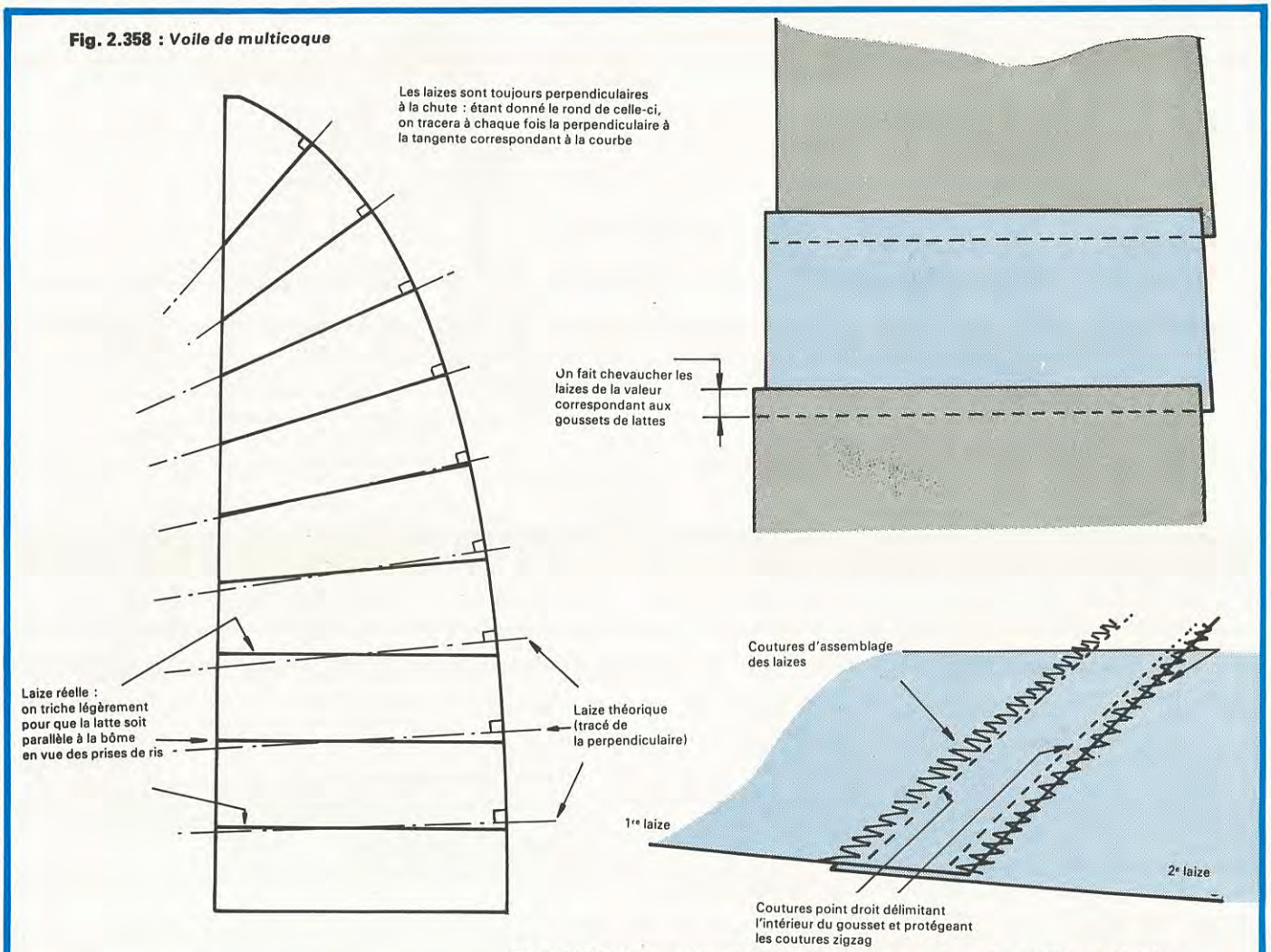


Fig. 2.357 : *Montage des laizes à recouvrement pour les voiles entièrement lattées*

Cette double voile présente, en outre, l'avantage d'un bien meilleur rendement aérodynamique, du fait de son épaisseur *(fig. 2.362)*, même si l'on ne peut pas ici vraiment parler de voile épaisse dont on contrôle et modifie le profil...

Il reste à dire quelques mots, avant de clore ce troisième chapitre, sur les grand-voiles de gros temps, c'est-à-dire, pour ceux qui seraient tentés d'en embarquer, la voile suédoise, et la voile de cape.

La grand-voile suédoise :

Son élaboration suivra en gros le même cheminement que ce que l'on a vu précédemment pour une grand-voile ordinaire, et son approche au dessin est sensiblement identique.

Comme la première, elle sera enverguée au mât et sur la bôme ; **sa surface sera environ la moitié de celle de la grand-voile maxi.** Pour la dessiner, on prendra une longueur de guindant égale à 70 % du guindant normal, chiffre également valable pour sa bordure *(fig. 2.363)*.

Plus plate qu'une grand-voile normale, puisque utilisée uniquement par grands vents, la voile suédoise a également **moins de rond dans son guindant et sa bordure** : situé sensiblement au même endroit (environ 1/3 inférieur), le rond de guindant ne dépassera pas 2 % de la longueur de ce dernier ; on fera de même pour le rond de bordure *(fig. 2.364)*.

Le rond de chute est par contre inversé par rapport à une grand-voile normale, et devient donc de ce fait une *« échancrure de chute »*. Sa valeur maximum reste toutefois centrée au milieu de la chute, ou parfois légèrement décalée vers le bas, avec 2 % de la longueur de celle-ci. **Il n'y a donc pas lieu d'y prévoir de latte.**

Bien que taillée très plate, une voile suédoise ne doit cependant pas être une véritable planche ; dans la coupe des laizes, il y aura donc également quelques pinces sur le bas du guindant (les pinces côté chute, quant à elles, peuvent être supprimées). On peut prendre ici pour valeurs de base, les 2/3 de celles vues pour une grand-voile normale *(fig. 2.365)*.

Les renforts :

Bien que plus petite, **la voile suédoise doit être plus renforcée par rapport à la normale.** Pour la réaliser, on pourra donc utiliser un grammage de tissu d'environ 20 % supérieur. Les assemblages, quant à eux, pourront se faire à 4 coutures *(fig. 2.366)*.

La dimension des renforts, proportionnellement au côté de la voile considéré, va être augmentée, pour passer à 20 % de celui-ci (soit par exemple : 15 cm pour un guindant de 7,5 m...) *(fig. 2.367)*. On les réalisera avec 6 à 7 épaisseurs du même grammage que la voile elle-même. **Le point de drisse ne comporte néanmoins pas de têtière,** l'œillet étant pris sur le renfort.

Ralingage : on renforcera le guindant et la bordure par une **ralingue noyée continue du point de drisse au point d'amure, allant jusqu'à déborder ceux-ci pour aller le long de la chute sur la longueur du renfort.** Traditionnellement dans ce cas, on diminue (sans que cela soit vraiment impératif) progressivement le diamètre de la ralingue en bout, la terminant ainsi en *« queue de rat »*. Cette ralingue, noyée dans une bande droit-fil, constitue ainsi un très bon renfort pour répartir les tensions des différents coulisseaux *(fig. 2.368)*.

Ces derniers seront **fixés chacun par deux œillets,** posés en butée contre la ralingue.

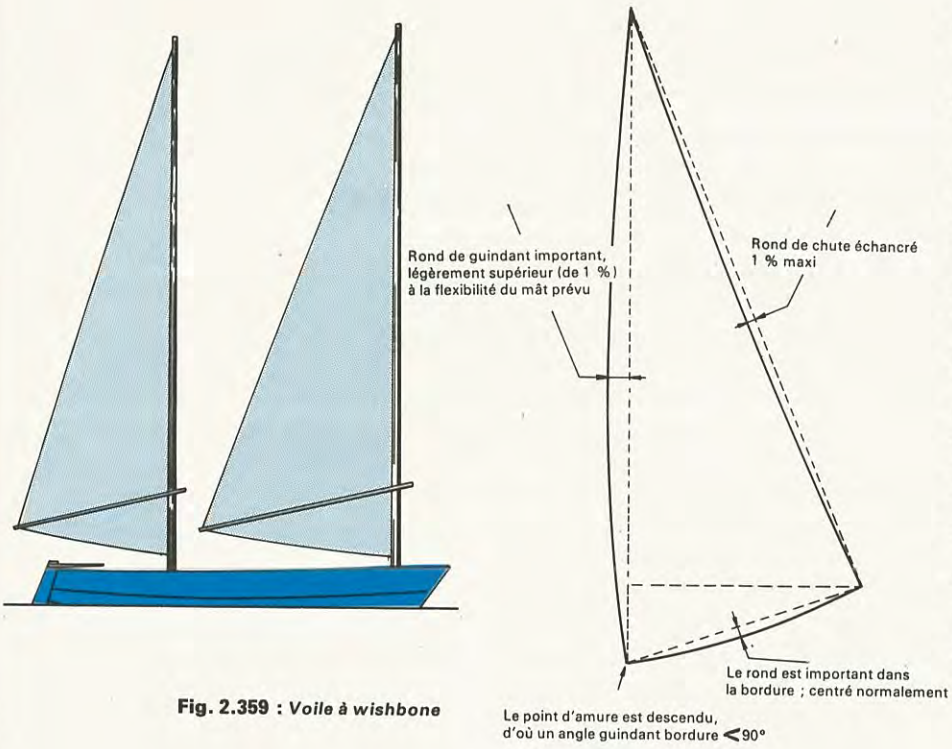


Fig. 2.359 : ***Voile à wishbone***

double ourlet dans lequel on aura inclu une sangle polyester. Il n'y aura pas, là non plus, de latte, et la voile est taillée plate...

Le guindant quant à lui est tout à fait rectiligne, sa finition étant la même que ce que l'on vient de voir à propos de la voile suédoise.

La bordure, qui est donc libre, est, elle aussi, droite, et renforcée par un double ourlet plus une sangle.

Les renforts de la voile de cape feront 20 à 25 % du côté correspondant du triangle ; *(Fig. 2.372)* quant au grammage utilisé, il devra être sensiblement le même que pour la voile suédoise.

Le rendement d'une telle voile est, on s'en doute, particulièrement mauvais ; une voile de cape n'est pas très propulsive, mais elle sert à appuyer le bateau dans le très gros temps. Que l'on choisisse son utilisation, ou celle d'une suédoise, d'un tourmentin, ou d'une trinquette bômée réduite à la surface de ce dernier, il faudra toujours faire les manœuvres nécessaires avant la venue du coup de vent, car il restera la grand-voile et le foc en place à rentrer avant d'envoyer la voile de gros temps...

Il faut bien avouer à propos de ces voiles, qu'elles sont très rarement utilisées ; s'en servir de temps en temps permettra d'y rester familiarisé... De plus, il est prudent de leur faire prendre ainsi l'air, **pour éviter qu'elles ne moisissent**, oubliées dans le fond de la soute à voiles...

Dans le cas d'espars à gorge interdisant l'emploi de coulisseaux, la ralingue sera également noyée dans une bande droit-fil (montage plus sûr qu'à cordage apparent) ; elle devra toutefois être interrompue aux points de drisse, d'amure et d'écoute pour permettre d'enverguer la voile. Pour reprendre ici les efforts, on posera donc une fausse ralingue en retrait *(fig. 2.369)* avec un cordage apparent cousu sur la voile...

VOILE DE CAPE :

Simplement enverguée sur le mât, il s'agit là d'une voile à bordure libre, dont **le point d'écoute est repris sur le pont,** et non en bout de bôme *(fig. 2.370)*.

Elle est donc envoyée avec un point d'amure situé plus haut que la grand-voile ; il est donc nécessaire de prévoir ici une itaque, ou un pontet solide sur le mât. On peut ainsi l'utiliser tout en laissant la grand-voile ferlée à poste sur la bôme.

Les laizes sont ici disposées parallèlement à la chute. Celle-ci est également échancrée de 2 % de la valeur de sa longueur *(fig. 2.371)*, et renforcée par un

Fig. 2.360 :
Voile à wishbone : Fourreau indépendant a profil de ralingue

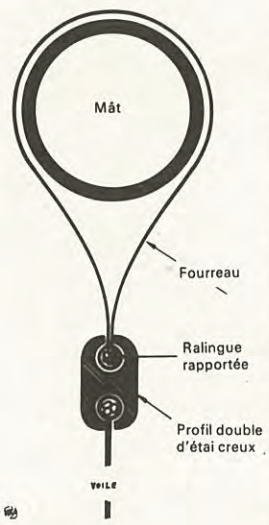


Fig. 2.361

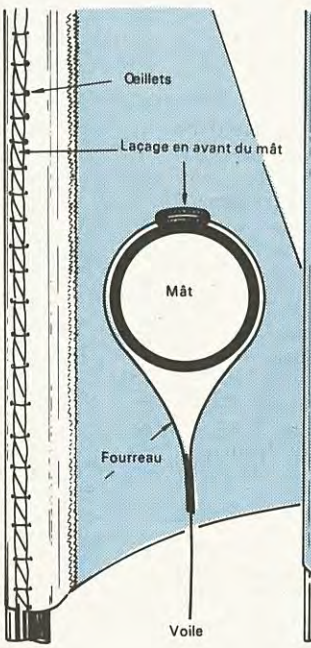
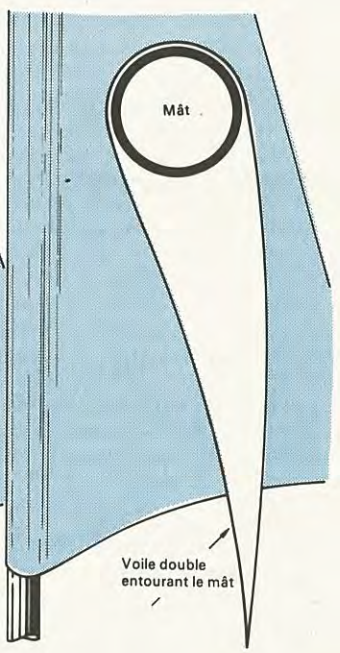


Fig. 2.362



2e PARTIE

CHAPITRE 4

CONFECTION DES VOILES D'AVANT

LA diversité en matière de voiles d'avant est nettement supérieure à ce que l'on peut trouver dans les grand-voiles, d'autant qu'ici on peut très bien toutes les retrouver réunies sur un même bateau, alors qu'il est rare d'y trouver plus de deux (voire trois) grand-voiles...

Plusieurs coupes sont là, pour convenir chacune tantôt aux unes, tantôt aux autres, et nous ferons ici **une première distinction entre les voiles,** que l'on pourrait appeler « classiques », en polyester, et les voiles, plus *« de portant »* en nylon, tels les spis, etc.. pour lesquels nous réserverons un chapitre particulier.

Les voiles d'avant, d'autre part, présentent une difficulté supplémentaire dans leur conception, du fait qu'elles sont dépourvues du support rigide. **L'étai n'a en effet qu'une raideur toute relative ;** les efforts au près serré y sont importants et l'étai se creusera, creusant ainsi la voile, allant à l'encontre du but recherché dans la théorie ; aux vents portants, les effets seront inverses. Il nous faudra tenir compte de tout cela dans nos coupes.

A cela s'ajoutent les impératifs techniques des caractéristiques des tissus à voiles, déformations à l'effort... sans parler des règles de jauge, visant à limiter les formes et surfaces... Si ces dernières aboutissent à des formes parfois très torturées, dans les voiles de petit temps et de portant, pour avoir la meilleure efficacité tout en restant dans la limite des cotes imposées, elles nous cantonnent à peu près aux mêmes types de coupes en ce qui concerne les voiles de brise...

Parmi les diverses dispositions de laizes que l'on a pu rencontrer au fil des années, jusqu'à aujourd'hui, on peut ainsi citer (de façon non exhaustive), la coupe à laizes horizontales, ou **coupe « normale »**, avec sa variante à bordure rapportée, **la coupe en pointe,** ou, twist foot, et **la coupe anglaise** appelée aussi coupe à épine.... *(fig. 2.401).*

A titre de curiosité, mais très peu (ou plus) utilisées, on peut également noter la coupe à bordure mixte, la coupe soleil et la coupe à panneaux multiples, qui apportent plus de complexité de réalisation et d'effets esthétiques que de réels progrès... (fig. 2.402). Les voiles tempête et autres spécialités sur les planches à voile notamment, ajoutées à l'apparition de la nouvelle génération de tissus complexes à trame bloquée, donnent toutefois un regain de recherche dans des dispositions de laizes inhabituelles...

Les deux principales coupes que nous retiendrons, coupe anglaise, et coupe à laizes parallèles (avec ses variantes de bordure), ont chacune leur **domaine d'application bien déterminé.** Il est faux de croire en effet que la coupe anglaise est toujours la meilleure, et qu'elle aurait été remplacée par la seconde avec le seul souci de simplification et rapidité de fabrication sous couvert de modernisation...

Fig. 2.403 : ***Illustration des cotes I, J, F***

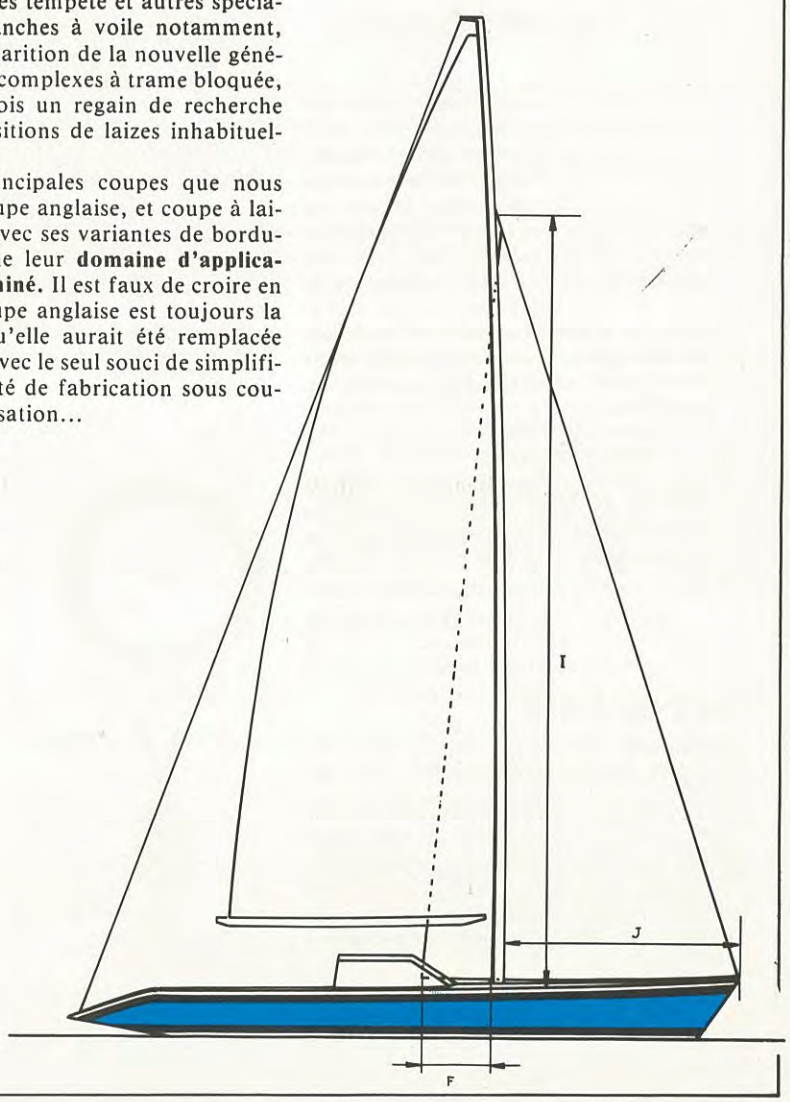
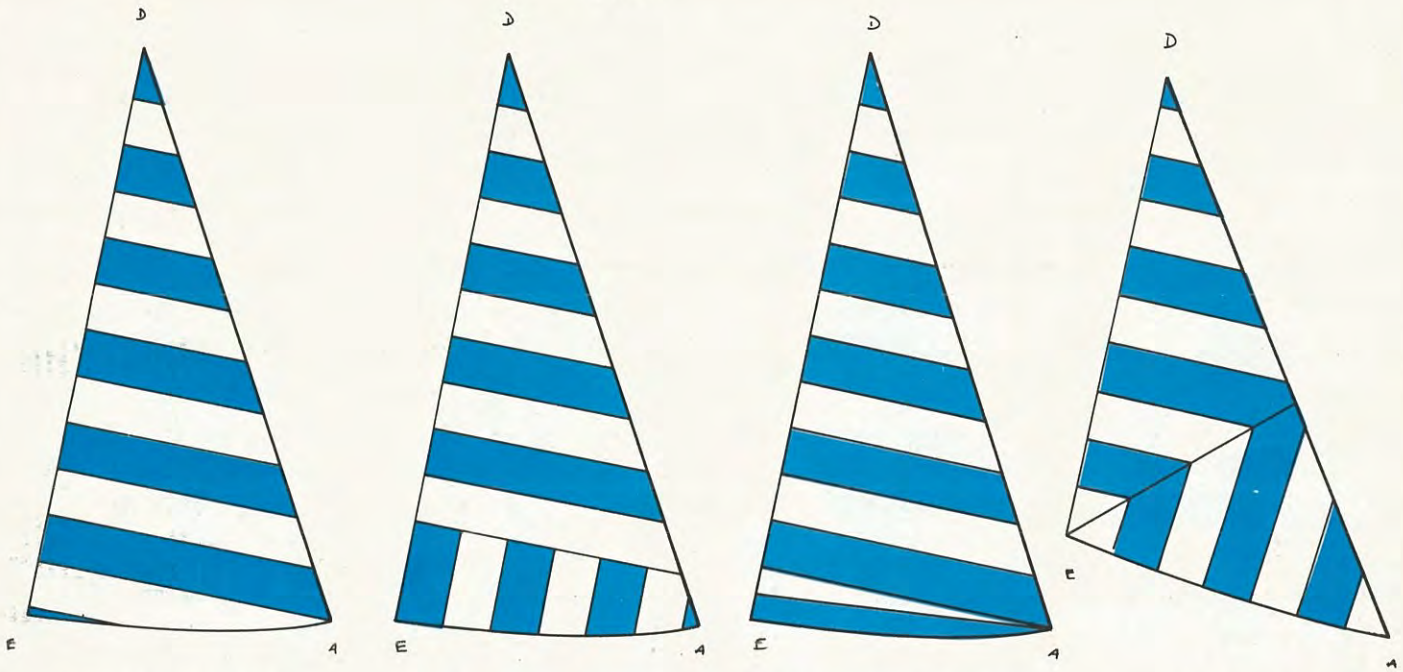


Fig. 2.401



Coupe à laizes parallèles... — *... à bordure rapportée ...* — *... twist foot ou « en pointe » ...* — *... coupe anglaise ou « à épine »*

Fig. 2.402



Bordure mixte — *Panneaux multiples* — *Coupe soleil*

Pour figurer les côtés d'un triangle de voile d'avant, comme nous l'avons vu à propos des grand-voiles, on désigne usuellement par « *I* » la hauteur de l'accrochage de l'étai à la perpendiculaire du mât au point d'amure où peut monter le point de drisse théorique (équivalant au « *P* » de grand-voile) ; par « *J* », on représente la distance qui sépare la face avant du mât et le point d'amure sur l'étrave, ou l'éventuel bout-dehors s'il y en a un *(fig. 2.403). Pour compléter les mesures des plus grandes, on note également « F » le recouvrement, c'est-à-dire la cote entre la face arrière du mât et le point d'écoute...*

Egalement pour représenter le triangle d'une voile d'avant, en positionnant son creux ou ses laizes, il nous faudra utiliser ce que l'on appellera la « L.P.G. », c'est-à-dire la plus grande perpendiculaire au guindant. Autrement dit, la perpendiculaire du point d'écoute au guindant. On utilisera aussi la perpendiculaire à la chute du point d'amure pour les génois : « L.P.C. ».

Dessin de la voile :

Nous verrons ici successivement le cas de la coupe anglaise ou à épine, et celui de la coupe dite normale, à laizes parallèles.

Le choix de l'une ou l'autre dépendra de la forme du triangle délimitant la voile ; on commence donc par **tracer sur le papier millimétré** la longueur du guindant, puis la longueur de la bordure au compas, ainsi que celle de la chute ; le point de recoupement des deux arcs de cercle donnant le point d'écoute.

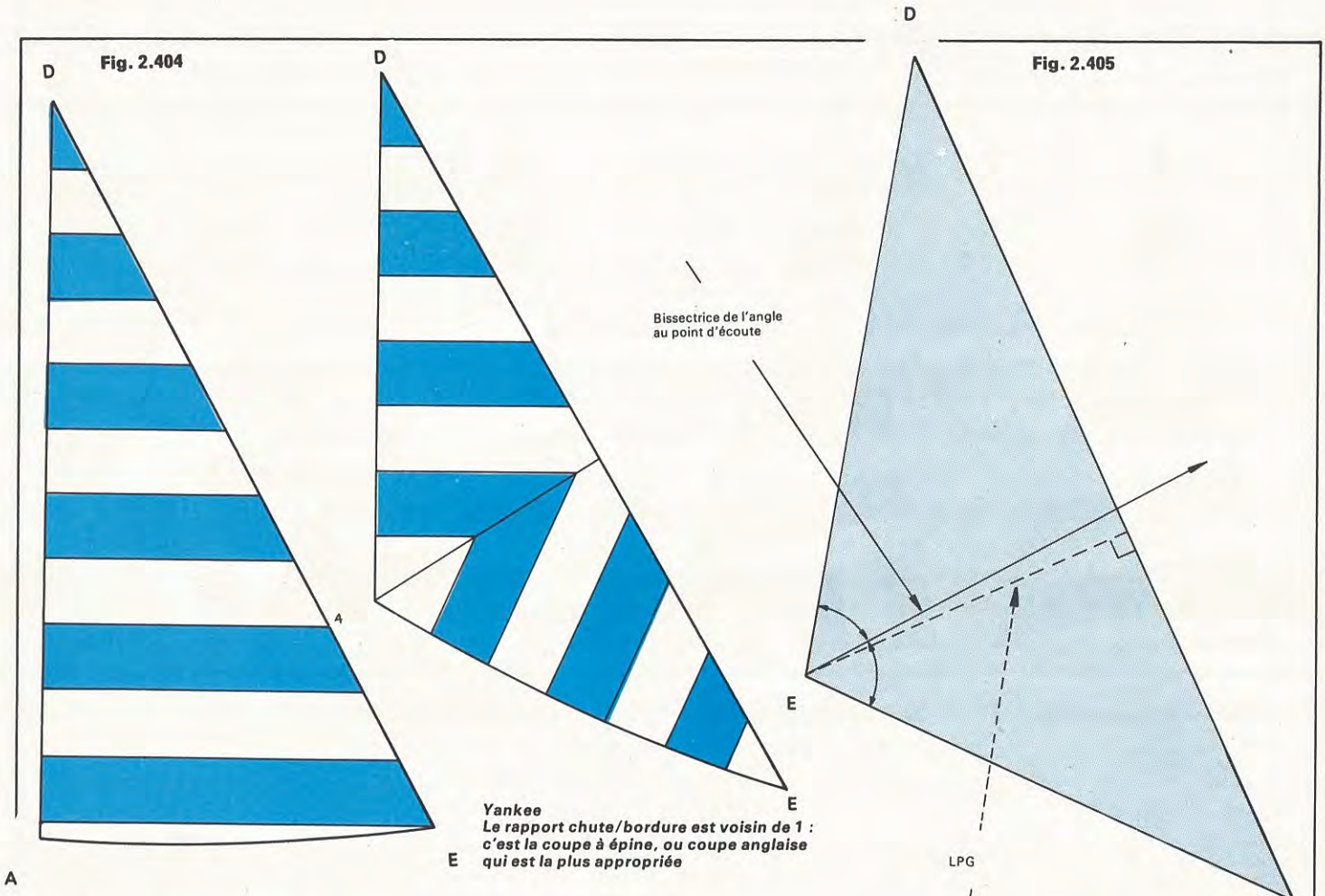


Fig. 2.404

Foc et génois
Le rapport chute/bordure est supérieur à 1 : coupe à laizes horizontales

Fig. 2.405

Yankee
Le rapport chute/bordure est voisin de 1 : c'est la coupe à épine, ou coupe anglaise qui est la plus appropriée

Sur les focs et génois dont le point d'écoute est relativement bas, on préfèrera une coupe à laizes parallèles ; par contre *(fig. 2.404)*, lorsque **le rapport chute/bordure** est proche ou égal à I, la coupe la plus appropriée est la coupe anglaise, car les efforts au point d'écoute sont alors mieux répartis ; la chute et la bordure travaillent sensiblement de la même façon.

LA COUPE ANGLAISE se justifie donc pleinement lorsque le point d'écoute se situe assez haut ; on constate, en outre, que le rapport bordure/L.P.G. est alors supérieur à I... *(fig. 2.405)*.

Lorsqu'on a tracé le triangle représentant la voile, il faut alors tracer la bissectrice de l'angle du point d'écoute.

On trace ainsi un trait repère à 50 cm minimum et 90 cm maximum du point d'écoute, sur la chute et sur la bordure. A partir de chacun de ces points, on trace ensuite les perpendiculaires à la chute et à la bordure, qui se croisent sur la bissectrice, ainsi facile à tracer *(fig. 2.406)*.

Cette bissectrice représente donc « l'épine centrale » de notre voile, de part et d'autre de laquelle vont se répartir les laizes supérieures et inférieures. Il reste donc à les dessiner, tous les 90 cm, perpendiculairement à la chute (pour les supérieures) et à la bordure (pour les inférieures).

Le creux de la voile est donné par des pinces, essentiellement sur la bordure ; on placera la plus importante de celles-ci (de 15 cm environ) le plus près du guindant, et la plus petite vers le point d'écoute, partant **dégressivement de 5 en 5 cm** *(fig. 2.407)*. tout ceci pour un yankee de taille moyenne, de 20 m² environ.

Sur les grands yankees de plus de 30 m², la plus grande pince est placée au centre, et l'on part alors dégressivement de chaque côté, jusqu'à arriver à zéro sur chaque dernière couture.

En effet, **plus l'angle du point d'écoute est ouvert** (et donc plus il est fermé au point d'amure, par rapport à un génois), **plus la pince principale doit être centrée sur la bordure,** avec toutes les variantes que cela suppose...

Centrage du creux :

En ce qui concerne la profondeur à donner aux pinces de bordure, chaque voilier a ses propres recettes et habitudes selon la voile à faire. On peut pour placer **la ligne de creux, suivre à peu près la L.P.G.,** en l'incurvant éventuellement vers le bas légèrement...

Sur les plus grands yankees, on peut également faire une, ou deux, pince(s) dans le haut du guindant, mais en règle générale les yankees sont des voiles assez plates, de brise ; aussi, ces pinces de guindant n'ont lieu d'être que pour un yankee léger.

Sur les yankees de plus de quelque 30 m², on donnera également **une pince à l'épine centrale,** plus importante sur le guindant qu'au point d'écoute, son point « *zéro* » étant déterminé par le centrage du creux désiré *(fig. 2.408)* ; on se tiendra là **autour des 30 % pour les foc I, foc II et yankee médium,** tandis que si la voile est à grand recouvrement, grand yankee et génois (si l'on tient à la coupe anglaise pour ce dernier, genre « à l'ancienne »...), on peut aller jusqu'à 50 %.

Il reste ensuite à dessiner les différentes courbes de réglage de la voile...

Rond de bordure :

On place ici la flèche maximum du rond de bordure entre la moitié et le tiers avant de la voile. Quant à son ampleur, elle sera d'autant plus importante qu'il s'agira de faire une voile à grand recouvrement, et que l'on voudra un creux important : de 8

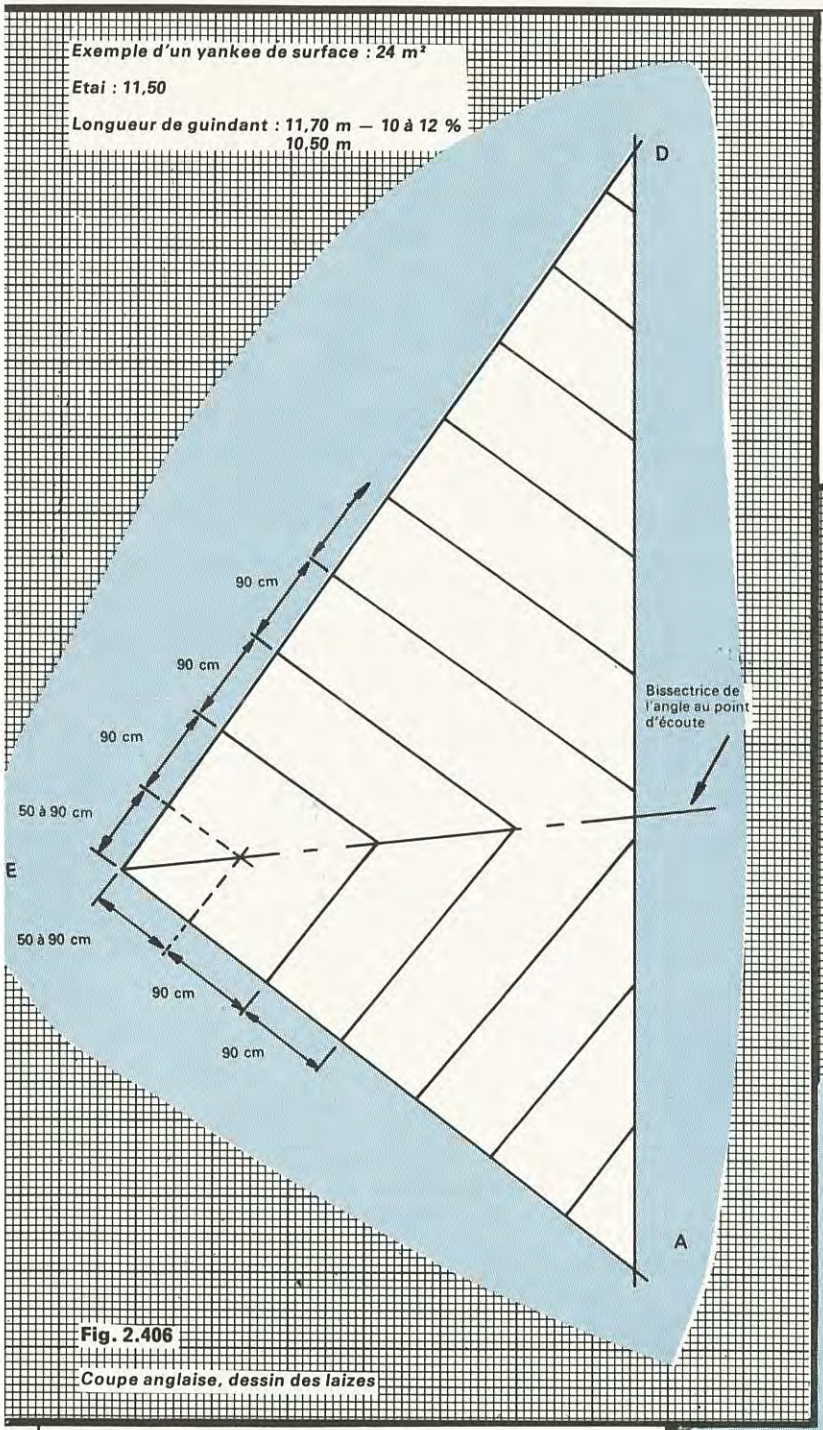


Fig. 2.406

Coupe anglaise, dessin des laizes

à 10 cm sur les focs et petits yankees de brise, elle ira jusqu'à 20 cm sur les grands yankees de route, et 30 cm sur les plus légers...

Rond de chute :

On peut ici facilement fixer les esprits en prenant pour valeur de base **2 % de la longueur de la chute**, centré sur la moitié ou le premier tiers supérieur de celle-ci.

On remarquera, sur la figure 2.409 que, sur les yankees et focs, le point d'écoute étant assez haut, bien que l'on ait parlé de « rond » de chute et bordure, il s'agit toujours d'une valeur négative, donc en fait d'une « échancrure » à tracer.

Rond de guindant :

Ce dernier est à centrer à mi-distance entre la bissectrice de l'angle du point d'écoute et la L.P.G., avec une ampleur qui se situe **autour de 1 % de la longueur du guindant**, *(fig. 2.410)*. Sa courbure peut être dessinée entièrement concave ou être concave dans le haut, et convexe dans le bas, en s'inversant entre 55 et 60 % de la longueur du guindant *(fig. 2.411)*.

Sur les voiles de brise, sans recouvrement, et lorsqu'elles ont un élancement particulièrement grand (et donc un point d'écoute à l'angle particulièrement ouvert), on peut également opter pour une courbe de guindant un peu plus complexe, avec

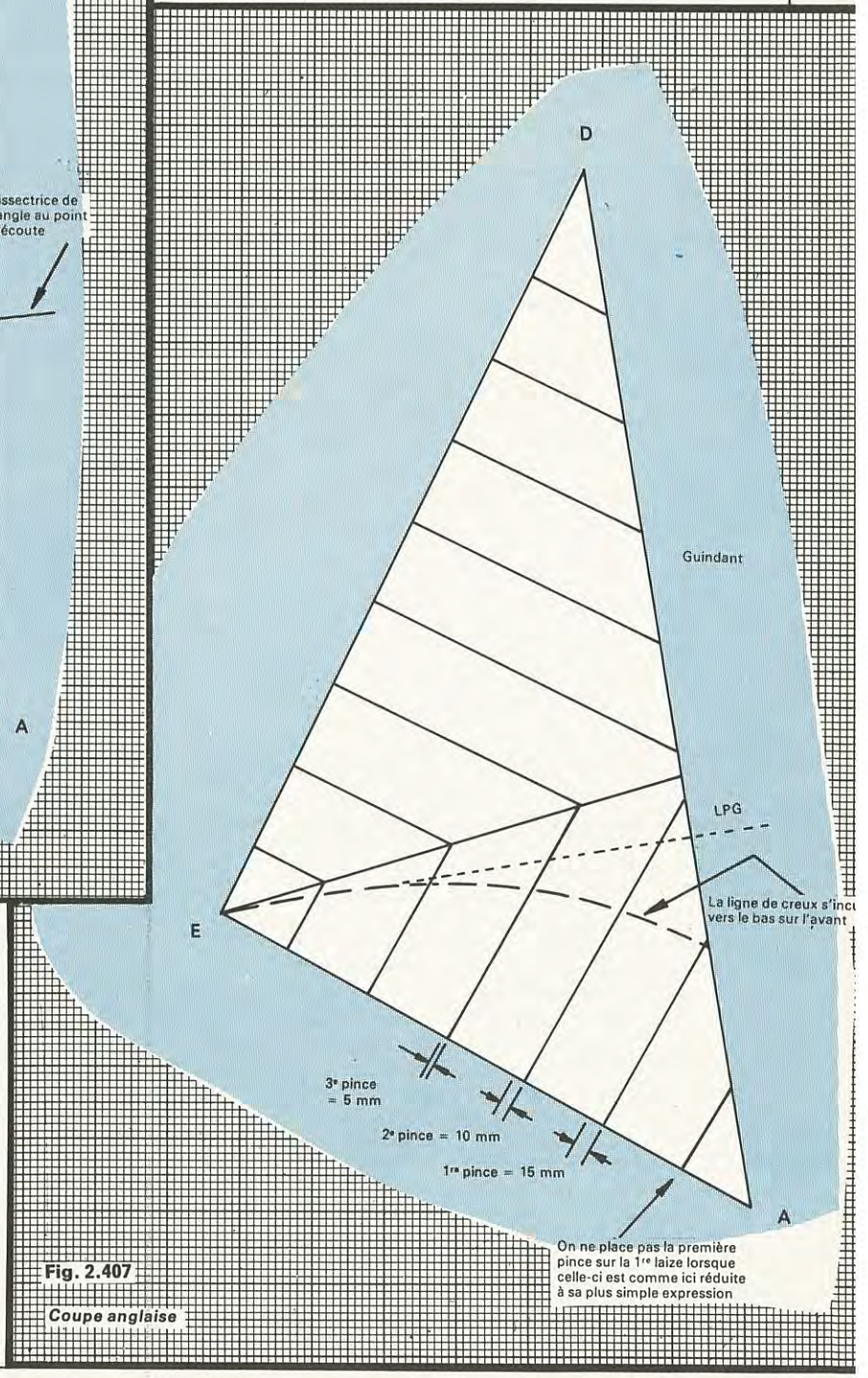


Fig. 2.407

Coupe anglaise

Coupe anglaise **Fig. 2.408**
Répartition des pinces sur un grand yankee de surface supérieure à 30 m²

Exemple d'un yankee de 31 m²
Guindant 13 m

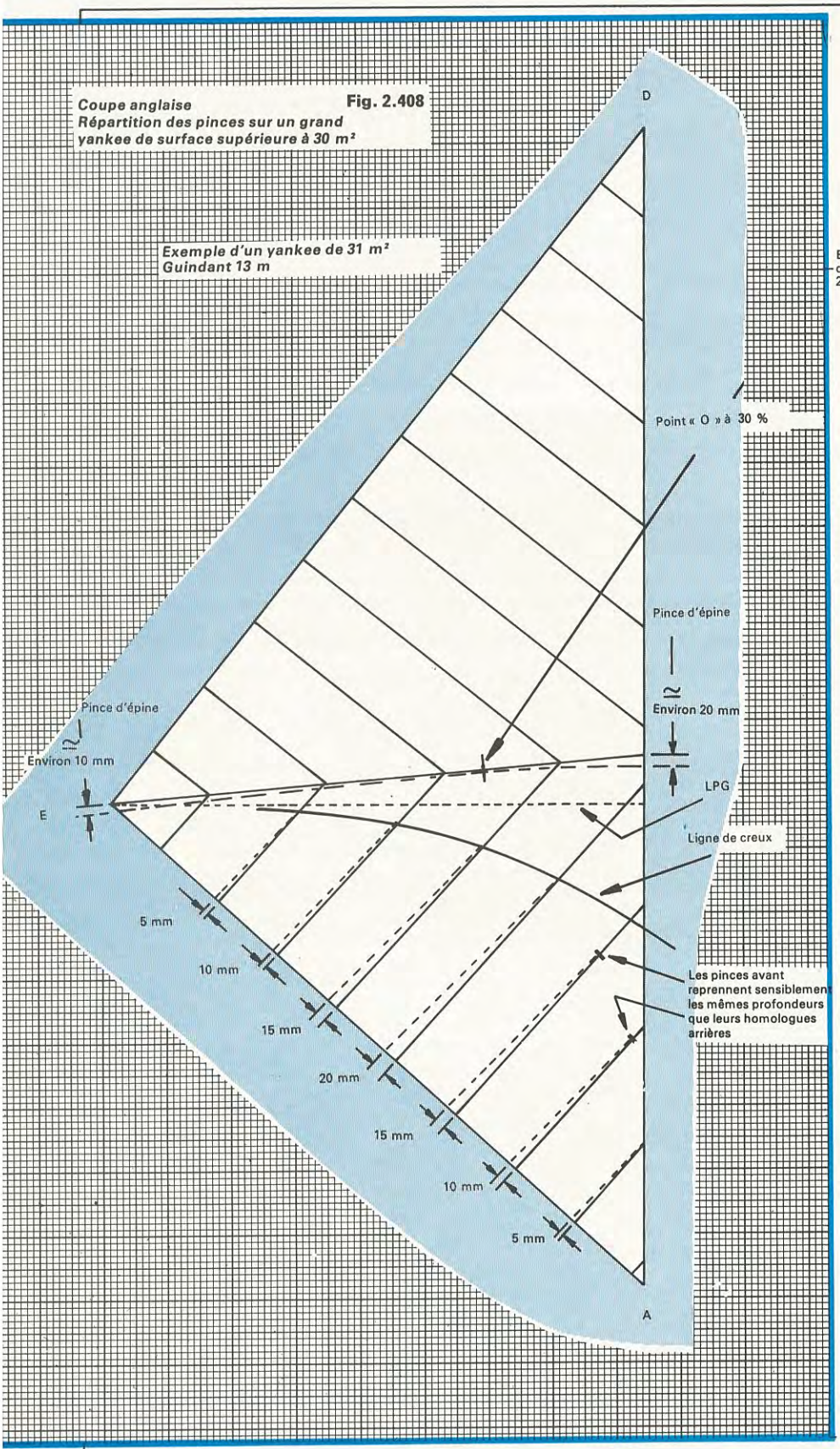


Fig. 2.409

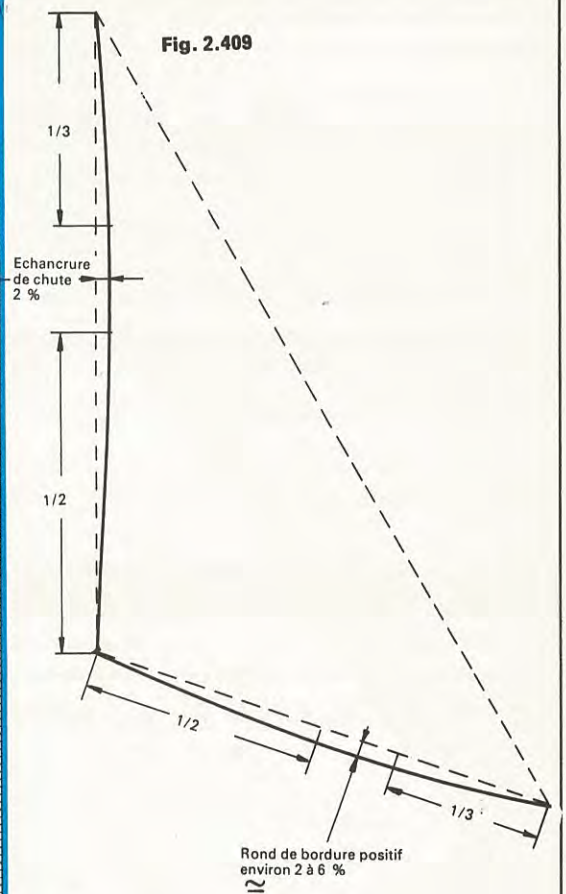
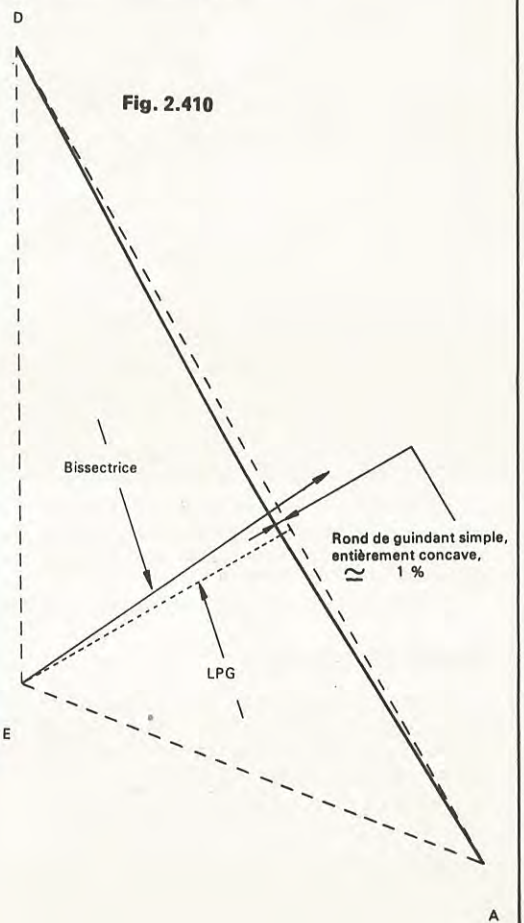


Fig. 2.410



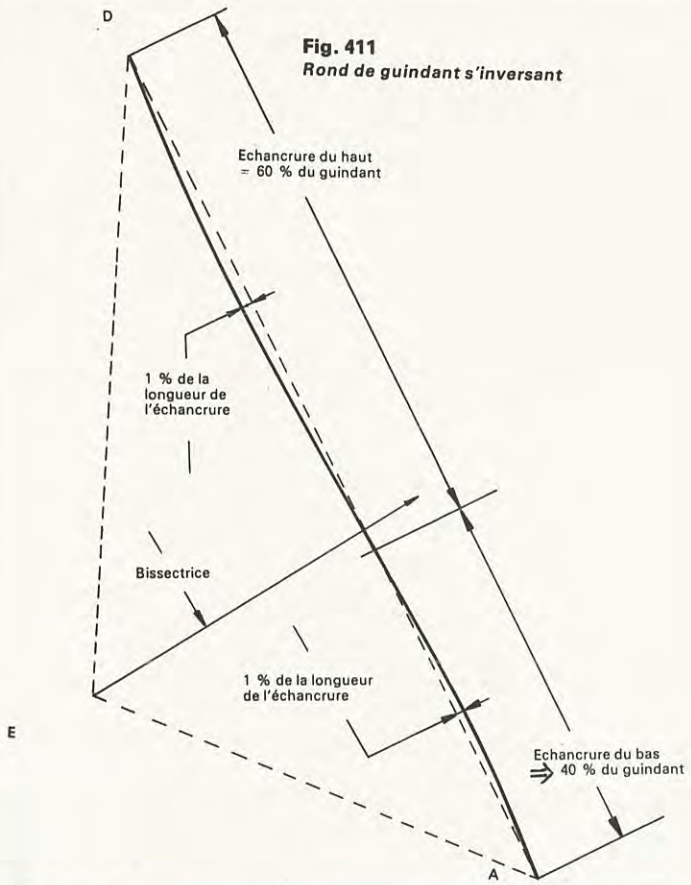


Fig. 411
Rond de guindant s'inversant

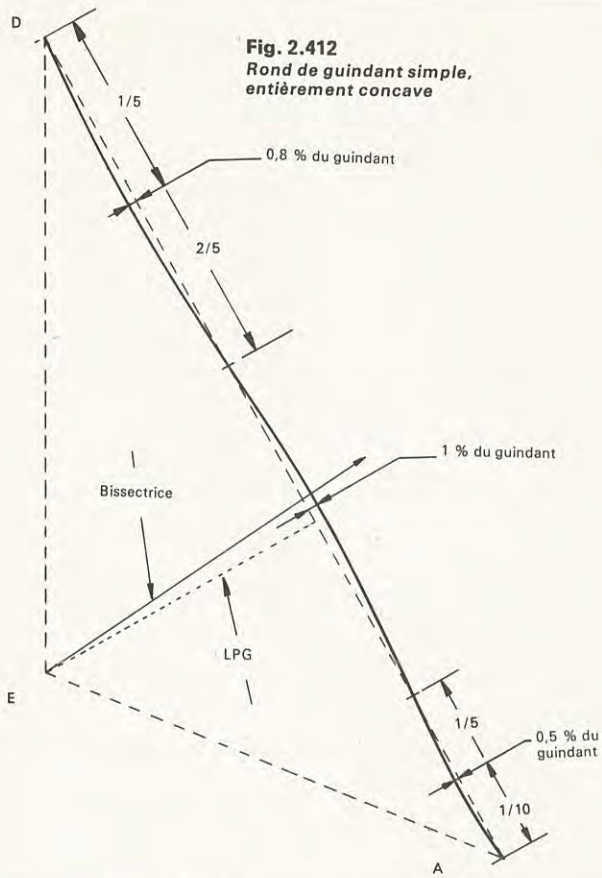


Fig. 2.412
Rond de guindant simple, entièrement concave

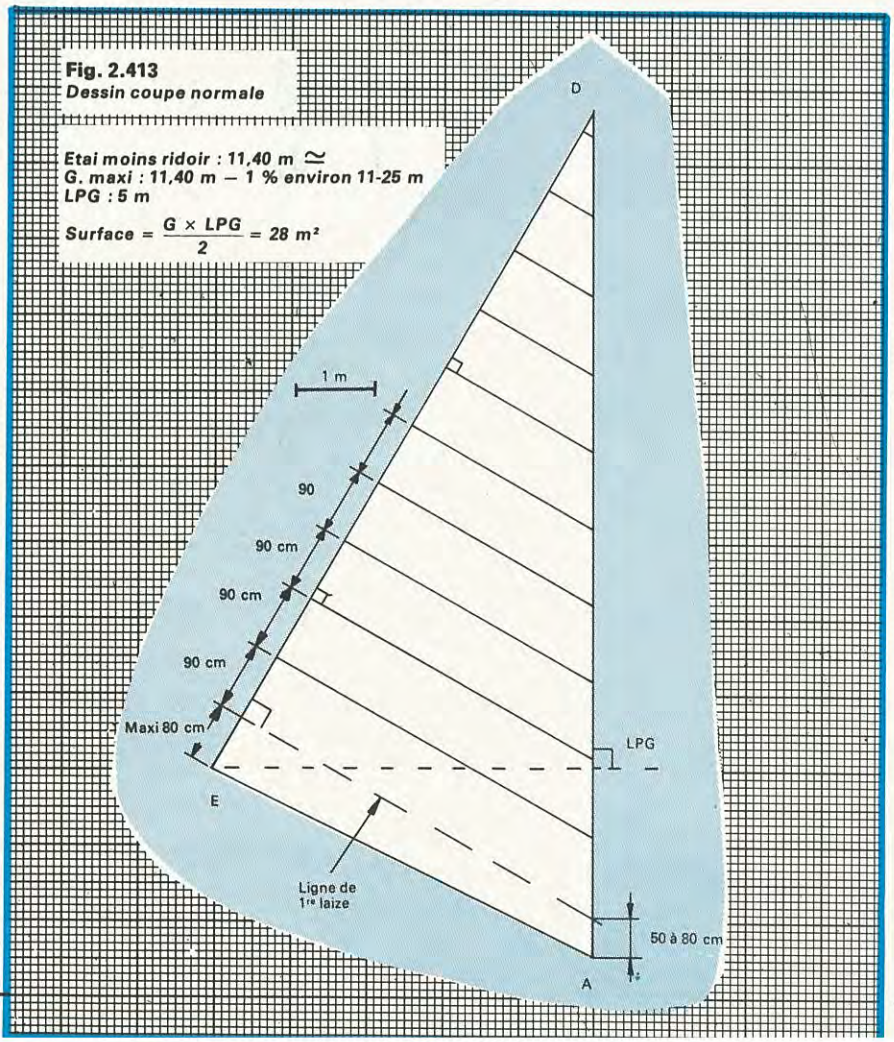


Fig. 2.413
Dessin coupe normale

l'ampleur du rond toujours centrée entre la bissectrice de l'angle du point d'écoute et la L.P.G. On donne cependant deux parties concaves à cette courbure, dont l'une, avec une ampleur de 0,8 % du guindant, centrée sur le premier cinquième supérieur de ce dernier, et l'autre, en bas, se répartissant sur la longueur du dernier cinquième avec une ampleur de 0,5 % de la longueur du guindant (c'est-à-dire en d'autres termes, centrée sur le premier dixième inférieur du guindant) *(fig. 2.412)*.

Il n'est toutefois pas prouvé que ce surcroît de zèle soit réellement payant ; on pourra donc lui préférer notamment en travail amateur, l'une des deux premières courbures de guindant pour nos focs et yankees...

Nous en avons ainsi terminé avec le dessin d'une voile à coupe anglaise.

La coupe à laizes horizontales quant à elle, actuellement la plus couramment utilisée, convient à tous les focs, pour peu que leur rapport **Bordure/L.P.G. soit inférieur à I,** et aux génois de tous poils...

Coupe Normale :

Après avoir dessiné le triangle qui représente la voile, pour dessiner la première laize, il faut chercher la « L.P.C. » (perpendiculaire à la chute) qui tombe sur le guindant à environ **50 à 80 cm du point d'amure, tout en étant à un maximum de 80 cm sur la chute du point d'écoute** *(fig. 2.413)*.

Fig. 2.414
Coupe normale, dessin des pinces de bordure

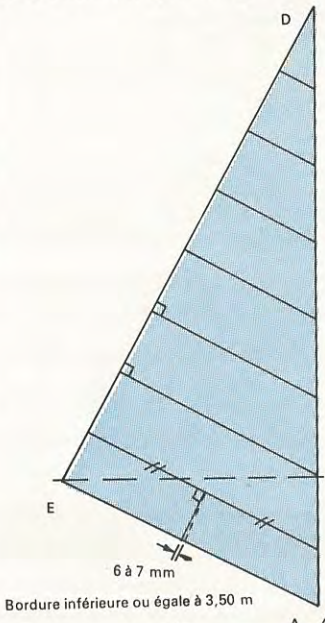


Fig. 2.415
Coupe normale,
répartition des pinces de bordure

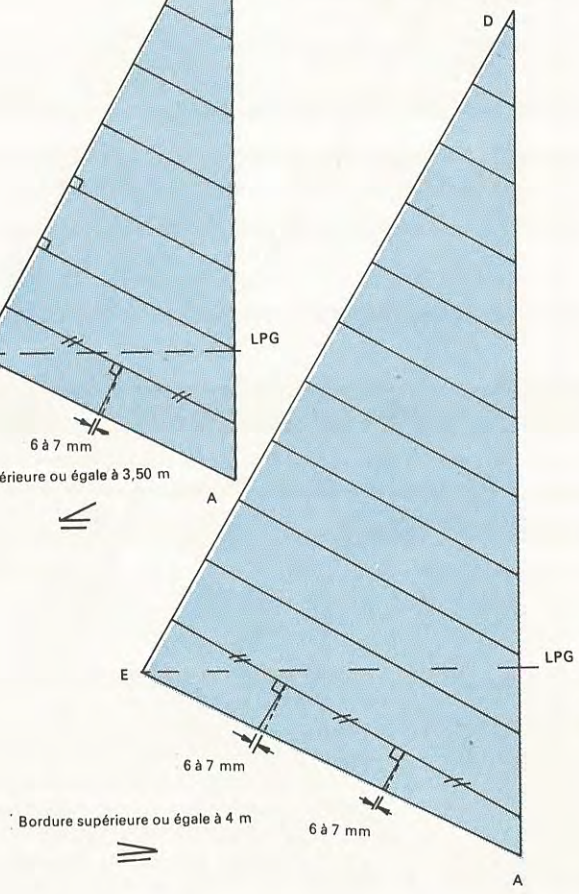
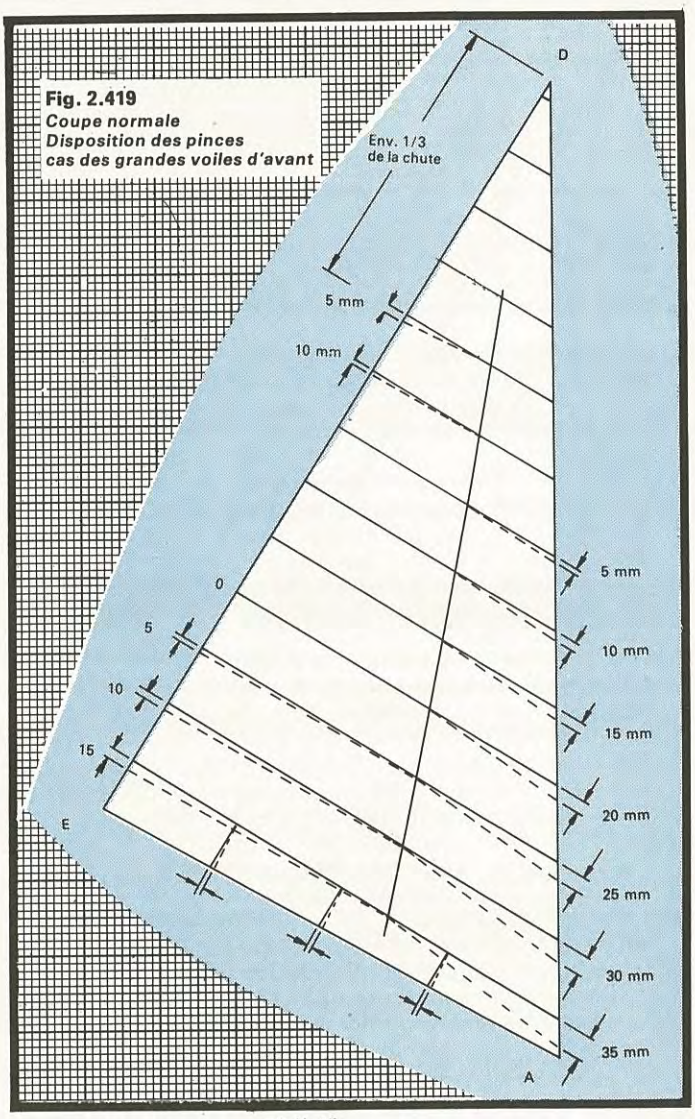


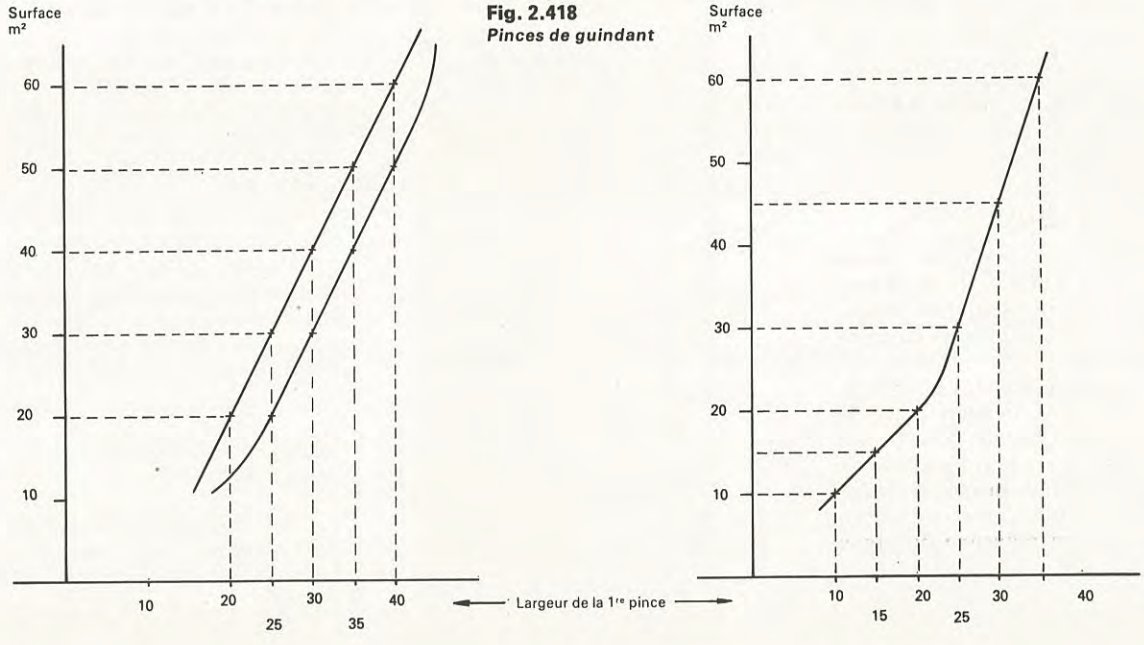
Fig. 2.419
Coupe normale
Disposition des pinces
cas des grandes voiles d'avant



GENOIS

FOC

Fig. 2.418
Pinces de guindant



Cette dernière précaution a pour but de n'avoir à utiliser qu'une seule hauteur de laize en dessous jusqu'au point d'écoute, afin de respecter le sens de travail du tissu.

On peut alors tracer les laizes suivantes, tous les 90 cm, au-dessus de ce premier trait,

Le creux :

Pour donner le creux souhaité à la voile, on va dessiner des pinces verticales, dans le bas de celle-ci...

Le nombre de ces pinces est en grande partie fonction de la longueur de la bordure : en effet, **plus la bordure est longue, plus le nombre de pinces pourra être important.**

Sur les voiles dont la bordure ne dépasse pas les 3,50 m, une seule pince suffit. On lui donnera une ampleur de 6 ou 7 m/m, à peu près centrée, légèrement déportée sur l'avant, et faisant toute la largeur de la laize pour arriver à zéro de l'autre côté de celle-ci *(fig. 2.414)*.

***Sur les voiles plus importantes**, on divise la longueur de la laize en portions égales pour répartir les pinces ; en fait, il est rare d'avoir à faire plus de deux pinces, de 6 ou 7 m/m chacune... (Fig. 2.415).*

Les pinces de guindant quant à elles, sont dégressives de bas en haut, de 5 en 5 cm jusqu'à 0 ; leur importance va varier bien sûr, selon que l'on voudra faire une voile de brise, foc, ou plus creuse, telle un génois.

Pour prendre deux exemples extrêmes, sur un génois d'environ 35 m², la première pince, en bas donc, entre la première et la deuxième laizes, pourra avoir une ampleur de quelque 30 m/m, les suivantes ayant successivement (en montant), 25, 20, 15, 10 et 5 m/m, ce qui nous donne là 6 pinces de guindant *(fig. 2.416)*.

Sur un foc de quelque 16 m², la première pince du bas fera 20 m/m *(fig. 2.417), les suivantes montant toujours dégressivement en diminuant de 5 en 5 m/m...* ***Les tableaux figure 2.418 permettent de se repérer** quant à la valeur à donner à la première pince sur le guindant, selon qu'il s'agisse d'un foc ou d'un génois.*

Les pinces de chute :

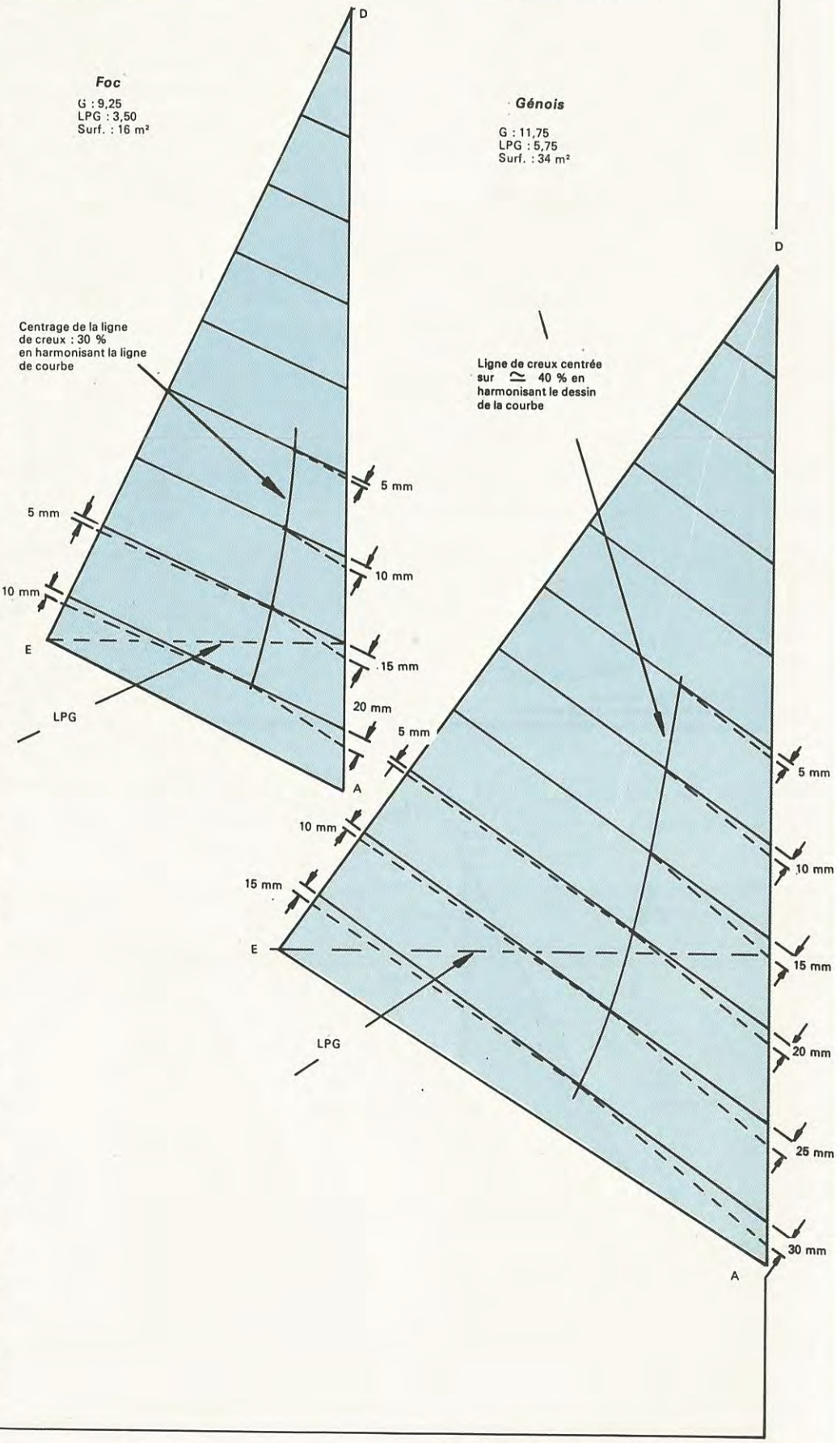
Elles évoluent également de façon dégressive de 5 en 5 mm à partir de la première laize ; elles sont toutefois moins importantes que leurs homologues du guindant.

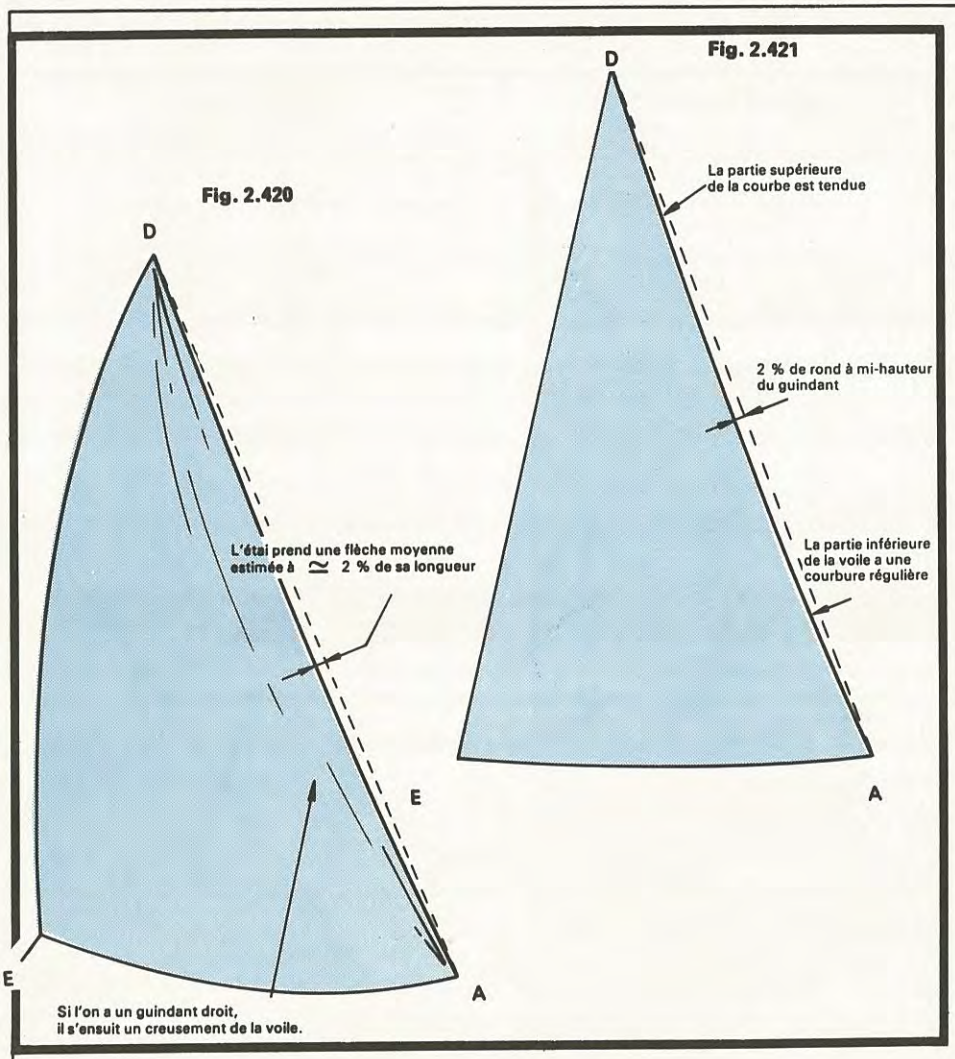
Dans la pratique, on prendra pour référence de l'ampleur à la première pince de chute, la moitié de celle de la première pince de guindant ; de ce fait, **les pinces de la chute montent moitié moins haut que sur le guindant,** de sorte que l'on arrive ainsi à une bonne répartition moyenne du creux sur la voile *(Fig. 2.416 et 2.417)*.

Il faut noter encore ici que, sur les plus grandes voiles, de plus de 40 m², ou encore sur les voiles particulièrement étroites, type solent par exemple, il vaut mieux ajouter sur le haut de la voile des pinces de chute

Fig. 2.417
Creux par les pinces de chute et de guindant

Fig. 2.416
Creux par les pinces de chute et de guindant





dont la valeur n'excédera toutefois pas 10 m/m ; elles partiront également dégressivement de 5 en 5 m/m, leur nombre n'excédera donc pas 2.

On les positionnera de façon à les répartir autour du premier tiers supérieur de la chute (*Fig. 2.419*).

Le centrage du creux :

Il est **déterminé par la longueur des pinces horizontales**, de chute et de guindant. Cette longueur de pinces est relative à la longueur de laize correspondante : on prendra ainsi entre 35 %, pour les voiles de brise, à 50 % pour les voiles de petit temps, positionnées sur l'avant, c'est-à-dire côté guindant.

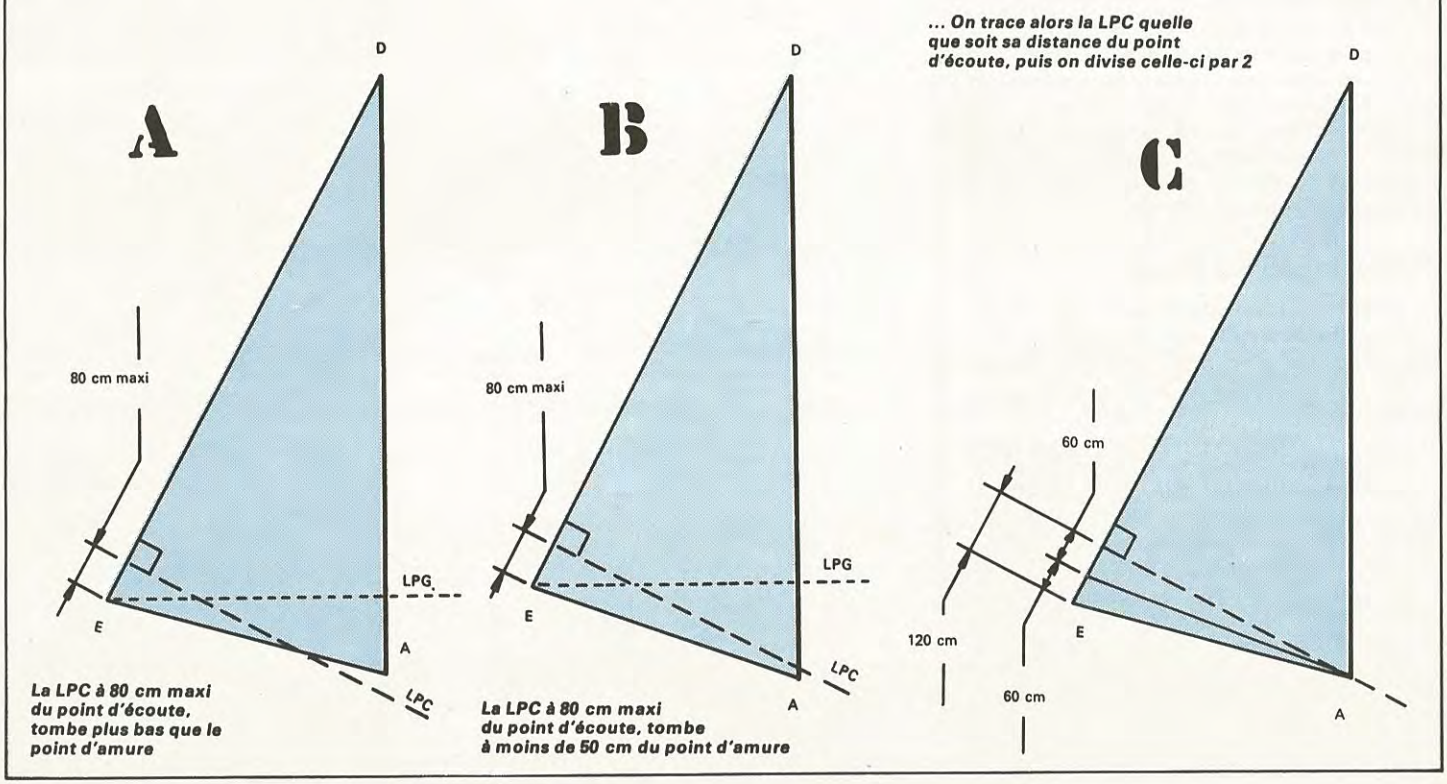
Cette façon de procéder reste la même pour toutes les pinces de guindant comme de chute (*fig. 2.416 et 2.417*).

Il reste ensuite à régler les courbures à donner à la chute et au guindant ; on notera toutefois que ce qui suit à propos de ce dernier point ne concerne pas les voiles destinées à être montées sur enrouleur, le chapitre suivant étant consacré aux particularités de ces dernières...

Rond de guindant :

La courbure du guindant est des plus importantes dans le dessin d'une voile d'avant ; en grande partie là pour compen-

Fig. 2.423 *Coupe en pointe*



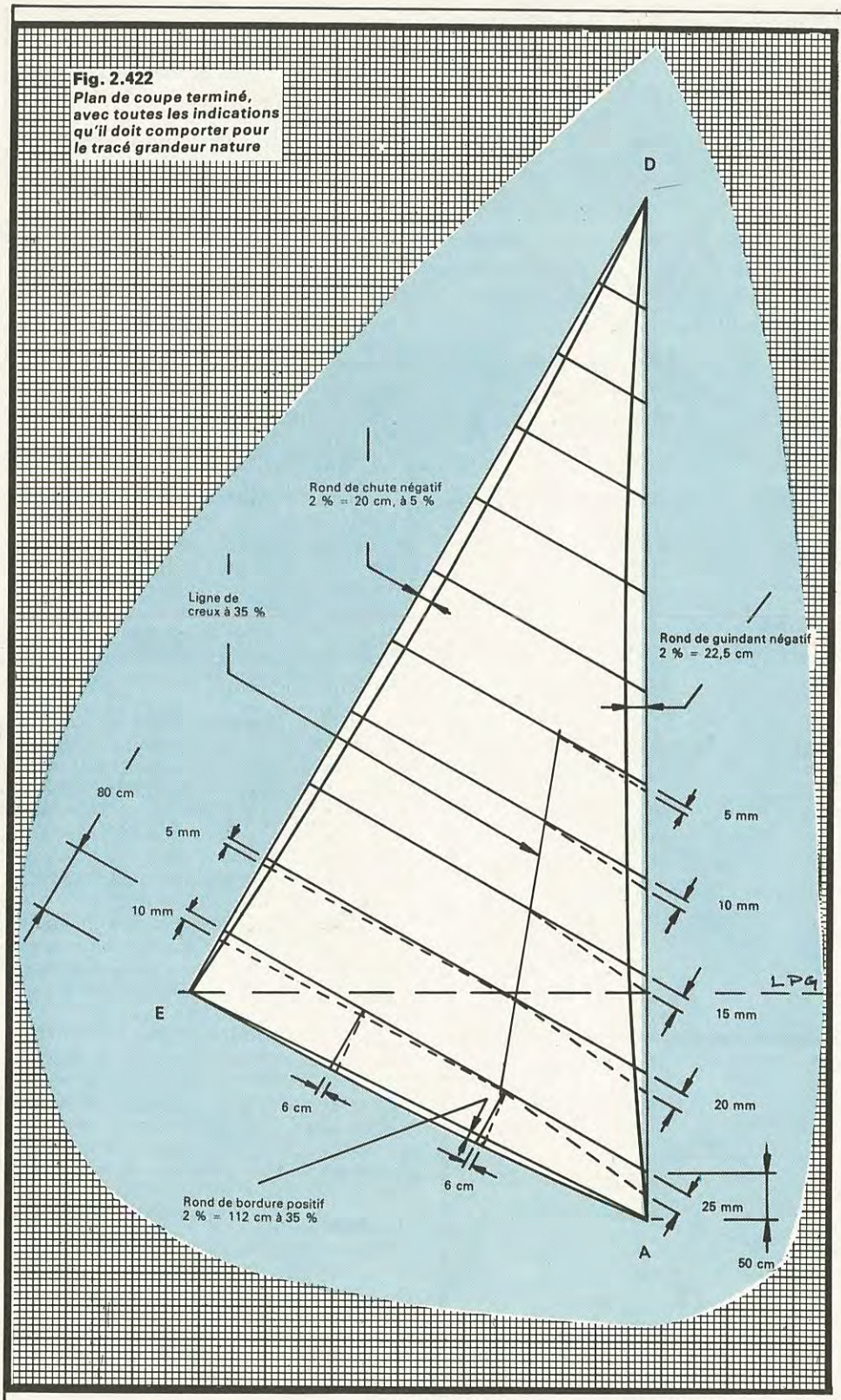


Fig. 2.422
Plan de coupe terminé, avec toutes les indications qu'il doit comporter pour le tracé grandeur nature

ser la flèche prise par l'étai dans les allures prés du vent, elle va d'autre part permettre de répartir de bas en haut le creux, en complément du creux donné par les pinces...

Ainsi, on peut dire que, pour avoir une voile qui respecte scrupuleusement les pinces que l'on a déterminées, on pourra commencer par **compenser la courbure (théorique) de l'étai** en dessinant une courbure régulière au guindant, centrée au milieu de celui-ci, avec une flèche de 2 %... *(fig. 2.420)*.

A partir de là, on peut jouer pour creuser plus ou moins la voile à des hauteurs différentes, en faisant onduler cette courbe.

Plus on va, en effet, **augmenter la flèche de cette courbe initiale (à 2 %), plus on aura pour résultat d'aplatir la voile,** puisqu'on enlèvera ainsi du tissu ; inversement, en diminuant, ou même inversant le rond (c'est-à-dire en le rendant convexe), on va creuser notre voile... C'est d'ailleurs ainsi que l'on travaille les voiles de régate.

Par exemple, on va diminuer la flèche dans le bas, et l'augmenter en haut, pour obtenir un effet d'hélice qui laisse échapper l'air par le haut... Par contre, sur une voile étroite, on va essayer de garder l'air dans les hauts, et donc inverser cette démarche.

En pratique, sur une voile de croisière, on obtient de très bons résultats en gardant simplement les 2 % de flèche mentionnés plus haut, avec une courbe régulière dans la partie basse de la voile, et en tendant le dessin de cette courbure dans sa partie haute *(fig. 2.421)*.

Rond de chute :

Suivant le même principe, afin de rattraper le rond de 2 % du guindant, on va tracer la chute avec une courbure dont la flèche sera égale à 2 % de la longueur de la chute. **Pour une voile de croisière, le dessin de cette courbe sera régulier et concave,** avec la flèche maxi centrée au milieu de la chute.

En aucun cas, on ne l'inversera, comme pour le guindant ; par contre, on peut diminuer, éventuellement jusqu'à zéro, cette flèche, (ce qui reviendra à lui donner du rond), pour les voiles étroites à grand élancement (genre solent) ; il est alors préférable de prévoir quelques petites lattes sur la chute...

Rond de bordure :

Sa courbure reprend le même centrage que celui donné au creux avec les pinces verticales de la première laize. Ainsi, par exemple, si l'on a placé la plus grande pince à 40 % le long de la bordure, on place la flèche maximum du rond de bordure également à 40 % de celle-ci...

La valeur de cette flèche doit se situer aux environs de 2 % de la longueur de la bordure en règle générale *(fig. 2.422)*, pour tous les focs, allant jusqu'à 4 % pour les génois légers...

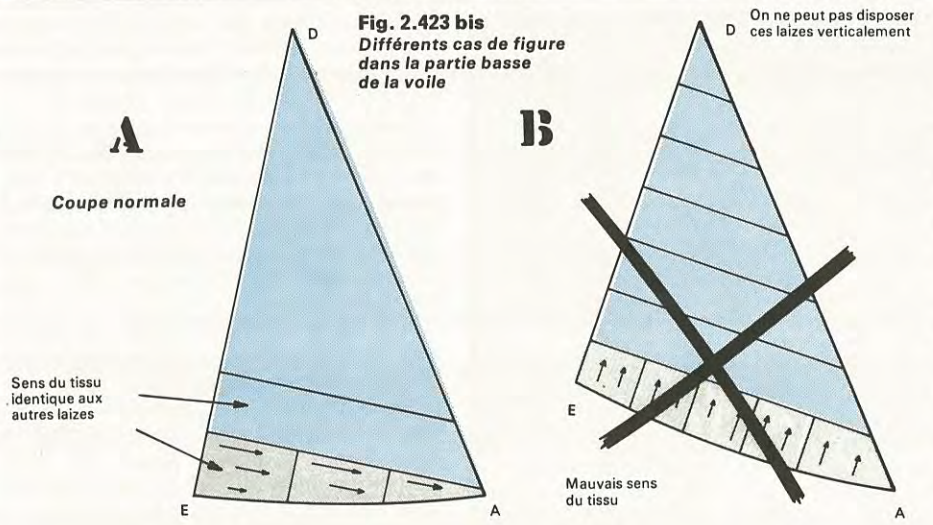
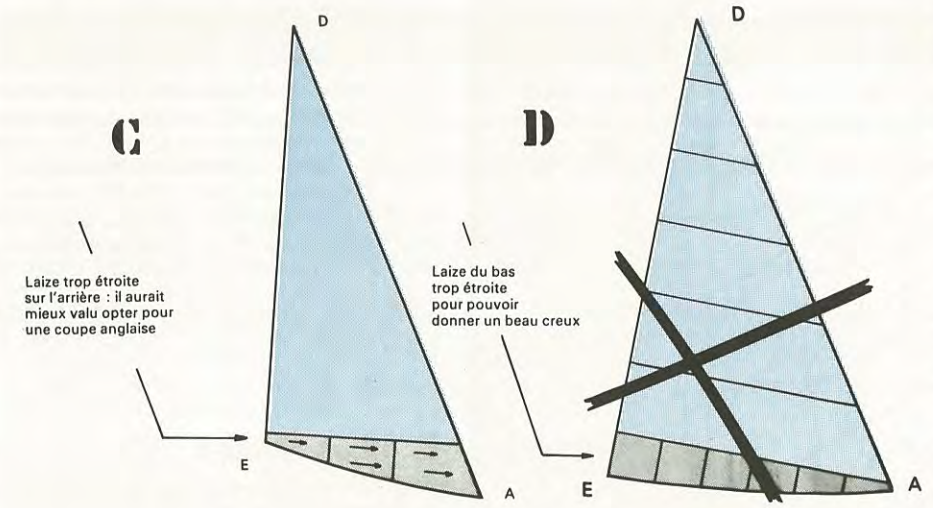


Fig. 2.423 bis
Différents cas de figure dans la partie basse de la voile



La coupe en pointe :

La coupe en pointe ne diffère de ce qui précède que dans la disposition et forme de la première laize.

On décide de l'employer lorsque, au début du dessin de la voile, on s'aperçoit que la perpendiculaire à la chute aboutissant près du point d'amure **(L.P.C.), se trouve à plus de 80 cm du point d'écoute.** *(Fig. 2.423 Bis).*

Après avoir tracé cette L.P.C., on divise alors la distance la séparant du point d'écoute en deux, et l'on trace une droite rejoignant ce point au point d'amure. Le bas de la voile, au lieu d'avoir une large laize, se divise donc en deux laizes triangulaires rayonnantes. *(Fig. 2.423).*

Par rapport à la coupe horizontale, cette coupe en pointe implique une variante dans la disposition des pinces à donner : la première pince de guindant reste la même que précédemment, par contre, ***la première pince de chute est à décaler d'une laize vers le bas*** *(une seule) (fig. 2.424).*

La laize inférieure de la voile ne comporte pas encore, sur notre dessin, de pince (contrairement à une voile à coupe normale où l'on fait des pinces verticales) ; le principe que l'on va utiliser est ici un peu différent :

En haut de **la première laize** du bas, on trace **une pince de valeur très importante,** centrée en avant de la voile ; *(fig. 2.425)* selon la surface de la voile, on lui donnera une valeur de 15 à 30 cm, en centrant son point « *zéro* » à 80 % de la bordure (à partir du point d'amure). Tout le creux du bas de la voile est donc ainsi donné par l'apport de cette unique pince horizontale.

Cette coupe en pointe sera de préférence utilisée pour des **génois légers ;** son homologue simplifié correspond davantage aux **génois médiums et lourds.** Elle est nettement plus économique en tissu...

Notons au passage à propos de cette coupe, puisque l'on coupe le tissu en longueur pour la partie basse de la laize, sur ce tissu ne figure plus la marque de **la lisière d'assemblage.** Il convient donc d'en retracer une, de la même valeur que celle du grammage de tissu que l'on emploie, pour permettre le montage *(fig. 2.426).*

Fig. 2.425 : ***Dessin des pinces sur la laize en 2 parties, dans la coupe en pointe***

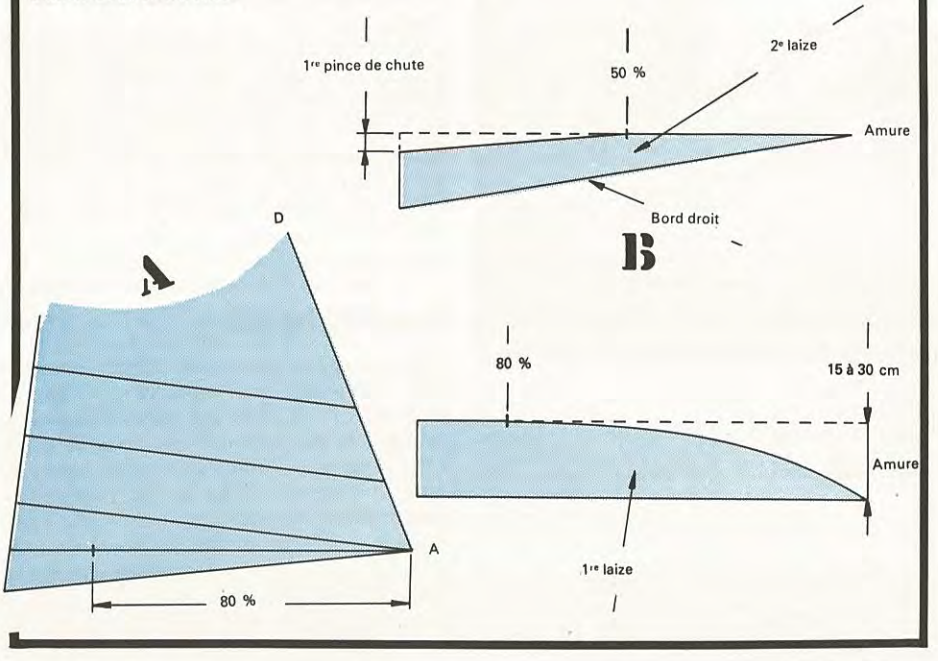


Fig. 2.426

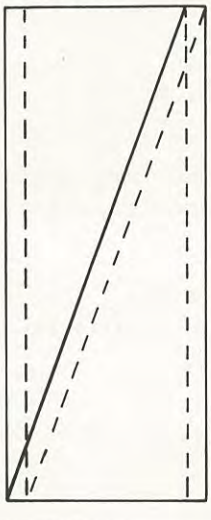
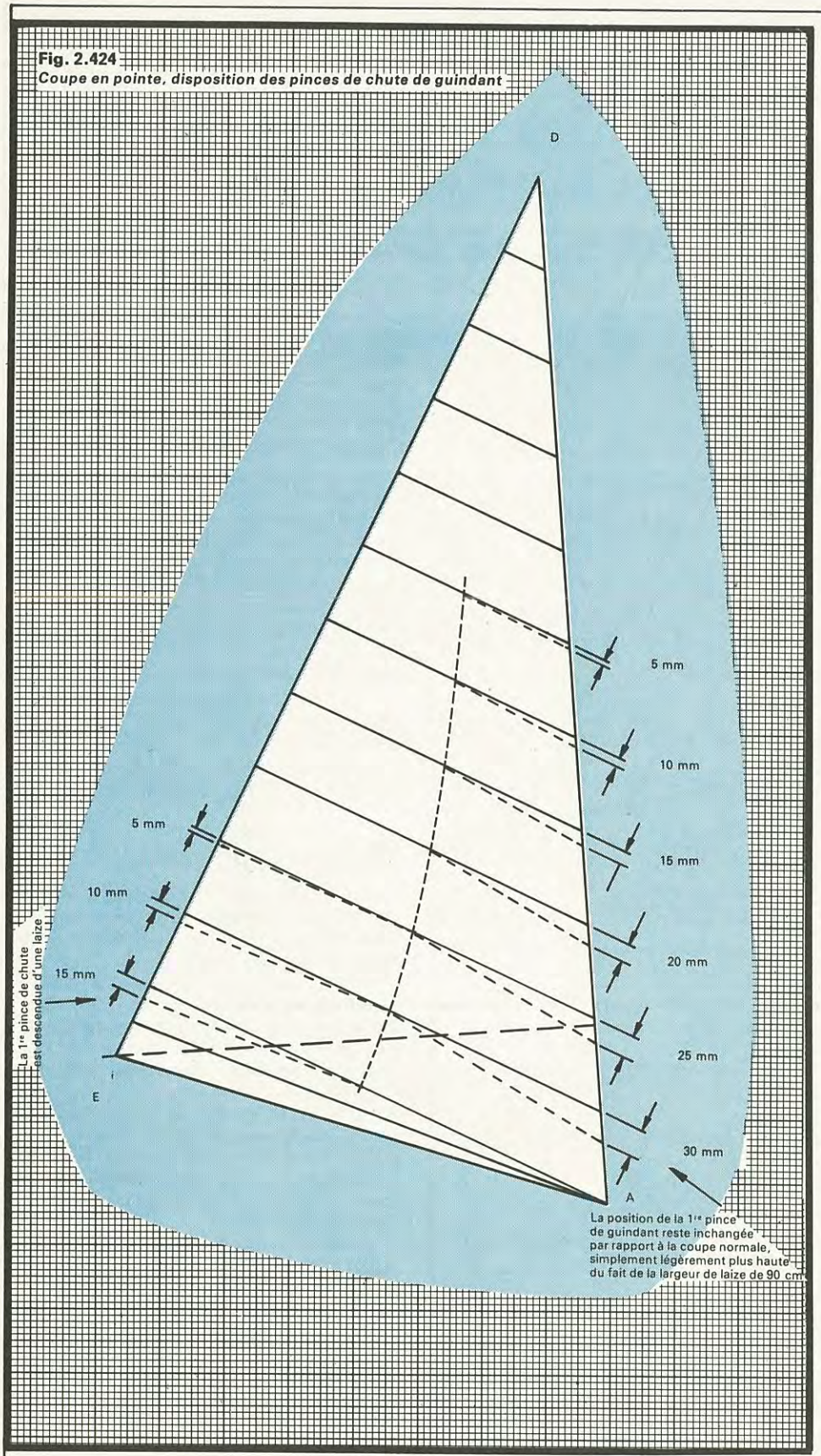


Fig. 2.424
Coupe en pointe, disposition des pinces de chute de guindant



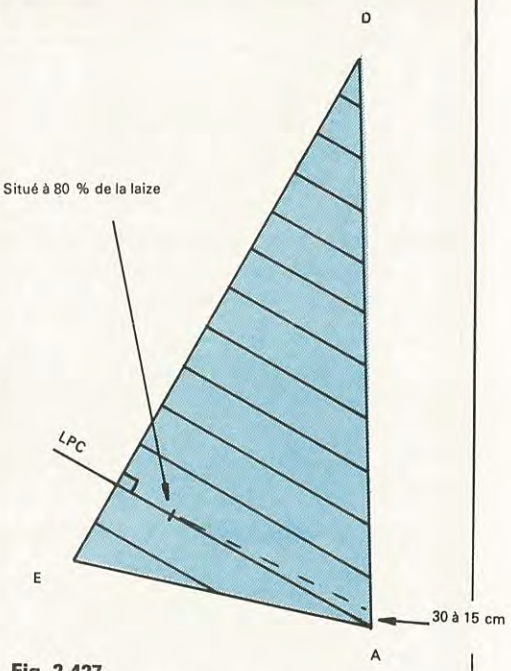


Fig. 2.427
Coupe en pointe simplifiée

Revenant à la **coupe simplifiée,** il s'agit là finalement, non plus de diviser la distance de la L.P.C. au point d'écoute, mais simplement de rajouter un petit bout de laize, là encore parallèle à la L.P.C., 90 cm plus bas.

Le principe de décalage des pinces reste identique, tandis que la coupe de la première pince reprend les mêmes valeurs qu'indiqué plus haut, avec les 80 % de la longueur de la laize et 15 à 30 cm, *(fig. 2.427)*, mais cette fois sur la laize correspondant au L.P.C.

Tracé grandeur nature

Nous reviendrons ici successivement sur les différentes coupes, la façon de procéder n'étant bien entendu pas la même selon la disposition choisie des laizes... Le tracé grandeur nature commence toujours par **la matérialisation du triangle de base :** par ses trois points sur le plancher, de la même manière que nous l'avons vu à propos de la grand-voile, on trace les trois côtés théoriques de la voile.

Lorsqu'il s'agit d'une **coupe anglaise,** il faut ensuite matérialiser l'épine par la bissectrice de l'angle formé par la chute et la bordure ; pour tracer également le départ de la première laize, on procède comme nous l'avons vu dans le dessin sur papier de la voile, en traçant une perpendiculaire à la chute et une perpendiculaire à la bordure, partant chacune de la même distance du point d'écoute, soit 50 à 80 cm maximum...

Pour ce qui est de la **coupe horizontale,** après le traçage du triangle théorique de la voile, il faut tracer la perpendiculaire à la chute que l'on a repérée lors du dessin sur

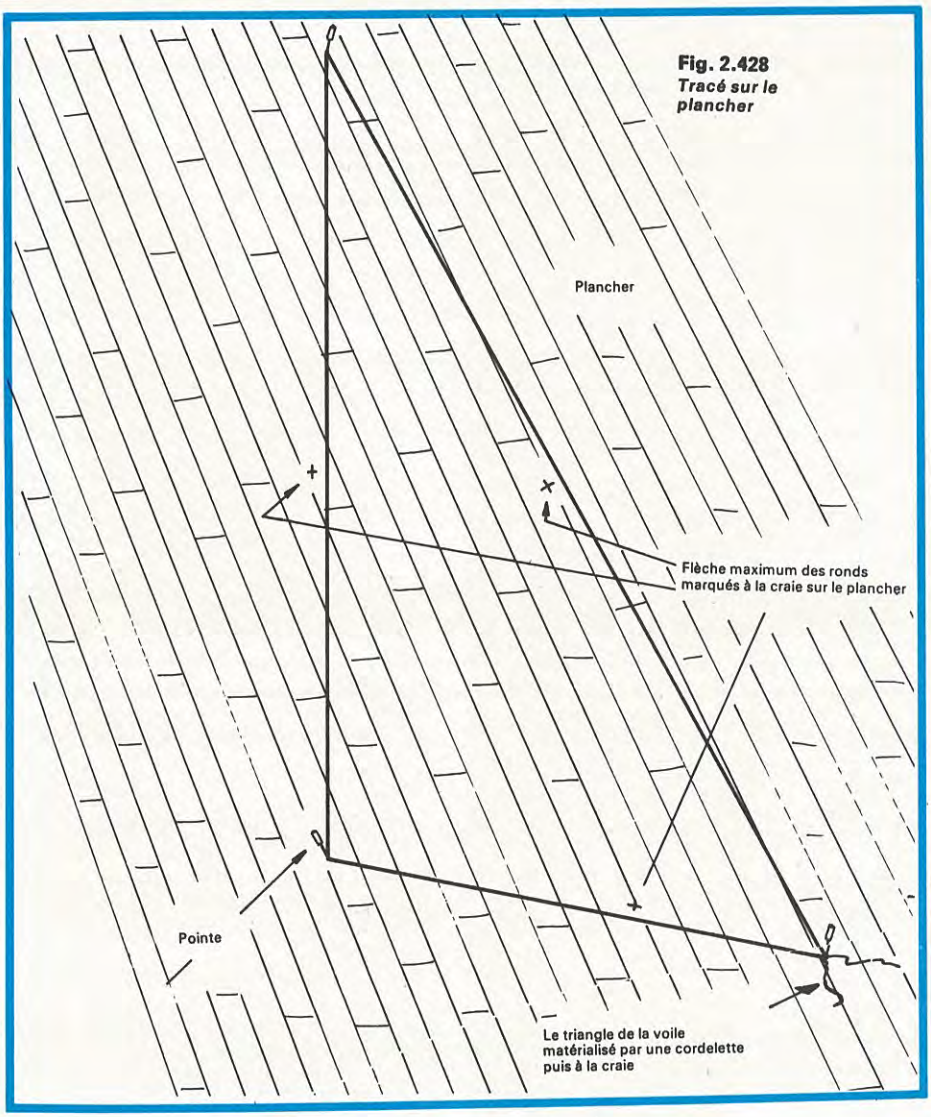


Fig. 2.428
Tracé sur le plancher

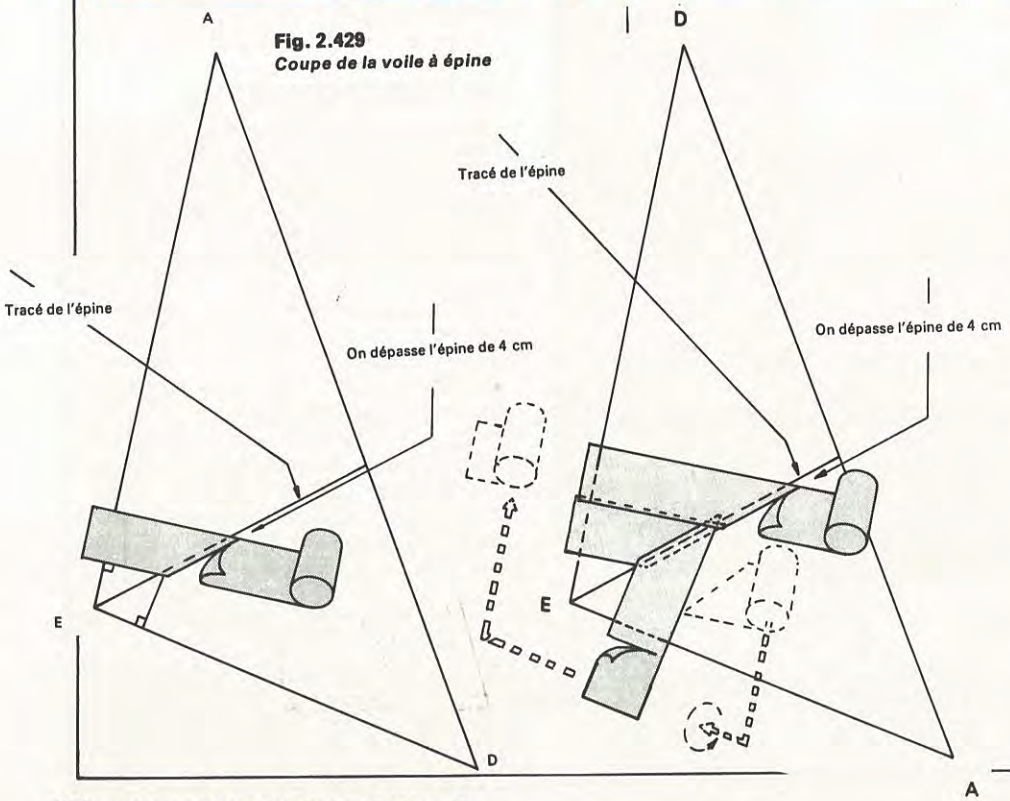


Fig. 2.429
Coupe de la voile à épine

papier pour tomber sur le guindant entre 50 et 80 cm du point d'amure... On se servira donc là des cotes relevées sur le plan que l'on a obtenu sur le papier millimétré.

Cette perpendiculaire étant matérialisée au cordeau et tracée à la craie, on pourra ensuite matérialiser l'emplacement des pinces verticales à venir...

Dans le cas de la **coupe en pointe**, on commencera par tracer la L.P.C. (perpendiculaire à la chute théorique aboutissant au point d'amure), quel que soit, donc, son espacement du point d'amure...

Ensuite, **quelle que soit la coupe de la voile**, on matérialise au sol à la craie les trois points de réglage, c'est-à-dire la valeur des flèches maximum des ronds, ou échancrures, (tels qu'on les a déterminés sur le plan) de chute, bordure et guindant, avec leur centrage prévu *(fig. 2.428)*.

Les ronds étant négatifs (échancrés) sur le guindant et la chute, on n'en tiendra pas compte lorsque l'on coupera les longueurs des laizes, mais ces points nous serviront tout de même par la suite pour faire nos courbes de réglage... Par contre, on prévoira une marge de surlongueur pour se garder le tissu nécessaire aux ourlets de finition de la voile, comme on a pu le voir à propos de la grand-voile.

La coupe :

Il nous faut là aussi distinguer les diverses façons de procéder selon les coupes.

1°) Coupe anglaise :

On dispose l'extrémité de tissu droit (ou neuf) du rouleau sur la chute, le bord inférieur du tissu contre le trait de départ de la première laize *(fig. 2.429)*.

Puis au crayon, on va **tracer sur le tissu le passage de l'épine** centrale de la voile, repérée par la bissectrice tracée au sol ; il reste alors à couper au fer chaud, en se gardant 4 cm de marge au-delà du trait marqué.

On retourne ensuite le rouleau sur lui-même, bénéficiant ainsi de l'angle de la coupe précédente, pour tracer la laize opposée, que l'on trace de la même manière, et coupe également avec 4 cm de marge de tissu.

Retournant à nouveau le rouleau, on repart alors contre la première laize, sans oublier de faire chevaucher les lisières de tissu pour l'assemblage.

Dans le cas où l'on aurait prévu des pinces centrales sur le plan, cas des plus grands yankees, comme on l'a vu avec la *fig. 408*, il est alors temps, avant de passer à la laize suivante, de tracer la pince et donc de faire chevaucher le tissu de la valeur de celle-ci, et non plus simplement de la lisière...

On procède ainsi de suite jusqu'au bout de l'épine, en prenant soin à chaque fois de bien matérialiser le passage de l'épine (bissectrice tracée au sol) sur les laizes, d'un trait de crayon : **ce sera un repère très précieux par la suite lors du montage...** De

même, on tracera une série de petits repères de montage tous les 50 cm sur le bord des lisières en vis-à-vis...

Il reste alors à couper les deux petites premières laizes, triangulaires, qui forment le carré encore manquant au point d'écoute de notre voile.

Après cela, on passe à la coupe, de façon classique, des laizes se trouvant au-delà de l'épine, dans le haut et le bas de la voile *(fig. 2.430)* ; la voile est alors prête pour l'assemblage, comme on le verra plus loin...

2°) Coupe horizontale :

A partir de la perpendiculaire que l'on a tracée, on coupe les laizes supérieures, de la même manière que l'on s'y est pris avec la grand-voile *(fig. 2.431)*, posant donc le rouleau contre le trait, puis, après avoir coupé la laize à longueur (plus la marge au guindant et à la chute), on retourne le rouleau et ainsi de suite jusqu'au point de drisse...

On passe ensuite à la laize inférieure, qui comporte des pinces verticales : le tissu déroulé juste en dessous de la première laize supérieure, cette laize inférieure est coupée, en prenant environ 10 cm de surlongueur côté point d'écoute.

Il faut ensuite **tracer les pinces** aux endroits que l'on a déterminés sur le plan, par un simple trait droit, perpendiculaire au trait matérialisant la première laize *(fig. 2.431 bis)*.

Fig. 2.430

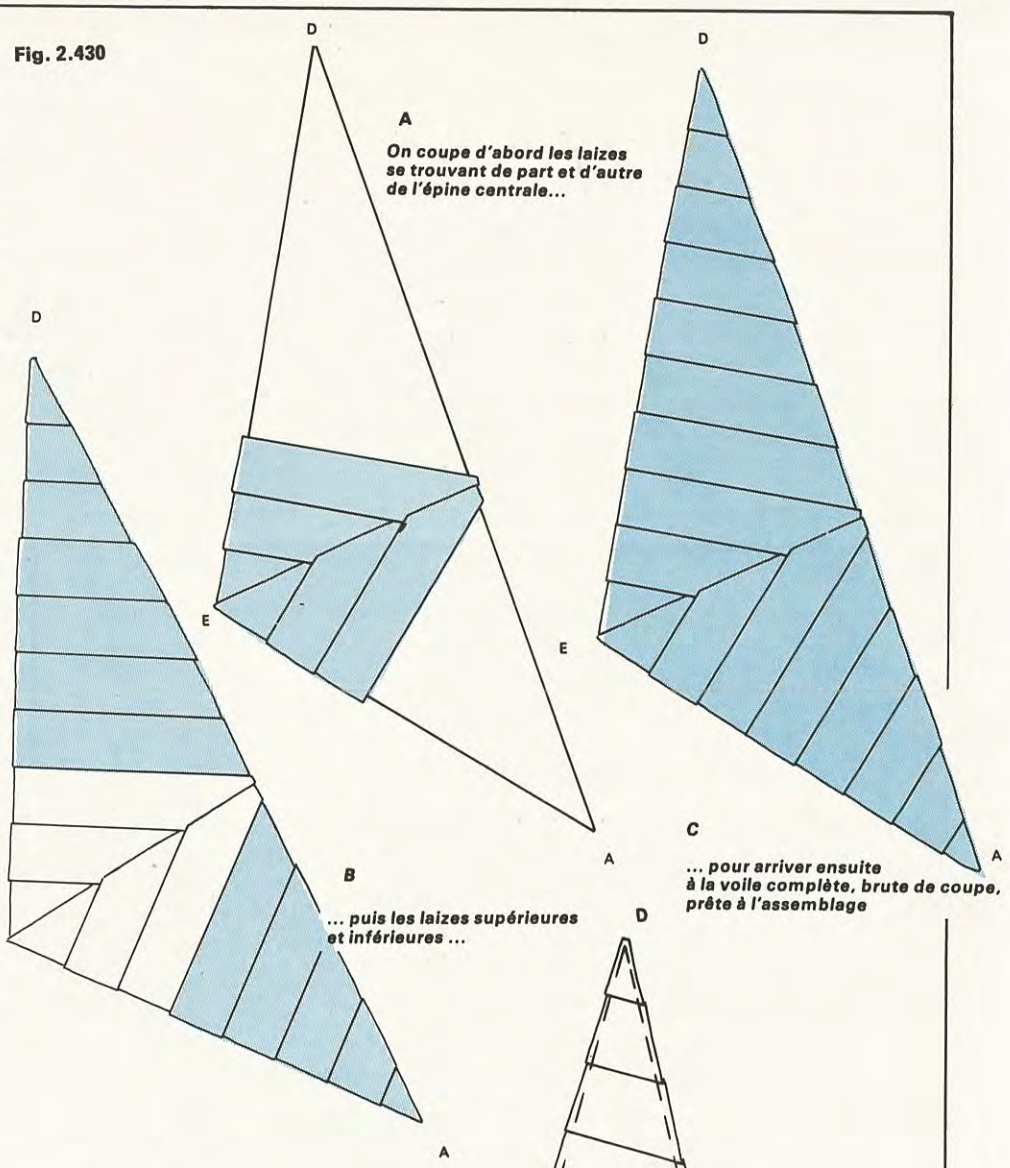


Fig. 2.431
A partir de la LPC tracée sur le plan, on coupe les laizes supérieures de la voile.

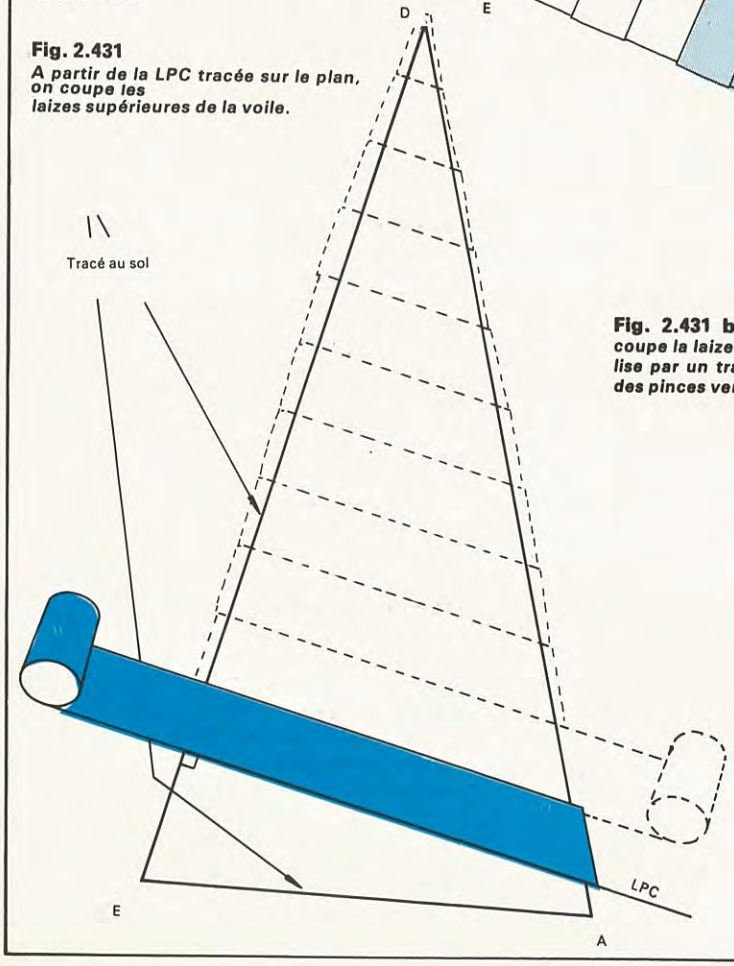
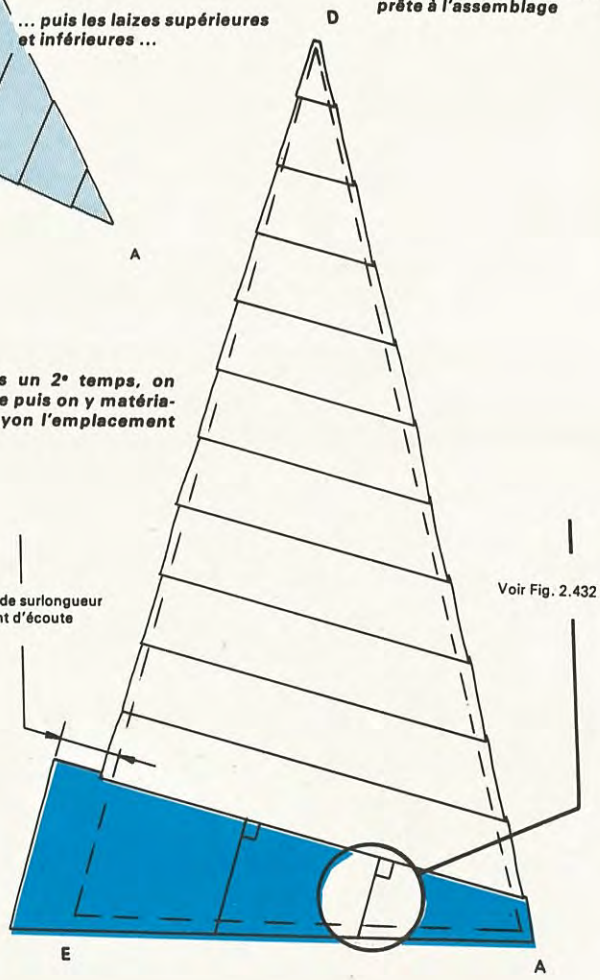


Fig. 2.431 bis : ***Dans un 2e temps, on coupe la laize inférieure puis on y matérialise par un trait au crayon l'emplacement des pinces verticales.***



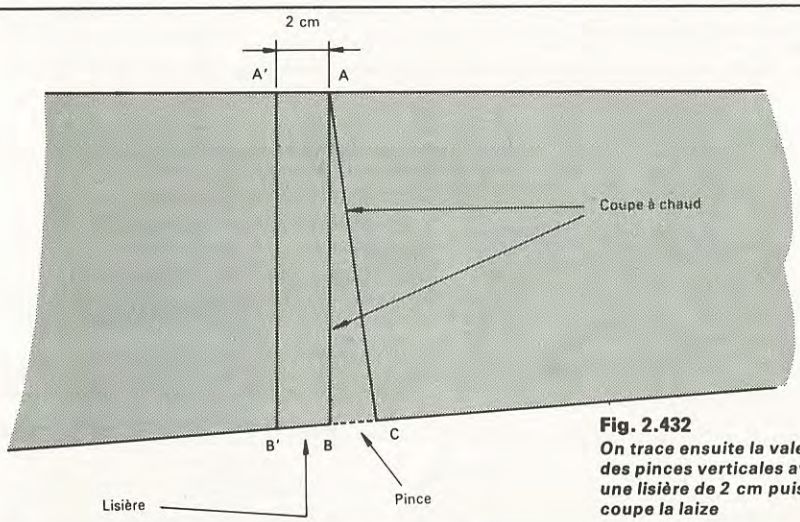


Fig. 2.432
On trace ensuite la valeur des pinces verticales avec une lisière de 2 cm puis on coupe la laize

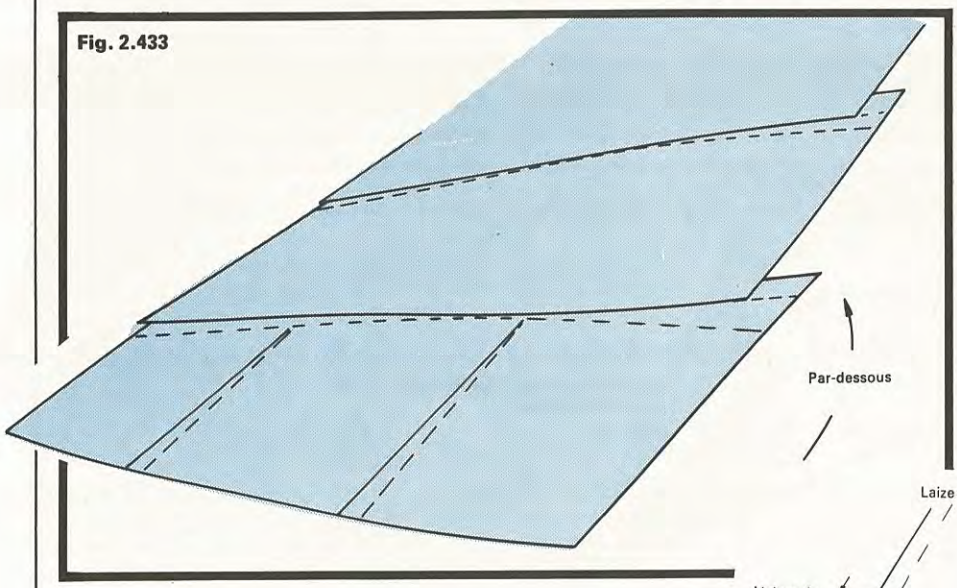


Fig. 2.433

On trace alors, vers l'avant de la voile, (côté point d'amure), un trait parallèle au premier trait de pince à 2 cm en retrait (c'est-à-dire vers l'arrière de la voile), qui va représenter la lisière d'assemblage de la future pince, et donc son point « *zéro* » en haut. En bas, on va donc à partir de ce trait, reporter la valeur de la pince *(fig. 2.432)*, que l'on peut alors couper au fer chaud pour réaliser ainsi **une pince coupée,** comme on l'a détaillé *fig. 2.211* dans le chapitre 2.

Il serait dommage ici de faire des pinces normales, en pliant le tissu, car la finition de la voile s'en ressentirait, le petit pli subsistant immanquablement au point « *zéro* » de la pince, répété à chacune d'elles, donnant une « mauvaise gueule » dans le bas de la voile...

Lorsque l'on en a terminé avec la découpe des différentes pinces verticales de cette laize inférieure, il reste à tracer les pinces horizontales prévues...

La valeur de chacune de ces pinces est toujours prise, dans cette façon de travailler, sur la laize du bas ; comme avec la grand-voile, on retrouve donc la première pince entre la laize que nous avons appelée « *première laize supérieure* », et la pince dite « *inférieure* » ; sa valeur est donc à tracer sur cette laize inférieure *(fig. 2.433)*, puis on glisse cette dernière sous la première jusqu'à hauteur du trait...

On procède ainsi de suite vers le haut pour les laizes suivantes, après quoi, il restera à passer au montage de la voile... **Il ne faut pas oublier** à chaque fois, en vue de ce

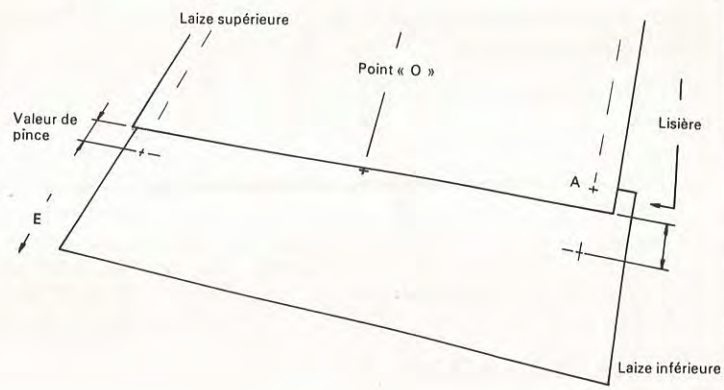
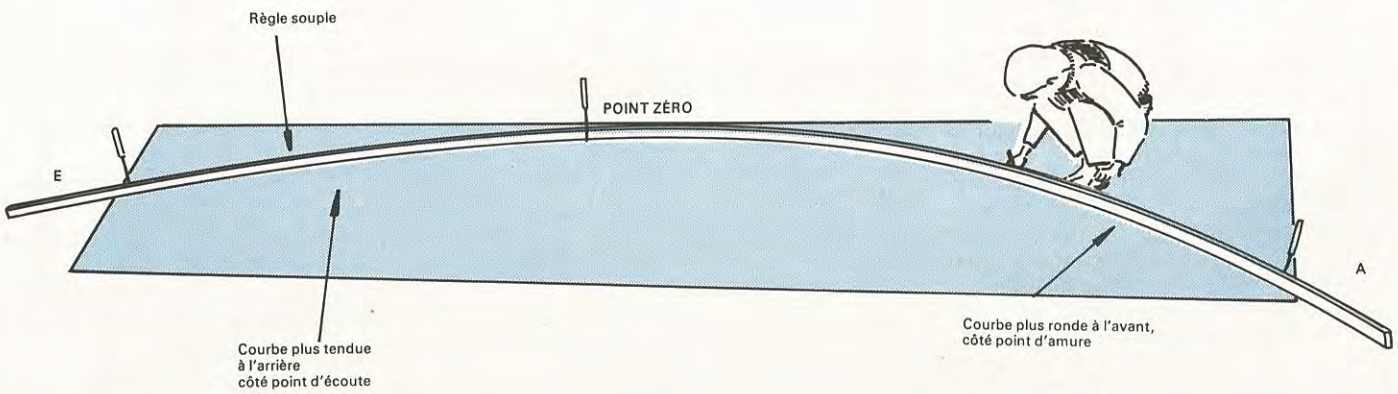


Fig. 2.436
Tracé des pinces horizontales entre les laizes à recouvrement

Fig. 2.437
Tracé de la laize en pointe simplifiée



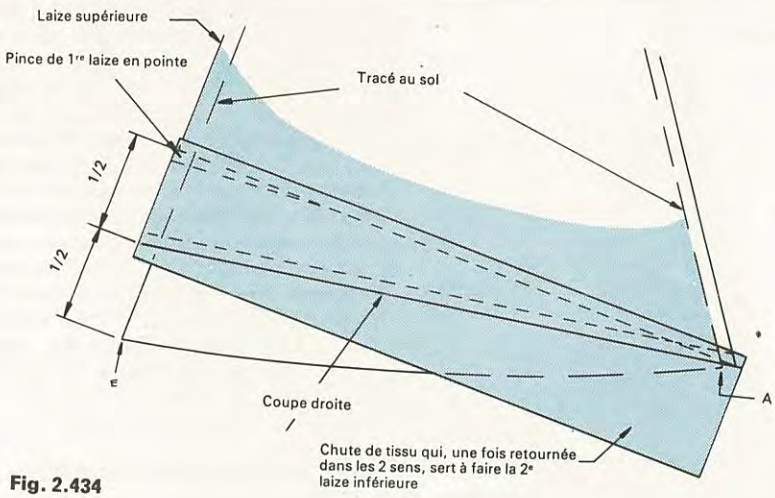
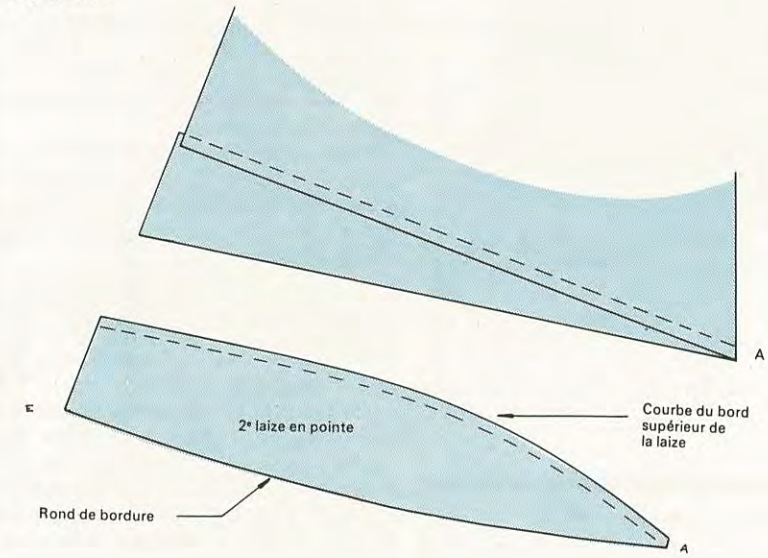


Fig. 2.434

Fig. 2.435



dernier, de faire de petits traits repère pour bien situer une laize par rapport à l'autre, tout comme pour la grand-voile, et ce, quelle que soit la coupe.

3°) Coupe en pointe :

On procède toujours de la même manière que précédemment en ce qui concerne la partie haute de la voile ; par contre, on va positionner la première laize inférieure en partant de la chute vers le point d'amure, et en ne traçant que la pince arrière (sur la chute) et restant à zéro sur le guindant (zéro plus la valeur de la lisière, bien entendu) *(fig. 2.434)*.

Dans cette coupe en pointe, la partie inférieure de la voile est donc, nous l'avons vu, constituée de deux parties horizontales reliées en son milieu ; on va donc, après avoir positionné la première laize inférieure que l'on vient de voir, tracer une droite partant du point d'amure, et descendant sur la chute à mi-distance entre le trait de la première laize supérieure et le point d'écoute *(fig. 2.434)*.

Au fer chaud, il reste alors à couper le long de ce trait, puis on trace un trait espacé de la valeur de la lisière à l'intérieur, (soit quelque 2 cm), pour garder le repère de cette dernière à l'assemblage...

On peut ensuite se servir de la chute de tissu obtenue, en la retournant (dans les deux sens, de gauche à droite et de bas en haut) pour faire la deuxième laize inférieure. Sur le bord supérieur du tissu ainsi retourné, il faut alors marquer les valeurs de pince prévues au dessin, et tracer la courbe du bord supérieur de la laize en s'aidant d'une règle souple *(fig. 2.435)*.

La valeur de la lisière est alors à reporter à l'extérieur de cette courbe, pour couper le tissu. Les deux lisières se chevauchant au montage (où le scotch double face permettra de maintenir le tissu en place), on se retrouvera donc ainsi avec nos deux traits de bords réels de laizes en superposition...

4°) Coupe en pointe simplifiée:

La partie haute de la voile, au-dessus de la perpendiculaire à la chute aboutissant au point d'amure, se traite là aussi de la même manière que nous l'avons vu précédemment.

En ce qui concerne la laize inférieure, là aussi, étant donné l'ampleur de la pince, on coupera le tissu excédant, contrairement aux pinces classiques entre les laizes que l'on a réalisées dans la coupe horizontale normale, ou la coupe de la grand-voile, où l'on laissait simplement se chevaucher les excédents de tissu, avec la marge de retouche que cela nous réservait par ailleurs...

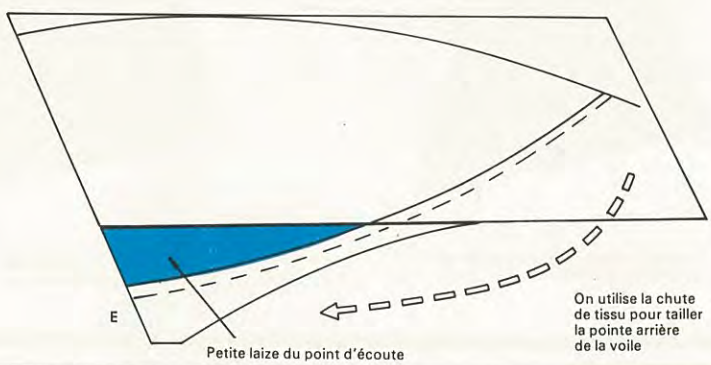
Une méthode simple de travail que l'on peut voir ici pour tracer une pince, consiste dans un premier temps, à présenter le tissu sous la première laize supérieure, en faisant se chevaucher exactement les lisières avec un écartement égal aux valeurs de pinces à chaque bout (puisque l'on a prévu, sur notre dessin, une pince côté point d'amure, et une petite également côté point d'écoute) *(fig. 2.436)*. On marque alors ces points d'écartement à chaque extrémité.

On positionne ensuite à la craie (ou au crayon), le point « *zéro* » de la pince sur la laize inférieure ; ces trois points nous permettent alors de tracer le bord de la laize, en les reliant à la règle souple pour tracer la courbe, en lui donnant toutefois une flèche un peu plus importante dans sa partie avant *(fig. 2.437)*.

La coupe se fait le long de ce traçage, puisque l'on a déjà la marque de la lisière utilisée sur le bord de la laize supérieure.

Le point d'écoute se situant en dessous de cette laize, il nous faut encore ajouter une petite laize sur l'arrière de la voile ; la meilleure façon de s'y prendre est d'utiliser la chute de notre coupe précédente, en la retournant pour la positionner derrière *(fig. 2.438)*...

Fig. 2.438



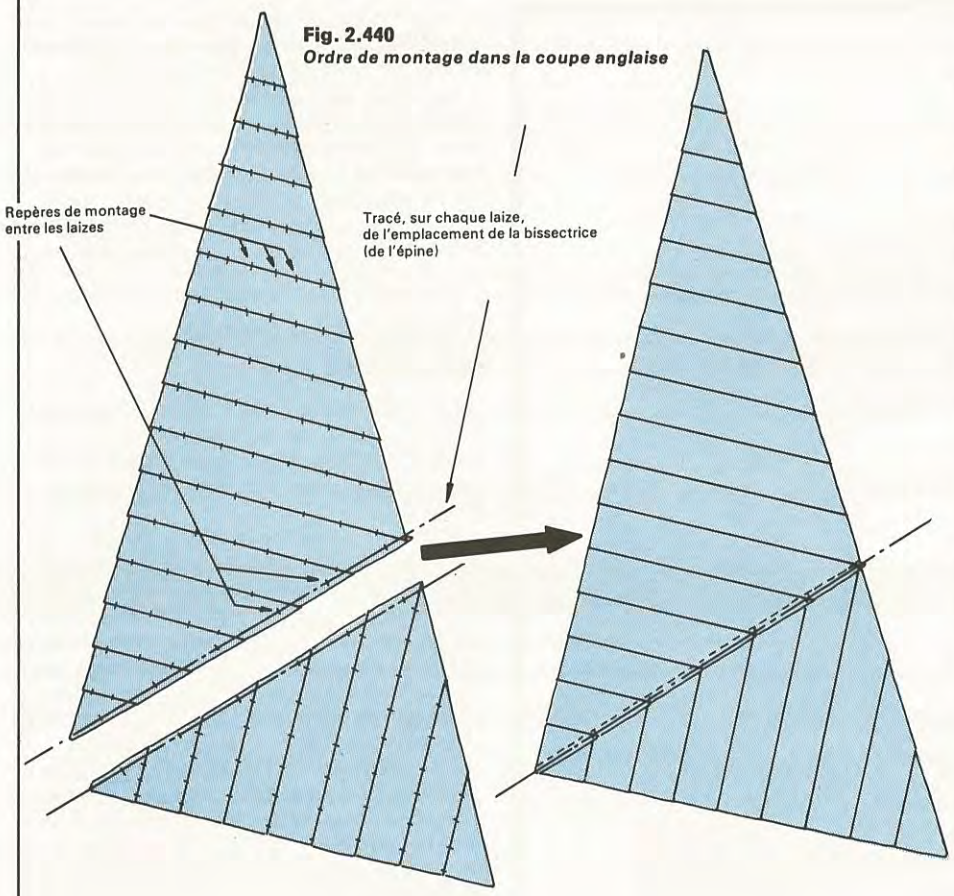


Fig. 2.440
Ordre de montage dans la coupe anglaise

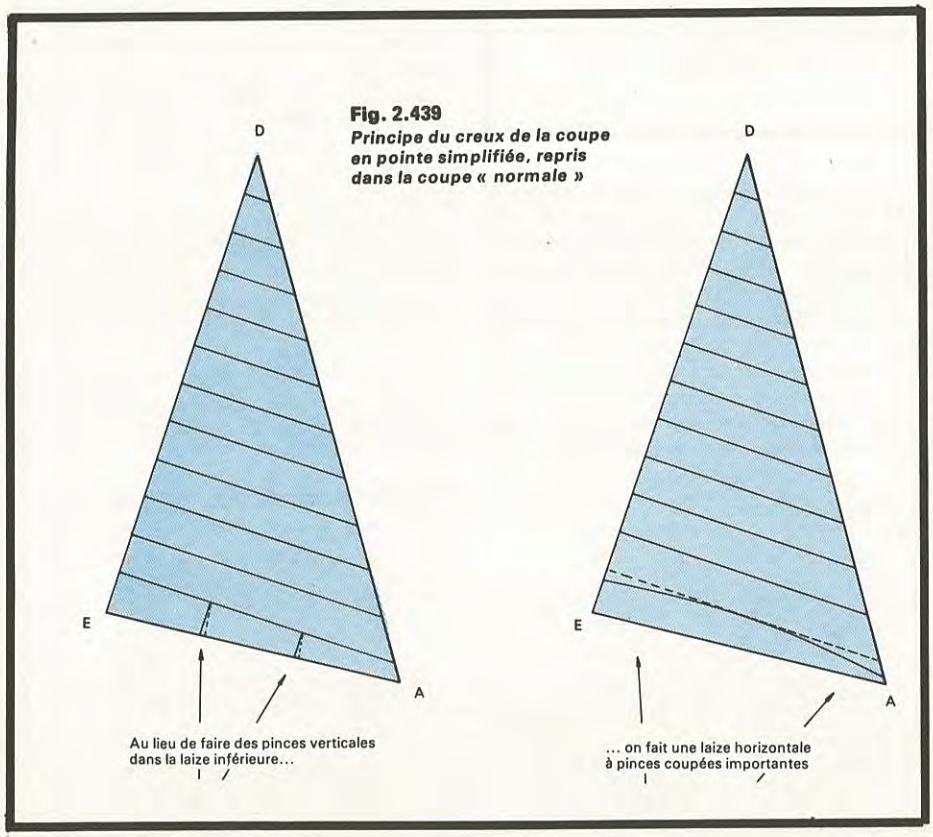


Fig. 2.439
Principe du creux de la coupe en pointe simplifiée, repris dans la coupe « normale »

Il faut noter, à propos de cette dernière façon de terminer le bas de la voile, qu'elle peut également être **utilisée à la place de la laize classique** à pinces verticales, bien que le point d'écoute ne se situe plus alors en dessous des 80 cm de la L.P.C. La dernière petite laize arrière n'est donc alors plus à faire, *(fig. 2.439)*, et l'on fait du coup une sérieuse économie de temps dans la fabrication de la voile, d'autant que l'on remplace ainsi les pinces verticales du creux du bas de la voile par la coupe de la laize comme on l'a vu, qui n'est qu'une autre façon d'en arriver au même creux... On a d'ailleurs là une option souvent prise en voilerie moderne, notamment dans les voiles de série.

L'assemblage de la voile :

Il se fait de façon classique, dans l'ordre des laizes, avec la coupe à laizes horizontales. On reprendra donc là le même schéma que ce que nous avons vu à propos de l'assemblage de la grand-voile, en utilisant du scotch double face pour pré-assembler les laizes à la couture...

Deux coutures suffisent pour ce qui est des génois légers, tandis qu'à **partir de tissus de 280 grammes, on en fera une troisième** (entre les deux premières), ainsi que sur les focs de brise...

Les voiles à coupe anglaise *impliquent toutefois une approche différente du montage :* on commence d'abord par **assembler la voile en deux parties distinctes,** c'est-à-dire, d'une part, le triangle constituant la partie supérieure de la voile, au-dessus de l'épine, et d'autre part, le triangle inférieur, situé en dessous de l'épine... *(fig. 2.440).* Les repères de montage que l'on aura tracés sur le bord des lisières au fur et à mesure de la coupe des laizes, nous seront donc très utiles ici pour bien replacer ces laizes en face l'une de l'autre.

D'autre part, pour éviter toutes confusions, notamment possibles dans les différentes pointes du triangle par exemple, il n'est pas inutile de prendre la précaution de **numéroter les laizes au fur et à mesure qu'on les coupe,** pour repérer les lisières allant de pair, et donc les coutures, en différenciant la partie haute de la partie basse de la voile *(fig. 2.441).*

Cet assemblage de laizes se fait avec deux ou trois coutures, selon le cas, et l'on aura intérêt à commencer par le côté point de drisse et côté guindant, de façon à n'avoir qu'une laize à la fois à faire passer sous le bras de la machine à coudre, la partie déjà assemblée se trouvant ainsi à l'extérieur sur la gauche de la machine...

De la même manière, pour la partie basse de la voile, on commencera la couture par le côté point d'écoute et côté épine, pour retrouver la même configuration.

Ce travail terminé, il va falloir couper nettement nos deux parties de voile côté épine centrale de la voile.

On va se servir pour cela du tracé du passage de la bissectrice que l'on avait fait en

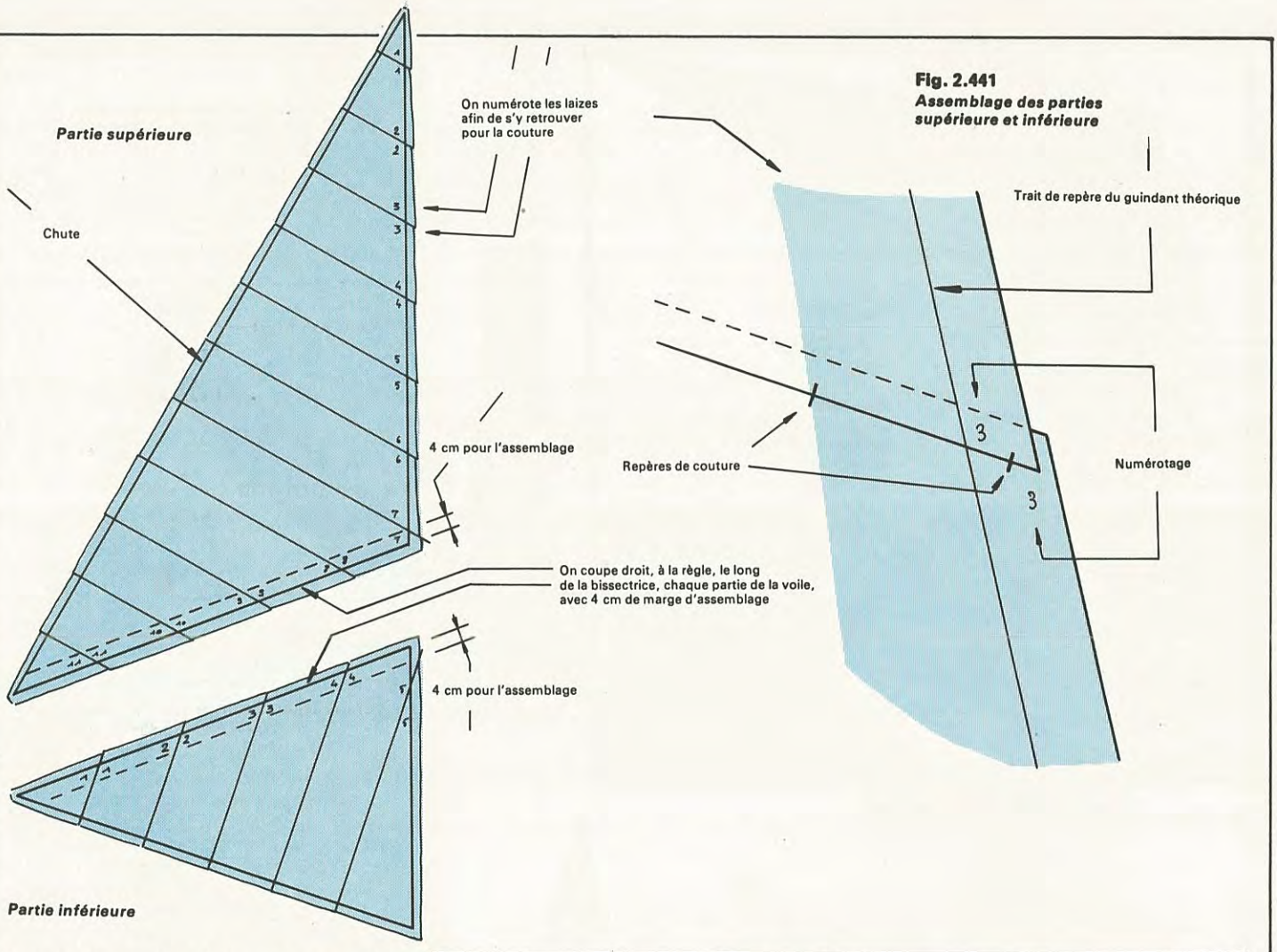


Fig. 2.441
Assemblage des parties supérieure et inférieure

bout de chaque laize à la coupe ; sur chaque partie brute de la voile assemblée, on a donc ainsi figuré notre épine théorique, avec un surplus de tissu débordant d'environ 4 cm.

Après avoir bien **étalé la voile à plat sur toute la longueur de l'épine,** on coupe droit, en se guidant contre une règle, à 3 cm de la marque de l'épine théorique.

La première couture d'assemblage de nos deux parties de voile se fait alors par **un point droit.** La meilleure façon de s'y prendre est ici de placer la partie inférieure retournée, sur la partie supérieure (*fig. 2.442*), en faisant bien coïncider (par transparence du tissu) les deux marques de l'épine théorique, et l'extrémité du point d'écoute.

Pour éviter trop de surépaisseur à la jonction des coutures des laizes entre elles, on peut **décaler la partie inférieure** par rapport à son homologue supérieur, **d'une largeur de couture.**

Les deux parties de voile était ainsi bien positionnées l'une par rapport à l'autre, sont alors maintenues par une bande de scotch double face sur la longueur de l'épine, pour éviter au tissu de glisser, après quoi on passe à la machine pour faire une couture au point droit, le long de la marque d'épine.

Il faut ensuite étaler à nouveau la voile au sol, pour marquer le pli de la partie infé-

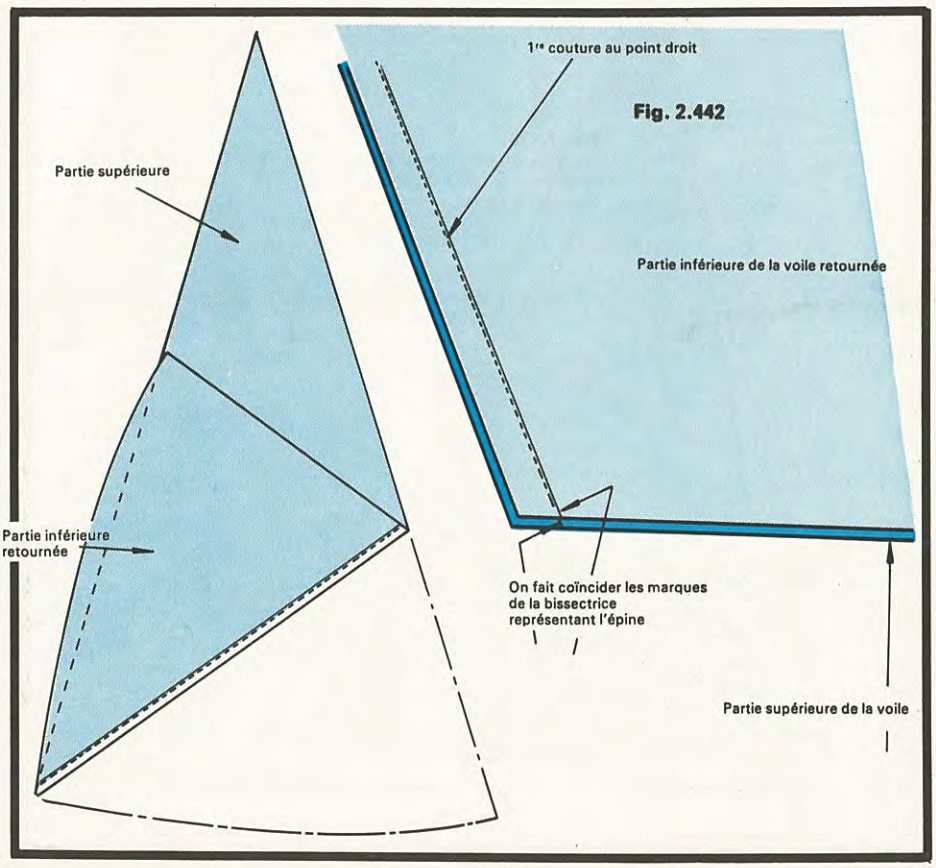


Fig. 2.442

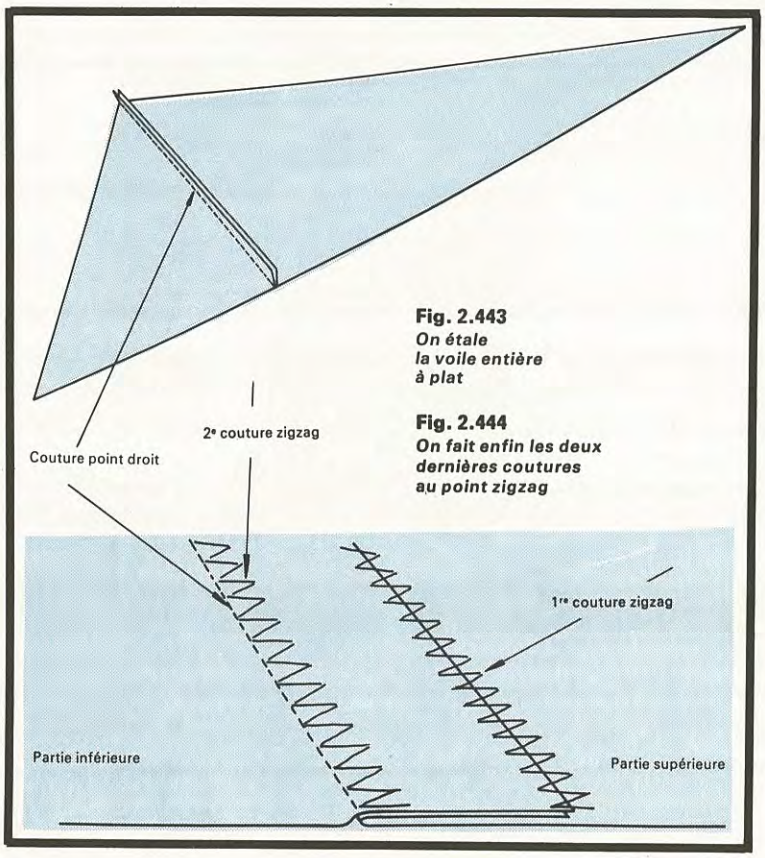


Fig. 2.443
On étale la voile entière à plat

Fig. 2.444
On fait enfin les deux dernières coutures au point zigzag

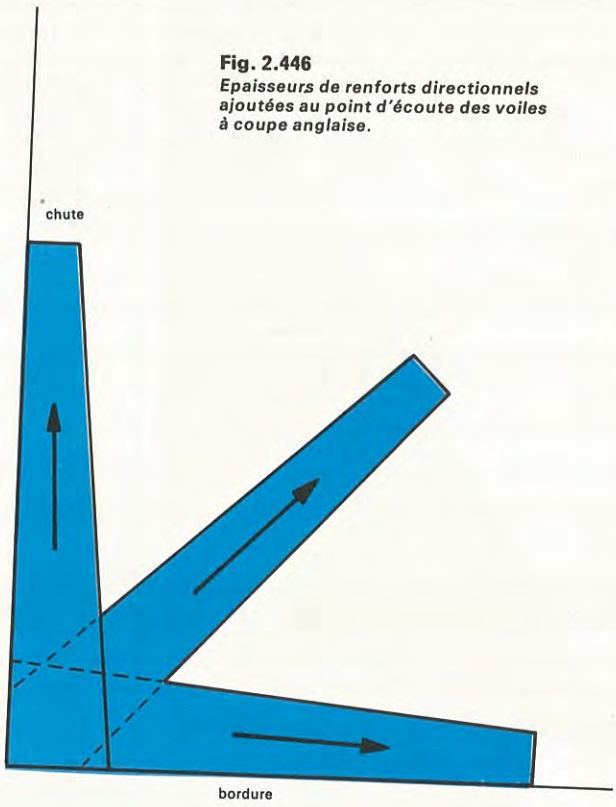
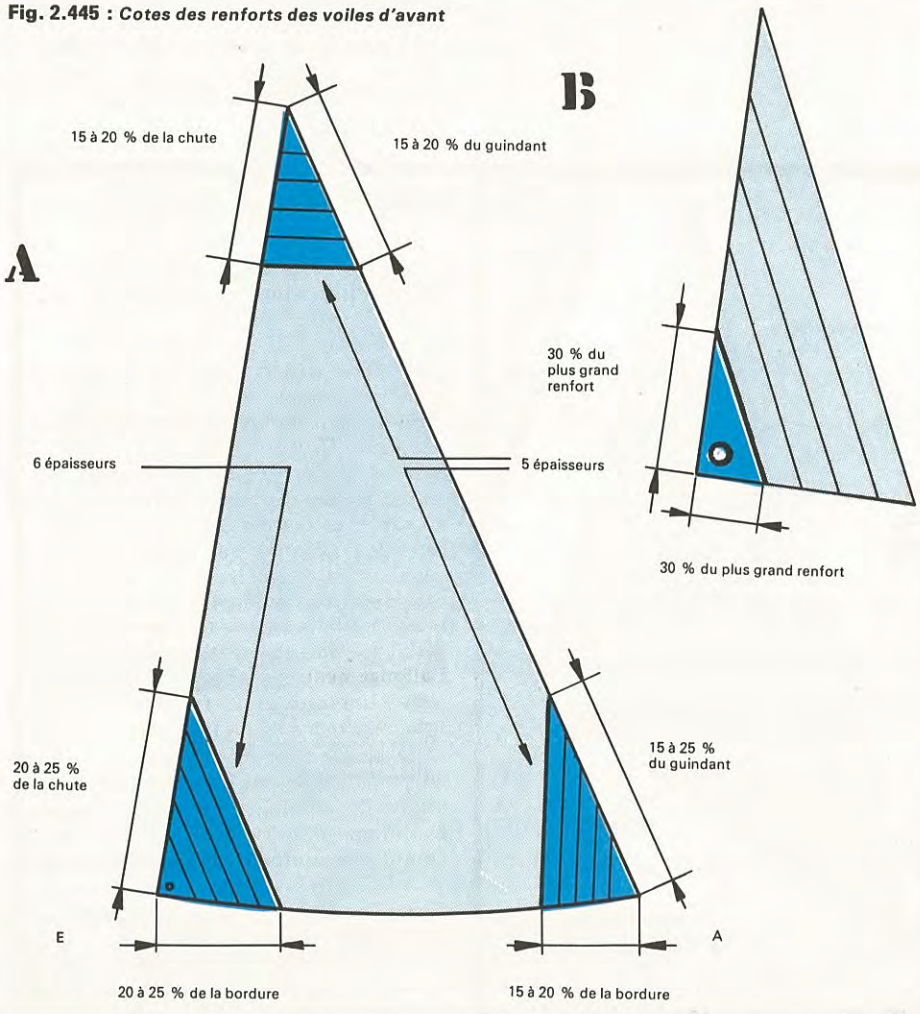


Fig. 2.446
Epaisseurs de renforts directionnels ajoutées au point d'écoute des voiles à coupe anglaise.

Fig. 2.445 : *Cotes des renforts des voiles d'avant*



rieure le long de cette couture, et la rabattre ; on a ainsi notre voile entière dans sa forme générale réelle *(fig. 2.443)*.

On termine alors cet assemblage de l'épine **par deux coutures en zigzag,** chacune sur chaque bord de cet assemblage *(fig. 2.444)*.

Rappelons ici que les pinces à vélo pourront être bien utiles pour maintenir enroulée la partie de la voile à passer sous le bras de la machine à coudre !

Une fois que la voile est terminée d'être montée, il reste **à tracer les courbes de réglage du guindant, de la chute et de la bordure,** selon les points déterminés lors du dessin sur papier de la voile.

Nous avions pris la précaution, après la coupe de la voile, de marquer sur le tissu ces différents points de réglage, avec l'ampleur des différentes flèches de courbes et leur centrage ; il reste donc à tracer ces dernières, en s'aidant d'une règle souple.

Avant de couper, il ne faut pas oublier de prendre la marge de tissu nécessaire aux ourlets de finition sur la chute et la bordure : pour les focs et génois médium, il convient de prévoir de quoi faire un ourlet double de 2 à 3 cm de large, soit 4 à 6 cm de tissu ; par contre, un ourlet simple, de même largeur, conviendra tout à fait sur les génois légers (le tissu étant bien entendu coupé à chaud).

On coupera par contre **sans marge le long du guindant,** dans la mesure où l'on va y monter ensuite un ourlet rapporté avec de la bande droit-fil. On peut tout au plus prévoir un ourlet simple sous la bande droit-fil si la voile est coupée aux ciseaux, et non au fer chaud.

Traçage des renforts :

En dimension, chaque côté de renfort fera au moins 10 % de la longueur du côté de voile auquel il s'applique, ceci pouvant aller jusqu'à 15 %, notamment pour le point de drisse, et côté chute au point d'écoute des voiles dont le point d'écoute est situé bas... *(fig. 2.445).*

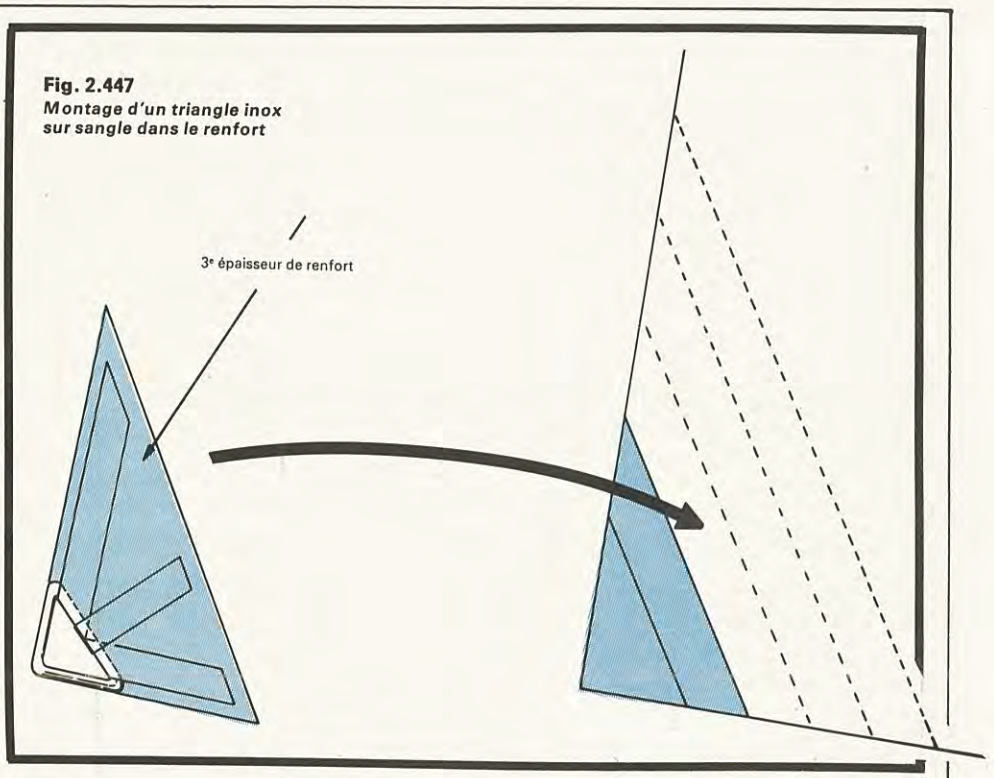
A cette forme de renforts triangulaires (ou qui peuvent également être arrondis), on peut également ajouter des épaisseurs de renforts directionnels, notamment pour les points d'écoute des yankees *(fig. 2.446)* ; on dispose alors 5 à 6 renforts triangulaires et deux renforts directionnels.

Dans les autres cas, **le nombre d'épaisseurs de tissu aux renforts** ira de 5 sur les génois légers, à 8 sur les plus grosses voiles, réalisées dans le même grammage que la voile...

Quant au montage, il ne diffère pas de ce que l'on a déjà vu sur les grand-voiles.

Si l'on adopte une finition aux points de drisse, d'amure et d'écoute avec des triangles inox montés sur sangles, au lieu d'œillets, il est alors judicieux de **placer les sangles sous les épaisseurs de renfort,** évitant ainsi tous problèmes de ragage et d'ultraviolets... Ce montage des sangles se fait alors sur la troisième épaisseur de renfort, que l'on pose ainsi tout équipé avec les sangles cousues dessus, après quoi l'on monte les épaisseurs suivantes... *(fig. 2.447),* et reprend les coutures sur l'ensemble.

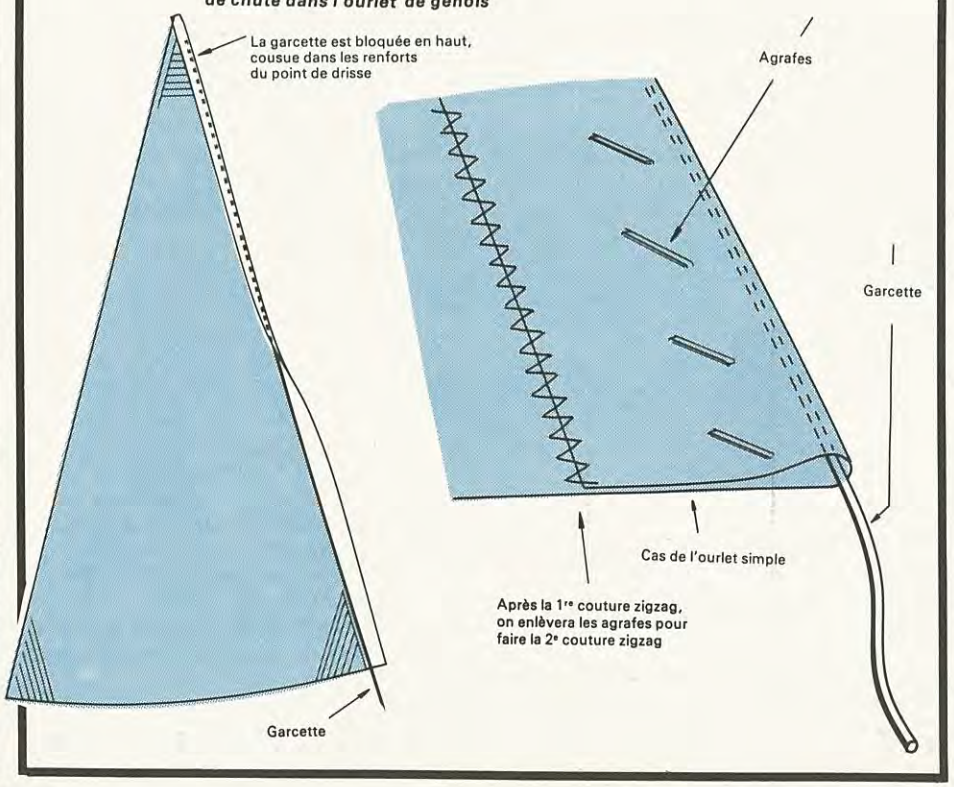
Fig. 2.447
Montage d'un triangle inox sur sangle dans le renfort



Après avoir terminé de poser les renforts, on peut fermer l'ourlet de bordure, et de chute, **sans oublier de passer éventuellement** (mais sur les génois, c'est mieux !) **la garcette de nerf de chute** au fur et à mesure que l'on agrafe le tissu... *(fig. 2.448).*

Ce nerf de chute permettra de tendre la chute si celle-ci prend une tendance à fassayer ; il peut aussi permettre de faire fermer la chute si l'on sait l'utiliser avec précision.

Fig. 2.448
Montage du nerf de chute dans l'ourlet de génois



Les guindants :

Selon qu'il s'agisse d'un foc de brise, ou d'un génois plus léger, d'une voile endraillée ou d'une voile envoyée libre le long de l'étai (envoyée *« en l'air »*), on reprendra les efforts au guindant différemment...

Il s'agit ici de faire une ralingue, en enfermant dans un ourlet rapporté en droit-fil, soit un textile polyester pré-étiré, soit un câble souple en inox...

Dans la pratique, on a de plus en plus tendance aujourd'hui à **préférer le textile** au câble, ce dernier donnant toujours une certaine rigidité au guindant, plutôt gênante et encombrante, lorsque l'on manœuvre et veut plier la voile notamment... tandis que les textiles pré-étirés, de plus en plus, voient leur résistance à l'allongement s'améliorer avec les nouveaux tressages multi-fuseaux, et les nouveaux traitements des fibres polyester.

Le kevlar supporte par contre très mal les petits rayons de courbure, et donc les pliures de la ralingue ; il est donc impropre au ralingage... En gros, disons que l'on continue à préférer une ralingue inox sur les voiles de gros grammage et relativement faible surface destinées aux vents forts, outre les tourmentins...

Pour le reste, on préfèrera le textile, plus maniable ; ce sera, en général, du toronné trois brins pré-étiré ; lorsque le travail à

Fig. 2.449
Détermination du diamètre de ralingue

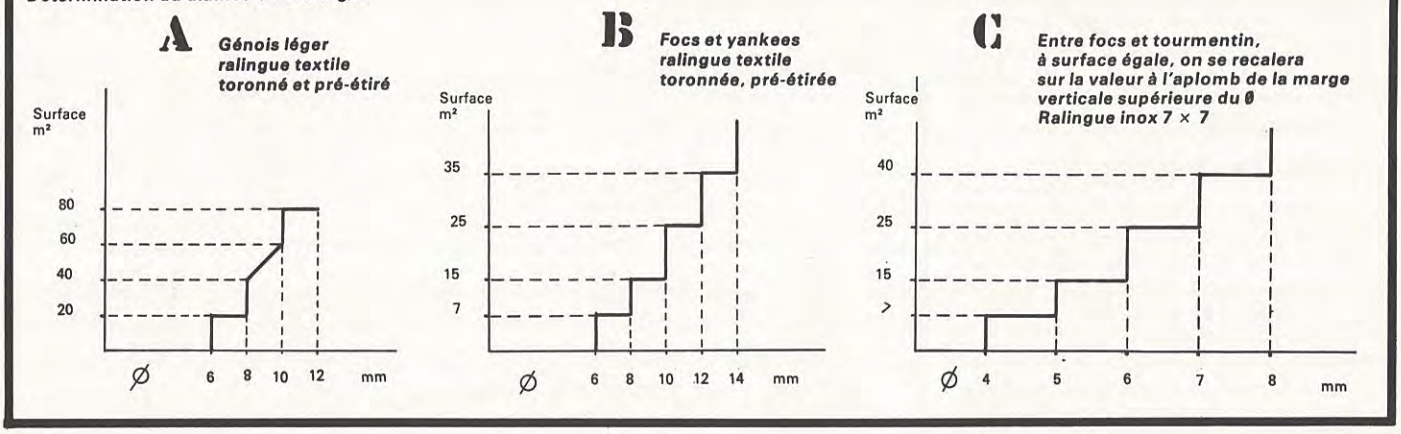
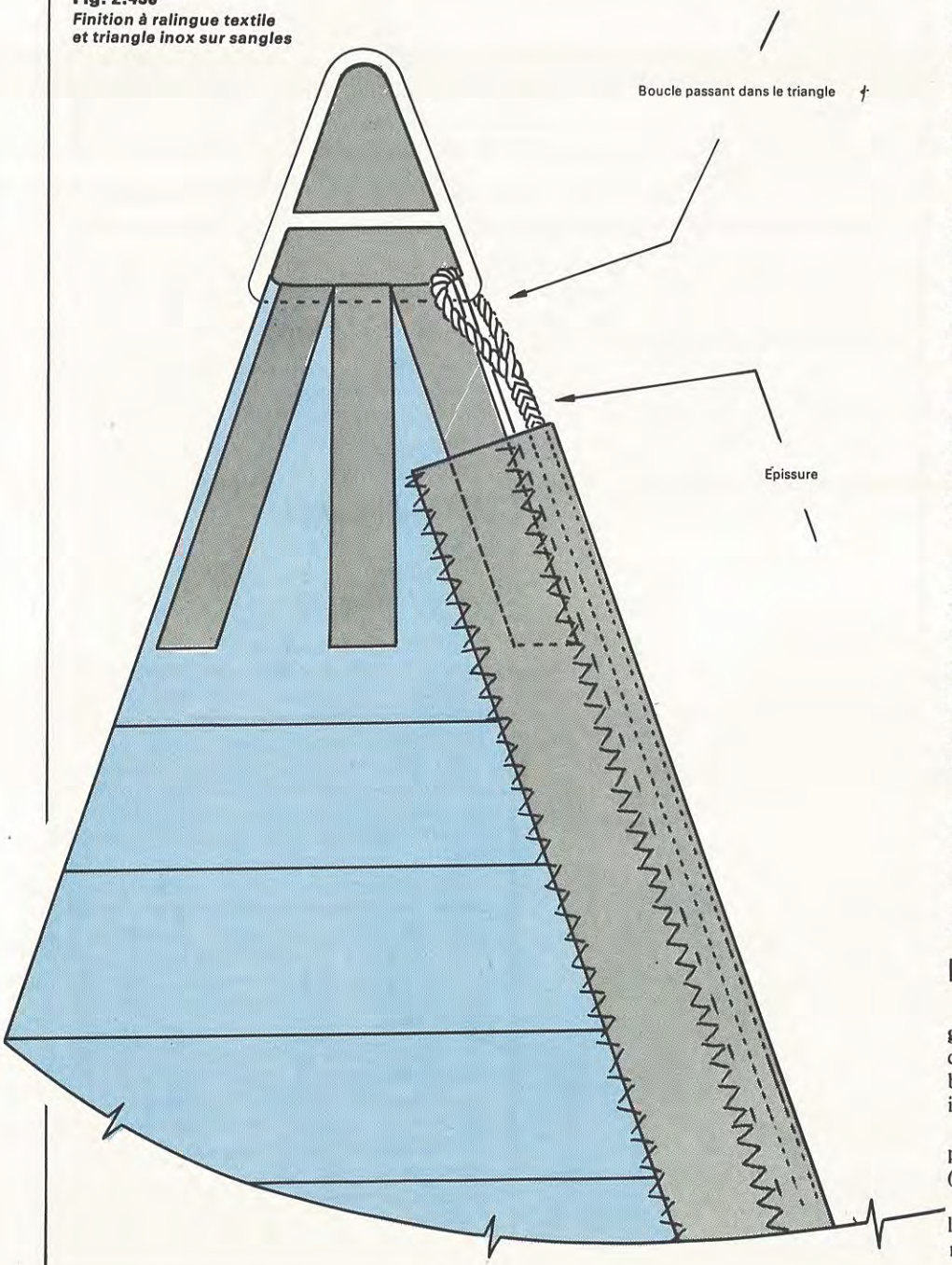


Fig. 2.450
Finition à ralingue textile et triangle inox sur sangles



l'allongement est particulièrement important, comme dans le cas d'un génois ultra-léger envoyé en libre, on optera pour du tressé pré-étiré, un câble fin, souple, pouvant le supplanter si l'on ne compte pas avoir à travailler la voile en naviguant, pour garder un guindant aussi raide que possible.

Pour donner une idée **des diamètres de ralingue** à choisir selon les types de voiles concernés, les tableaux de la *figure 2.449* font correspondre les surfaces de voile avec un diamètre à choisir, selon qu'il s'agisse de génois légers, focs ou tourmentins, de polyester pré-étiré ou de câble souple inox « 7 × 7 ».

On évitera, en effet, d'utiliser du câble dit « extra-souple » pour les ralingues, car la formation de *« gendarmes »*, petites échardes dues à la cassure de brins le long du câble, est alors bien plus rapide, et vient percer le tissu, avec tous les problèmes d'usure et de ragage que cela entraîne...

Pour réaliser le ralingage du guindant, le bord de la voile étant coupé net au fer chaud, on pose à cheval une bande droit-fil de 10 cm de large, que l'on aura au préalable pliée en deux dans le sens de la longueur. La bande ainsi pliée est maintenue en place, comme nous l'avons vu à propos des grand-voiles, par un agrafage, tandis que l'on passe au fur et à mesure un messager à l'intérieur.

Après la couture en zigzag faite à cheval le long de cette bande rapportée et sur la voile, le travail peut prendre plusieurs variantes selon qu'il s'agisse de faire un ralingage inox ou textile, et une finition à triangle inox ou à œillet aux points de drisse et d'amure...

Ralingue textile :

Lorsqu'on opte pour une **finition à triangle inox,** il faut ensuite faire sortir le textile de la bande droit-fil et lui faire faire une boucle passant dans le triangle (ou anneau) inox.

On le fait alors redescendre sur lui-même pour faire une épissure qui ferme la boucle *(fig. 2.450)*.

Avant de faire de même à l'autre bout de la voile, il faut alors tendre légèrement notre cordage ; on peut pour cela se pren-

dre entre deux piliers d'un hangar par exemple, ou deux arbres... **La tension doit être légèrement supérieure à celle du tissu de la voile** ; cela se juge à la main, car en aucun cas il ne doit s'agir, par exemple, d'amener cette traction au palan. *(Fig. 2.450 bis).*

Au crayon, on repère alors l'endroit où l'on doit faire l'épissure de la boucle avant de défaire la voile de ses piliers. L'extrémité du cordage est bien sûr passée là aussi dans l'anneau ou le triangle inox...

Dans le cas d'une **finition à œillet,** il faut tout d'abord couper l'angle de la voile en arrondi, avec un diamètre légèrement supérieur à celui de l'œillet prévu.

Avant de poser cet œillet, on fait sortir le cordage de la bande droit-fil, et on le coud sur le tissu en lui faisant faire le tour de l'angle arrondi, pour redescendre d'une vingtaine de centimètres de l'autre côté de la voile *(fig. 2.451)*. La découpe du trou devant recevoir l'œillet, et la pose de ce dernier, viendront ensuite...

Il faut tout de même noter que ce type de montage, particulièrement solide, n'est utilisé que pour des voiles travaillant assez fort ; sur les génois légers, on peut très bien se contenter de couper le cordage au ras de la voile, et le bloquer par une couture en croix faite à la main à travers sa gaine droit-fil *(fig. 2.452)*.

Avant de coudre la deuxième extrémité, on aura pris soin, comme précédemment, de respecter la tension du textile, ayant repéré celle-ci d'un trait de crayon en mettant la voile en tension entre deux piliers...

Après le montage de la ralingue, on peut étrangler le cordage textile par une couture au point droit réalisée à la machine avec un demi-pied de biche, ou à la main, **tout au moins au niveau des renforts de la voile.** A défaut d'étrangler la ralingue, une couture au point zigzag faite tout le long du guindant, simplement espacée de la largeur du pied de biche classique *(fig. 2.453)* suffira également. La tension sera de toute façon reprise par la ralingue ; quant aux coulisseaux, leurs œillets étant montés en appui contre la ralingue, leur effort sera également bien réparti...

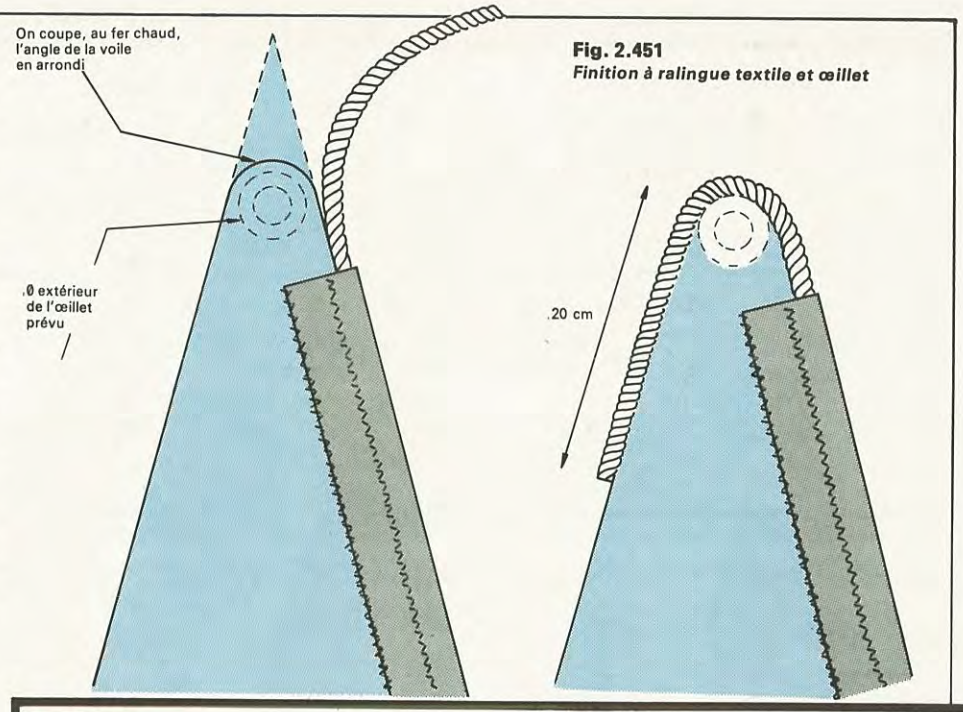


Fig. 2.451
Finition à ralingue textile et œillet

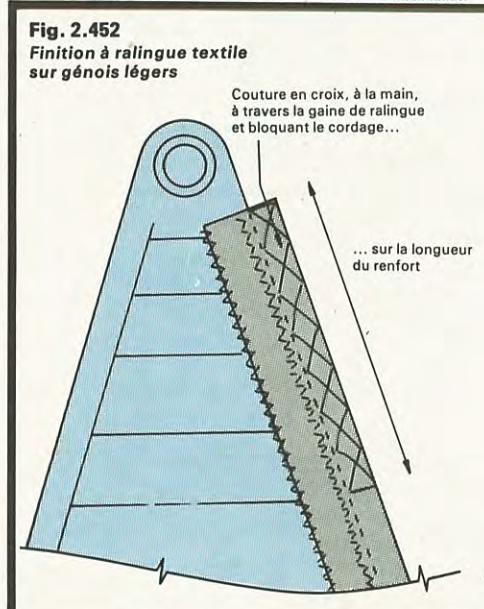


Fig. 2.452
Finition à ralingue textile sur génois légers

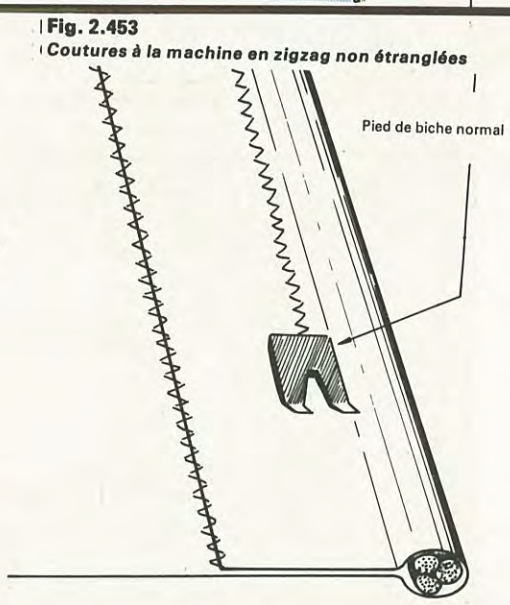


Fig. 2.453
Coutures à la machine en zigzag non étranglées

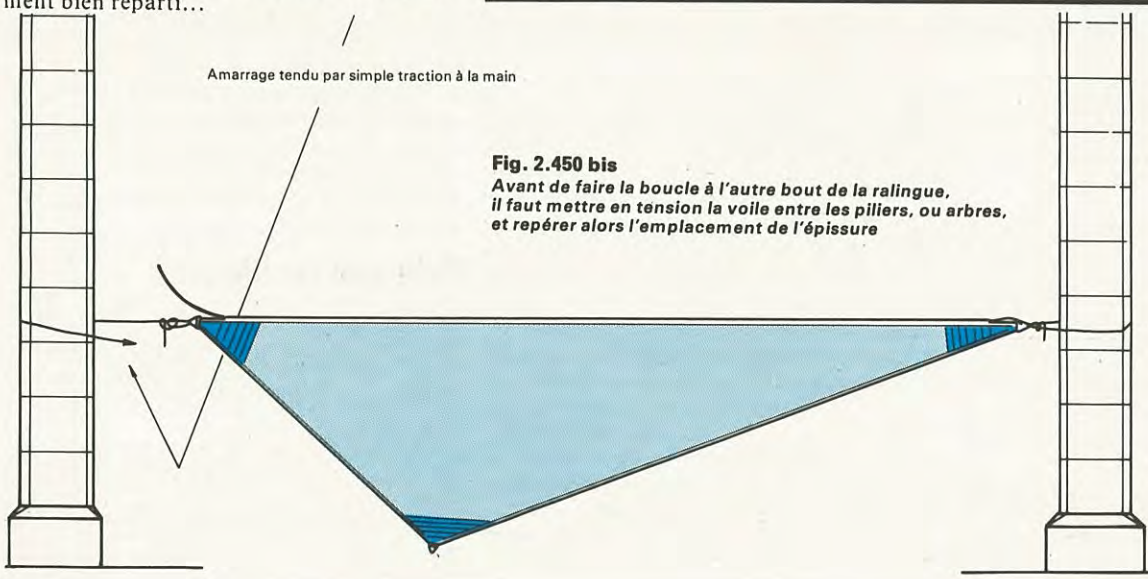


Fig. 2.450 bis
Avant de faire la boucle à l'autre bout de la ralingue, il faut mettre en tension la voile entre les piliers, ou arbres, et repérer alors l'emplacement de l'épissure

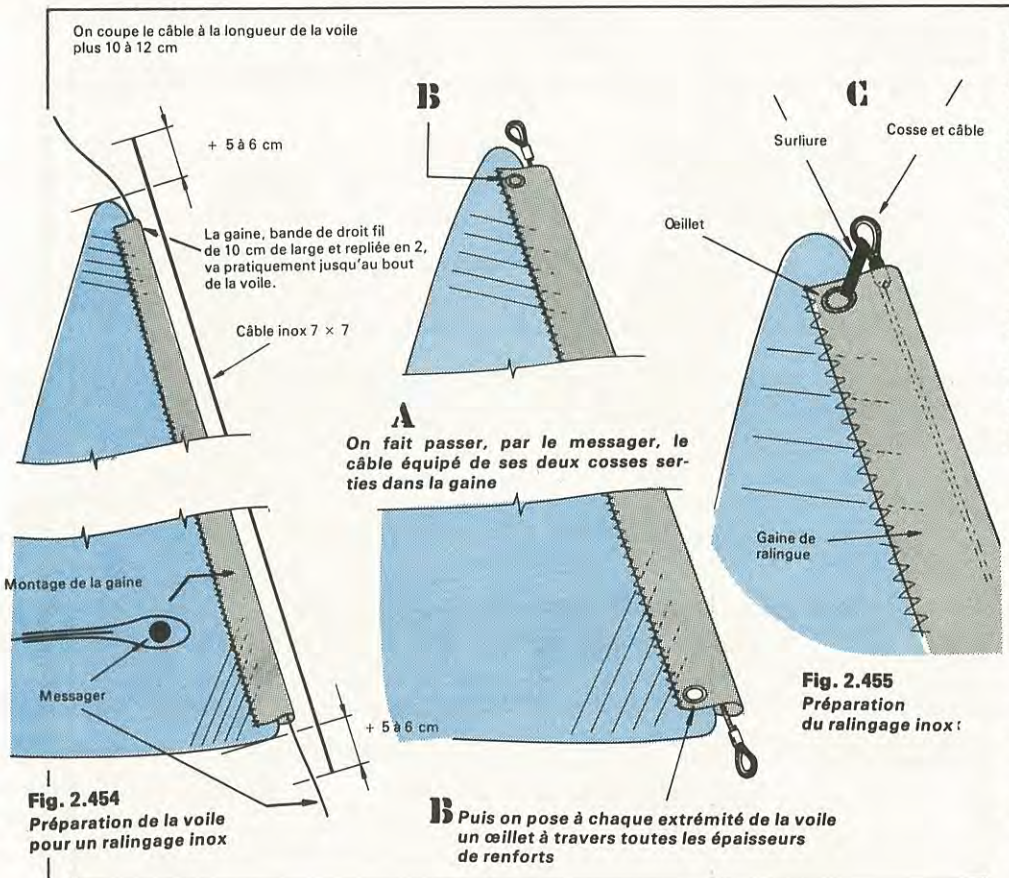


Fig. 2.454
Préparation de la voile pour un ralingage inox

Fig. 2.455
Préparation du ralingage inox

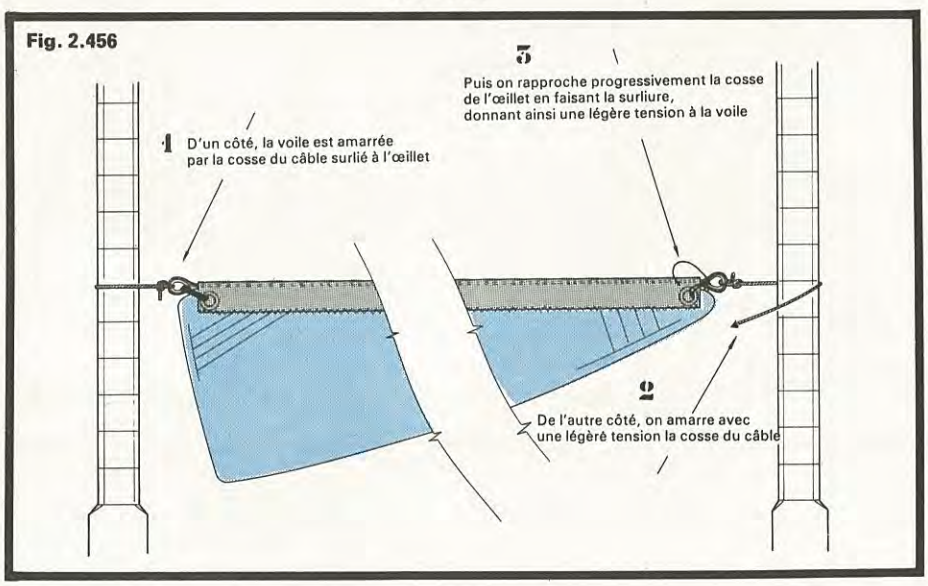


Fig. 2.456

Ralingue inox :

Pour réaliser un ralingage sur câble, on commence par préparer ce dernier avec une petite cosse sertie à chaque bout ; pour cela, on coupe la longueur du câble de façon à ce qu'il ne dépasse de celle de la voile que de 5 à 6 cm *(fig. 2.454)*.

Muni de ces cosses, (serties simplement par un manchon Télurit par exemple), on fait alors passer le câble dans la gaine de droit-fil.

La voile, pour ce montage, doit alors être équipée d'un **petit œillet posé à chaque extrémité de la voile**, dans l'angle, prenant à travers les trois épaisseurs de tissu (la voile et les deux épaisseurs de droit-fil de part et d'autre) et le renfort *(fig. 2.455)*. Ces œillets sont posés après avoir fait passer le câble, afin de ne pas être gêné par le rétrécissement causé par l'œillet à l'entrée de la gaine pour enfiler la cosse du câble...

La voile étant posée à plat sur le sol, **non tendue**, on tend alors légèrement le câble.

D'un côté, on va fixer la cosse du câble à l'œillet de la voile, par une surliure *(fig. 2.456)*. A l'autre extrémité de la voile, on va ensuite tendre la voile en la rapprochant de l'œillet, simplement en faisant une surliure assez lâche au début, entre celui-ci et la cosse, que l'on va tendre petit à petit (sans excès). Si, après tension, la longueur du câble est telle que l'œillet et la cosse sont encore quelque peu espacés, on peut alors surlier les passes de fil sur elles-mêmes pour avoir un tout homogène. *(Fig. 2.457)*. Notons enfin, qu'avec ce type de ralingue, **il ne faut jamais étrangler le câble par une couture,** car la voile tire-bouchonne alors au vieillissement...

D'autre part, avec une ralingue textile, d'autre part, on peut remplacer l'œillet de point d'amure, ou le triangle inox, par un mousqueton, que l'on monte alors selon le même principe que le triangle, par des sangles cousues dans le renfort de la voile *(fig. 2.458)*.

Les finitions

Il reste, pour finir notre voile, à poser les œillets de mousquetons, en appui contre la ralingue... On en placera un à chaque jonction de laize, plus un œillet à 40 cm du point d'amure, et un autre à 20 cm du point de drisse pour renforcer ces zones d'effort. *(Fig. 2.459)*.

Les mousquetons :

Les divers modèles que l'on peut rencontrer ici, se résument en deux principaux types, à quelques variantes près : les mousquetons à coudre, et ceux « à frapper » ; *(fig. 2.459 bis)* partant de là, leur endraillement se fait à pompe, piston et tirette, ou à ressort...

Le mousqueton à coudre est en fait le plus classique ; on utilise du fil tressé et, après plusieurs passes de l'œillet de voile au mousqueton, on termine par une surliure reprenant sur le laçage, le protégeant ainsi de l'usure...

Certains modèles permettent de remplacer ce type de laçage par un petit bout de sangle cousu : il faudra prendre garde à couper tous ces morceaux à la même longueur, pour avoir une répartition des efforts constante sur le guindant... de même que l'on doit prendre garde à conserver toujours la même longueur de laçage avec le premier type de montage.

Les mousquetons à frapper remplacent quant à eux avantageusement les premiers, d'une part, pour leur rapidité de pose, et d'autre part, pour l'assurance que l'on a ainsi dans la constance d'écartement entre la voile et l'étai.

En outre, ils sont irréprochables au niveau fiabilité, et éliminent tous problèmes d'usure de couture au ragage... Pour éviter d'abîmer le mousqueton en le frappant, il est préférable d'utiliser pour le poser, un tas en bois dur, tandis que l'on frappe sur la partie à rabattre avec un petit marteau.

Dernier détail enfin, lorsque l'on prévoit de poser des mousquetons à frappe : **il est préférable,** au moment de poser les œillets le long du guindant, de **placer un petit bout de tissu, ou de cuir, entourant la gaine de**

ralingue, pour protéger celle-ci du frottement du mousqueton ; il sera ainsi tout simplement maintenu par le sertissage de l'œillet.

En particulier sur les génois, il faut enfin poser le coinceur du nerf de chute, tenu par deux petits rivets ; la garcette sortira par une petite fente faite d'un coup de fer chaud. On peut, pour une plus belle finition, coudre ensuite sur celle-ci un petit carré de tissu, et éventuellement une petite patte venant recouvrir le coinceur, fixée avec du velcro *(fig. 2.460)*.

Les tourmentins :

Petit foc réservé au gros temps, le tourmentin, pour répondre à ses impératifs d'utilisation, présente certaines particularités de conception et fabrication. Sa surface, toujours faible, est en principe donnée par le plan de voilure ; le pourcentage de celle-ci par rapport à la taille du bateau, varie toutefois pas mal d'un architecte à l'autre.

Une règle, un peu simpliste il est vrai, permet toutefois de se donner un ordre d'idées lorsque l'on doit la terminer soi-même : on prend pour base la longueur totale du bateau, en mètres, que l'on divise par deux, pour obtenir un chiffre qui donne, en mètres carrés, la surface du tourmentin.

Ainsi, par exemple, on aura sur un bateau de 10 m hors-tout, un tourmentin de 5 m²...

Quant au choix du grammage à utiliser, il pourra être le même que pour la grand-voile, éventuellement augmenté de quelque 10 %...

Dessin du tourmentin :

Afin de répartir au mieux les efforts du point d'écoute, on choisira de placer celui-ci assez haut ; **le rapport chute/bordure sera donc très proche ou égal à I**, répartissant ainsi le travail autant sur l'une que sur l'autre *(fig. 2.461)*.

On aura, d'autre part, ainsi peu de toile près du pont, ce qui évitera à la voile de ramasser les paquets de mer qui sont le lot commun de son type de temps...

Le point de tire de l'écoute sur le pont peut toutefois, selon les bateaux et leur équipement, ne pas permettre de relever exagérément ce point d'écoute, tombant trop en arrière.

Ainsi, lorsque l'angle de la voile au point d'écoute, entre la chute et la bordure, sera inférieur à 90°, on optera pour une disposition « horizontale » ou plutôt « *parallèle* », des laizes, alors que, par ailleurs, on préfèrera une coupe anglaise *(fig. 2.462)*.

Le travail de coupe et montage de la voile ne diffère pas de ce qui a été vu précédemment, pour l'une ou l'autre des dispositions de laizes choisies, si ce n'est que l'assemblage se fera à 4 coutures, comme on l'a vu à propos des voiles de cape et suédoises.

Fig. 2.457
Finition du montage

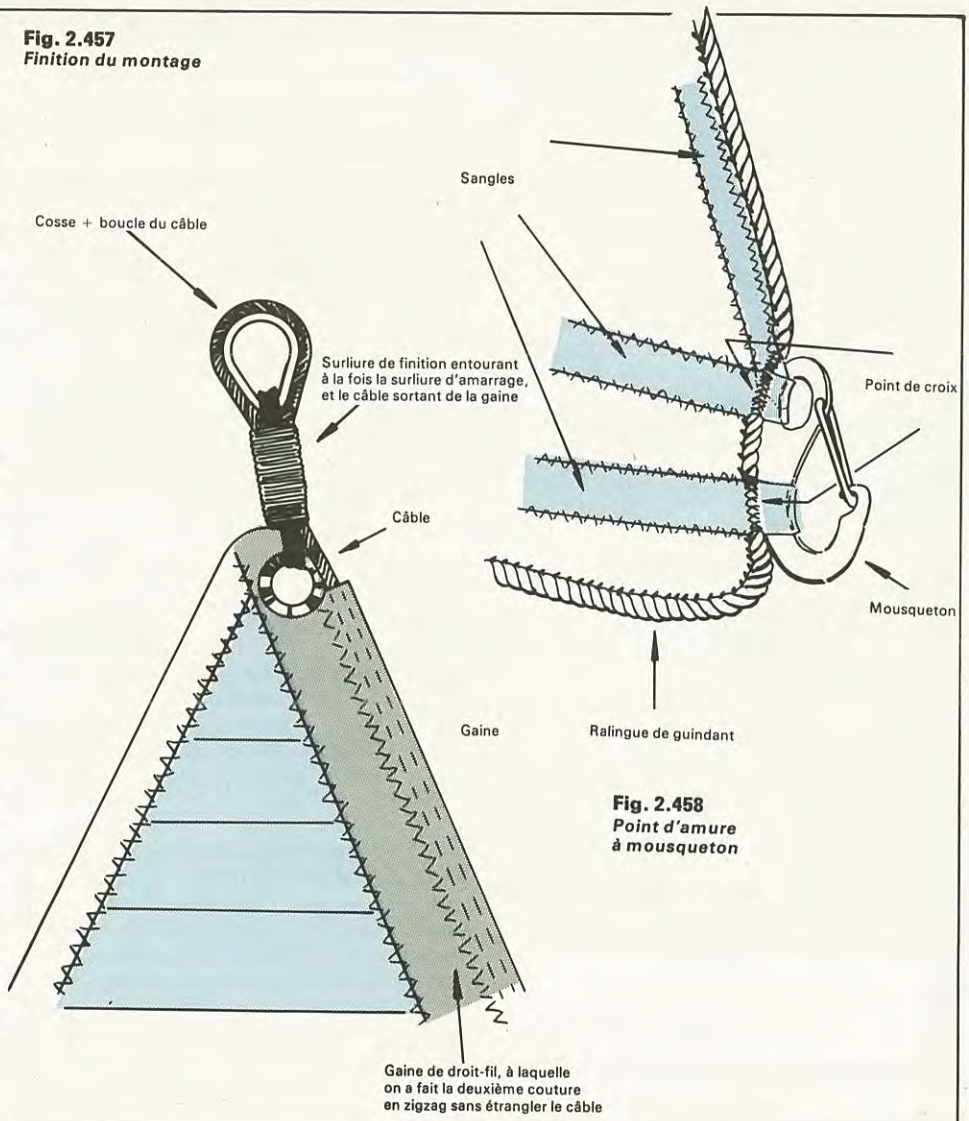


Fig. 2.458
Point d'amure à mousqueton

Fig. 2.459
Finition. Les œillets de mousquetons

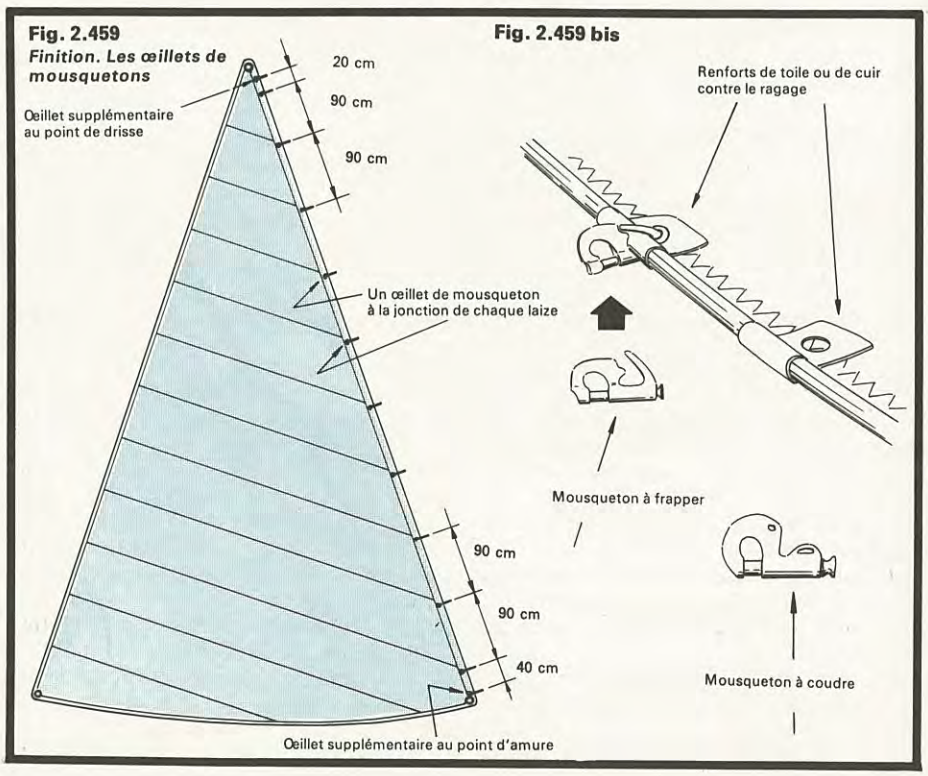
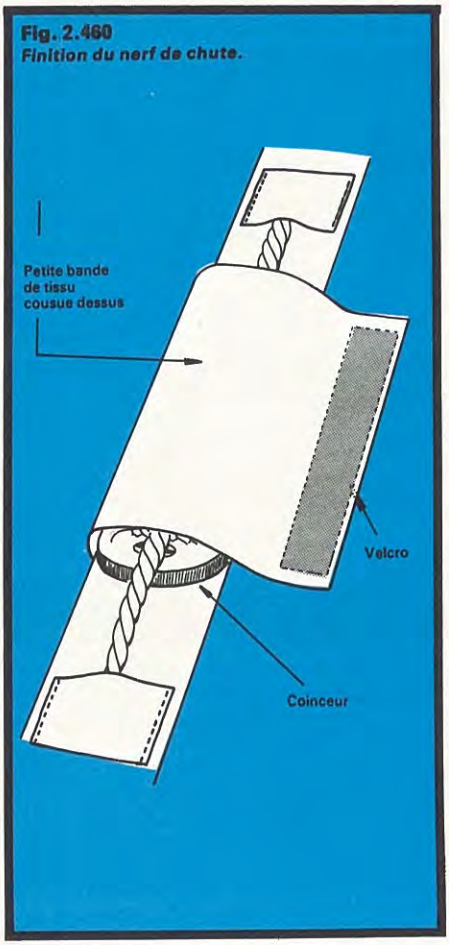


Fig. 2.459 bis

Fig. 2.460
Finition du nerf de chute.



Courbes de réglage :

Le guindant du tourmentin sera, soit parfaitement rectiligne, soit avec une légère échancrure, de 1 % maximum de la longueur du guindant.

La chute et la bordure seront incurvées, c'est-à-dire avec un rond négatif : celui-ci sera égal à 2 à 3 % de la longueur de la chute, centré entre la moitié et le tiers supérieur de celle-ci ; sur la bordure, cette valeur sera seulement de 1 à 2 % de sa longueur, centrée entre la moitié et le tiers avant de la bordure *(fig. 2.463)*.

Les renforts enfin, seront réalisés dans le même esprit que pour les voiles de cape ou suédoises, avec des longueurs comprises entre 15 et 20 % du côté de la voile auquel ils se rapportent *(fig. 2.464)*.

Finition :

Le guindant sera ralingué avec un cordage faisant le tour du point de drisse et d'amure, comme nous l'avons vu précédemment, ou avec un petit câble inox.

Sur la chute et la bordure, il conviendra de prévoir un ourlet simple, sur lequel on fera un ourlet rapporté avec une bande droit-fil.

Un mot s'impose enfin concernant la coupe des **TRINQUETTES :**

A propos des trinquettes bômées, on constate que le L.P. étant plus petit que la bordure, en affalant, il se crée des plis à l'amure, puis la trinquette se bloque, refusant de descendre davantage ; il faut alors soulever la bôme pour fermer l'angle au point d'amure avec l'étai, ce qui n'est pas toujours très commode.

Au lieu de cela, on peut également défaire quelques mousquetons, sauf dans le cas d'un étai creux, dans lequel la trinquette est enverguée par une ralingue ; il reste alors à larguer l'étarquage au point d'écoute sur la bôme.

Il sera donc pratique de **prévoir là un système d'étarquage rapide et facile à larguer,** avec un taquet coinceur, par exemple.

En effet, le problème est purement d'ordre géométrique puisqu'il nous faudrait, pour éviter cet inconvénient, obtenir un triangle isocèle entre le L.P. et la bordure, ce qui est impossible étant donné l'inclinaison de l'étai...

Concernant la coupe proprement dite, on choisira la disposition des laizes horizontales (coupe normale) ; toutefois, la trinquette bômée ne comportera pas de pince verticale de bordure (sur la laize du bas). On donnera, en revanche, un léger rond (1 %) à cette bordure, centré normalement.

S'il s'agit d'une trinquette à bordure libre, ce rond pourra être, bien sûr, augmenté...

Les trinquettes génoises, quant à elles, garderont une coupe normale, avec une bordure à pinces verticales.

Nous en avons maintenant terminé avec la confection des voiles d'avant d'une garde-robe classique. Il nous reste à voir à présent les particularités des voiles réduites par enroulement, avec leurs diverses conceptions, que ce soit pour les voiles d'avant ou les grand-voiles. Ce sera le sujet de notre chapitre 5.

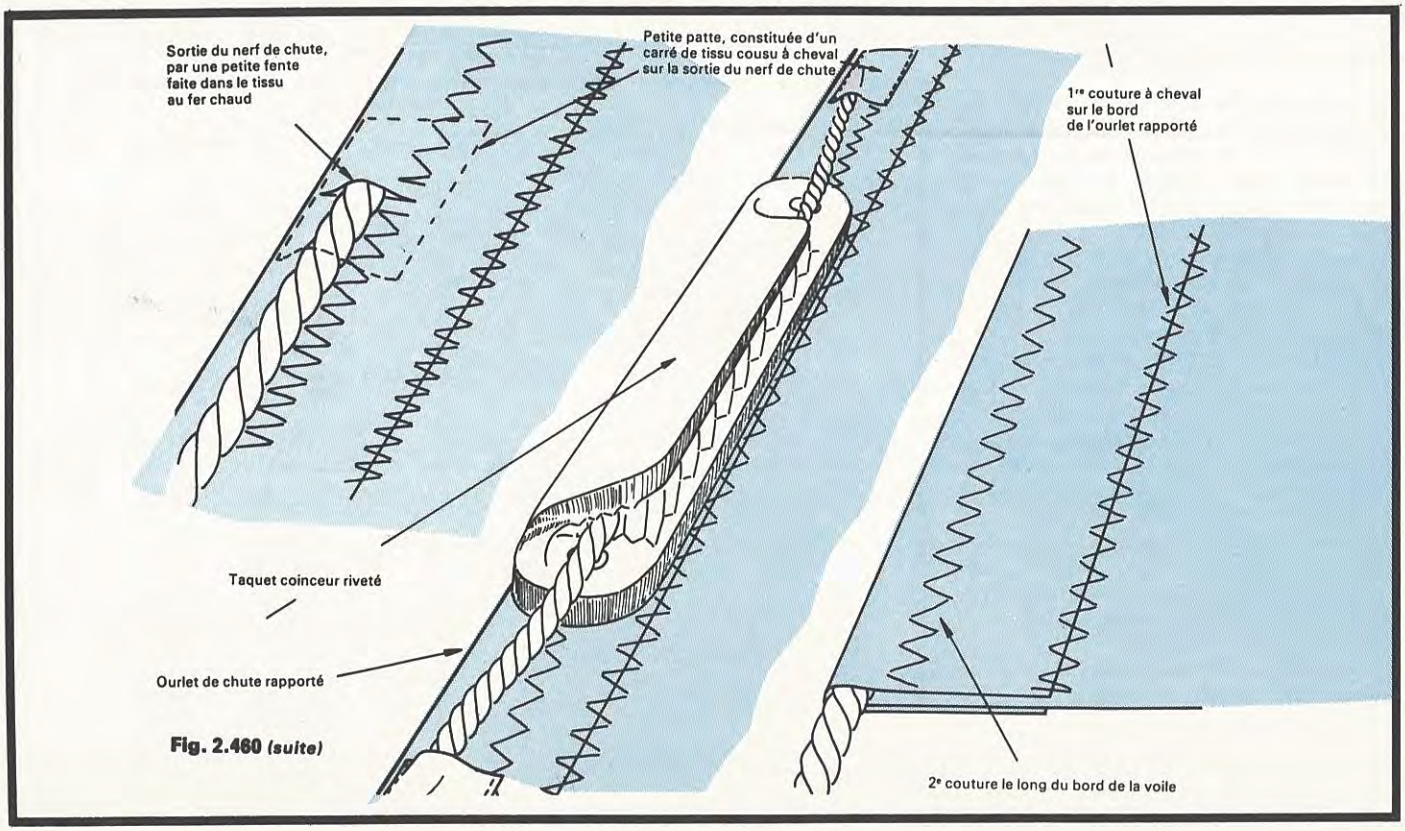


Fig. 2.460 ***(suite)***

Fig. 2.461
Caractéristiques du tourmentin

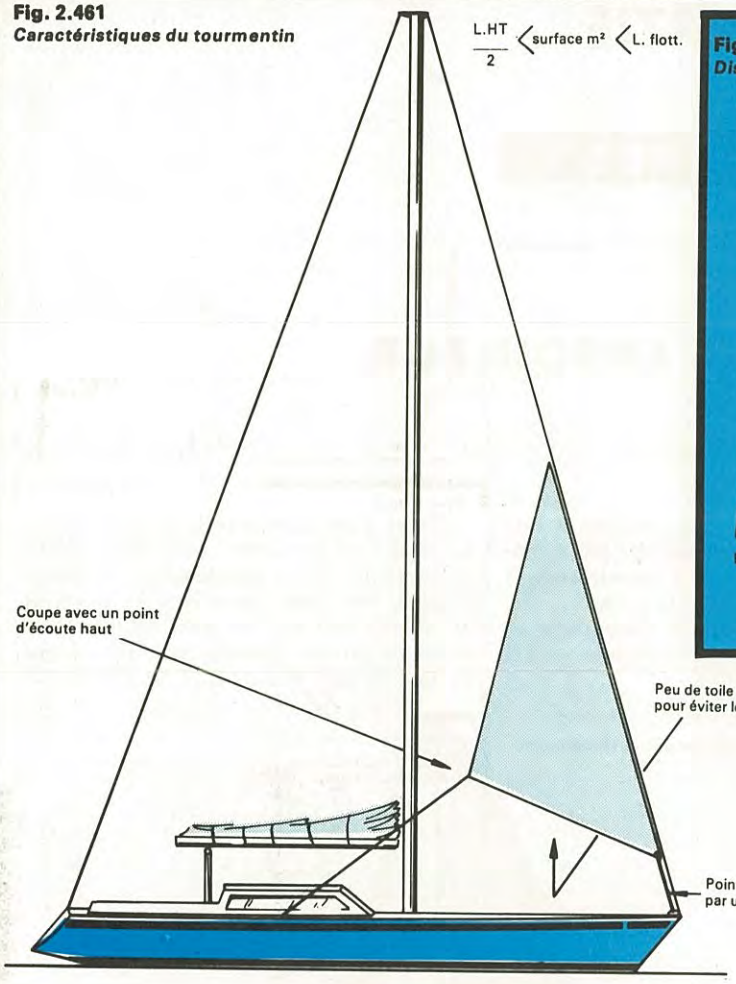


Fig. 2.462
Disposition des laizes sur un tourmentin

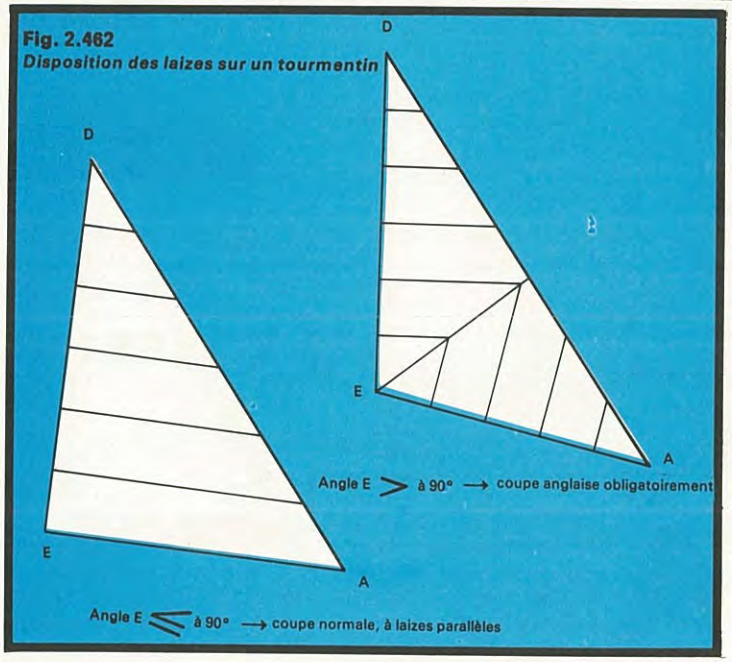


Fig. 2.463
Courbes de réglage du tourmentin

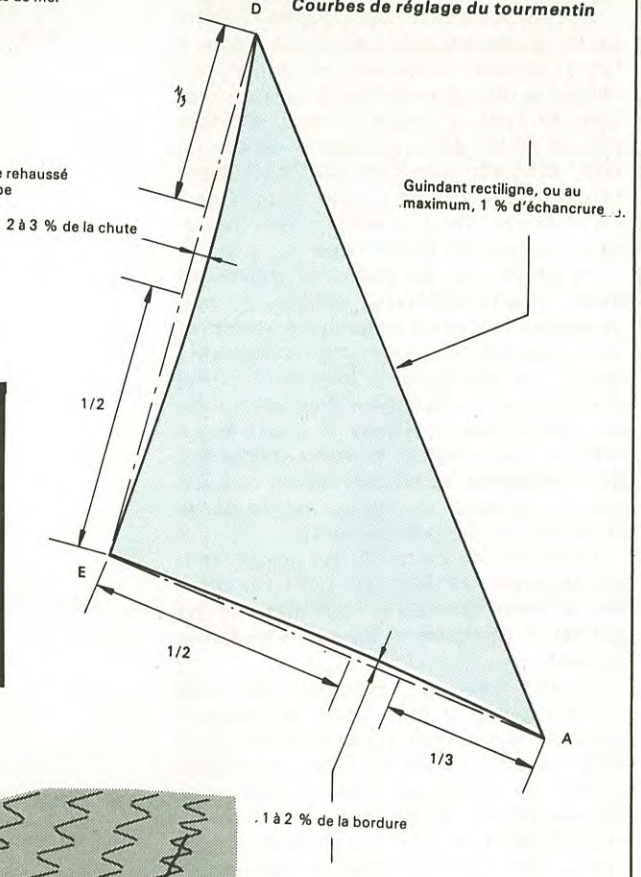
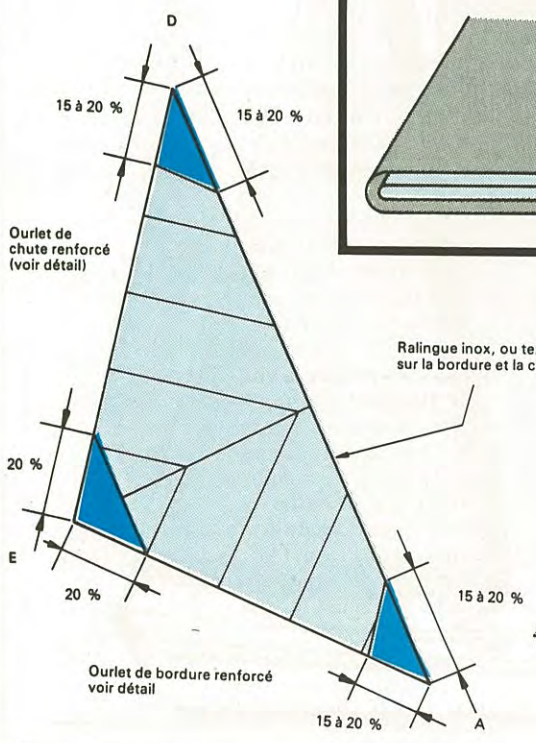
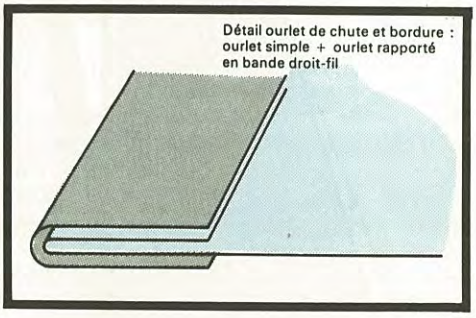
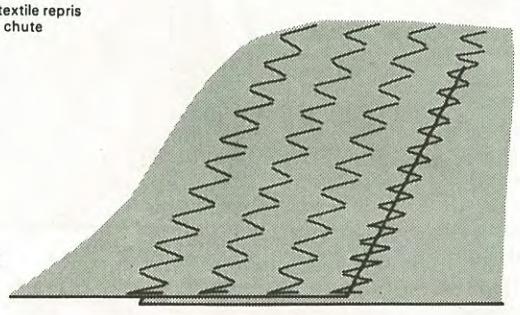


Fig. 2.464
Renforts de tourmentin







Détail des laizes : assemblage à 4 coutures

2e PARTIE

CHAPITRE 5

LES VOILES SUR ENROULEUR

AVEC les évolutions techniques considérables qu'a connues la plaisance dans ce domaine depuis quelques années, le principe de réduction de voilure par enroulement prend actuellement un essor non négligeable... *Fig. 2.500.*

Il serait, bien entendu, erroné de prétendre là à une panacée universelle, mais le fait de pouvoir facilement (et rapidement) réduire la toile (notamment à l'avant), sans aller se faire « saucer » dans la brise, répond à bien des programmes de navigation, d'autant que l'on sait maintenant comment garder à une voile partiellement enroulée une allure de voile, et non de vulgaire sac déformé de toutes parts...

La garde-robe du voilier se trouve, en outre, considérablement réduite, la part octroyée à la soute à voiles mord nettement moins sur les aménagements intérieurs du bateau ; le stockage de la voile à poste, enroulée, est un agrément indéniable dans les manœuvres de départ et d'arrivée ; à taille de bateau égale, **la manœuvre se fait plus facilement, en sécurité** lorsqu'on navigue en solitaire, et permet un équipage réduit sur les plus grandes unités...

Enfin, un bon enrouleur permet de changer de surface de voile sans quitter le cockpit, de façon quasiment immédiate, ce qui **permet de s'adapter au mieux à l'évolution du vent.**

D'autre part, en enroulant la voile d'avant quand la vent forcit, on rehausse d'autant le nouveau point d'amure de la voile enroulée : c'est un aspect non négligeable du point de vue sécurité. Les paquets de mer ne défoncent plus la toile, et le foc plus haut n'est pas déventé dans les creux. De même, lorsqu'on manœuvre *« tout à la voile »* en entrant dans un port au mouillage, le fait de pouvoir réduire progressivement permet des manœuvres plus faciles, en faisant diminuer ou augmenter ainsi *« en souplesse »* la vitesse du bateau ; et si, d'aventure il fallait quitter le mouillage précipitamment, le vent se levant méchamment, il suffit de dérouler un peu la toile pour aller prendre le large...

Un petit aparté technique s'impose toutefois, avant d'aborder la réalisation proprement dite d'une voile destinée à être enroulée, pour bien comprendre **les phénomènes et « parasites » de l'enroulement,** et y adapter la conception de la voile.

Rappelons tout d'abord *l'historique* de cette démarche consistant à réduire ainsi la voilure :

L'idée d'enrouler la voile d'avant autour de l'étai n'est pas neuve. Le système primitif consistait en un simple câble, doublant l'étai, le tout étant amuré sur un tambour de drisses fixé par un gros émerillon au pont, ce dernier trouvant son homologue en tête de mât *(figure 2.501). Ce double*

Fig. 2.500
Réduction de voilure par enroulement



étai tournant, s'il s'avérait pratique pour ranger le foc rapidement en arrivant au mouillage tout en restant prêt à repartir, offrait la possibilité d'envoyer, lorsque l'on avait tout déroulé, un deuxième foc en ciseaux au portant, pour naviguer sous trinquette jumelle...

Ce double étai tournant, donc, était loin de recueillir tous les suffrages. *On lui reprochait* notamment de ne pas permettre de naviguer « *proprement* » avec un foc partiellement roulé, sans provoquer un **vieillissement prématuré de la voile :** le ragage des deux câbles et des mousquetons sur le tissu était alors considérable. De plus, le foc ainsi à demi-enroulé prenait un creux exagéré qui lui donnait plutôt une vilaine forme de sac, son enroulement en forme de vrille créant de grosses tensions dans le tissu et provoquant un multitude de plis, ce qui ne le rendait ainsi utilisable qu'au portant, interdisant toute marche convenable au près. Sur le plan *aérodynamique* également, le bord d'attaque d'une voile ainsi enroulée était loin d'être bien net, avec les creux, bosses et plis, provoqués par la superposition des mousquetons, câbles et différents renforts de la voile...

Mais les adversaires de notre pauvre enrouleur trouvaient bien d'autres raisons à s'acharner dessus : *sa manœuvre* **par tambour** n'était pas toujours très aisée : le bout, ou parfois câble de commande ne s'enroulant pas très régulièrement, il arrivait que le tambour se bloque, lors du déroulement, un tour étant passé pardessus l'autre à l'enroulement... il fallait donc porter grande attention à ce dernier, et bien contrôler que la tension sur le bout soit régulière.

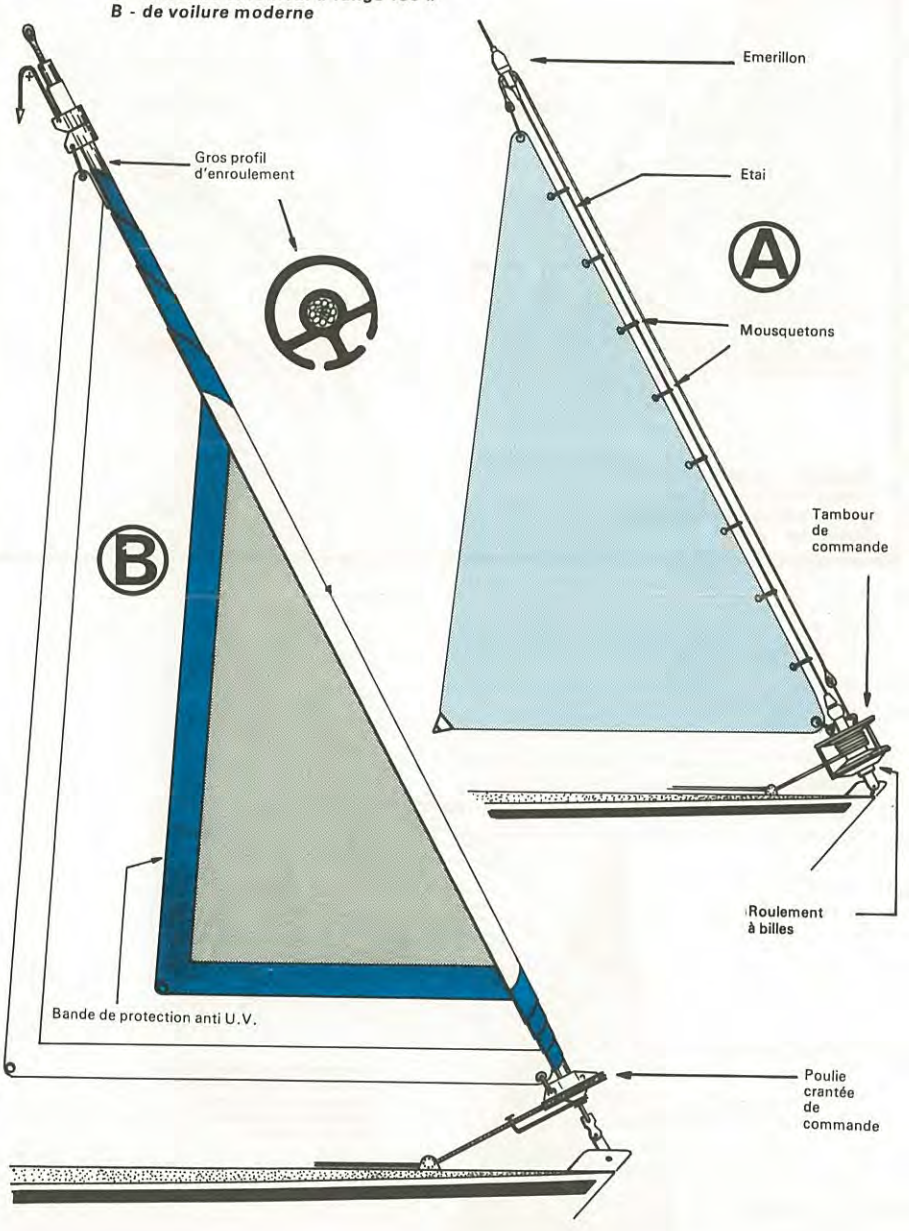
Le montage sur émerillon, lui non plus, ne tournait pas toujours très bien, corrodé par le sel ou trop freiné par la tension des étais... l'on reprochait d'autre part à ce système de créer **un point de** *faiblesse dans le gréement* pouvant mettre en danger la vie du mât si l'une de ses articulations venait à casser.

L'utilisation de l'acier inox et le surdimensionnement des émerillons équipés d'une bille, ne suffisent pas à contrecarrer ce dernier point ; certains constructeurs adoptent un montage sur roulement à billes complet. Si la solidité, du fait de la meilleure répartition des efforts y gagne, l'entretien des roulements semble rester un souci car l'œuvre des éléments marins avait vite fait de provoquer les désagréments dont on faisait état plus haut. **L'utilisation de roulements** « *étanches* » tels qu'il en existe aujourd'hui semble avoir été l'option prise par quelques constructeurs d'enrouleurs plus modernes : il reste que la longévité très relative de cette étanchéité, et le fait de voir son étai (qui tient le mât !) tourner, n'est pas fait pour rassurer certains...

ABONNEZ-VOUS A NOTRE MENSUEL
voir en fin de revue
bulletin de commande

Fig. 2.501

A - l'ancêtre enrouleur « range-foc »
B - de voilure moderne



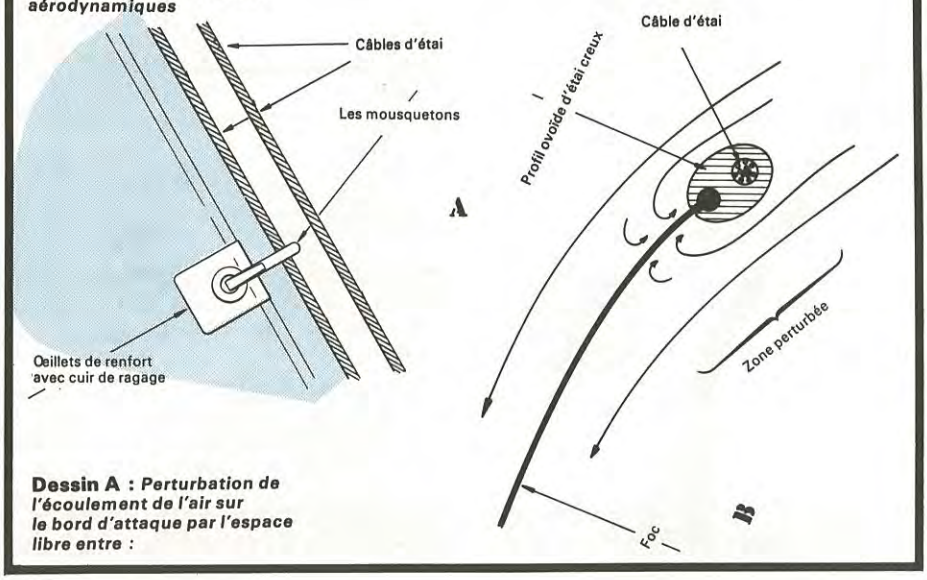
CHANGEMENT DE TECHNIQUE

Pour parer aux griefs que nous venons de voir, les idées nouvelles, souvent convergentes, apparurent : pourquoi ne pas supprimer les facteurs de *perturbations aérodynamiques* causées sur les câbles et mousquetons *(fig. 2.502)* en endraillant le foc dans **la gorge d'un profil creux ?** En enroulant sur un profil lisse, on supprimerait du même coup les problèmes de ragage et du vieillissement prématuré des voiles, ce qui n'est pas négligeable... Avant que l'on ne pense à cette solution pour les enrouleurs, son application avait déjà largement cours sur les étais creux, simple, en course, dans la recherche d'un rendement optimal du profil de la voile... Performances, performances !...

De nombreux **essais et mesures en soufflerie** ont ainsi été réalisés, notamment par le Professeur *René Bernard*, de sorte que l'on connaît actuellement parfaitement les avantages donnés en profilant les bords d'attaque sur les voiles... Je vous épargnerai les monstres calculs, les dédales de formules et graphiques ; les conclusions générales ressortant de ces études demeurent cependant fort intéressantes et méritent que l'on s'y arrête quelques instants. Les essais comportaient une série de mesures de la traînée et de la portance pour une série d'angles de *0 à 12°* d'incidence, effectués avec une voile identique endraillée, tantôt sur différents profils d'étais creux (de section plate, ronde ou elliptique), tantôt avec des mousquetons pris sur le câble.

Tout comme pour une aile d'avion, le rendement d'une voile se caractérise par sa

Fig. 2.502
Différents comportements aérodynamiques



Dessin A : ***Perturbation de l'écoulement de l'air sur le bord d'attaque par l'espace libre entre :***

« *finesse* » représentée par la valeur « *f* » ; c'est le rapport entre la « *portance* » (qui représente la force propulsive du voilier) et la « *traînée* » (qui n'est qu'un élément de dérive et de gîte) qui détermine la valeur de « *F* ».

$$F = \frac{L}{D}$$

Ainsi, plus F est grand, meilleur est le rendement de la voile. On s'aperçut par exemple que, contrairement à ce que l'on aurait pu penser intuitivement, ce ne sont pas les sections les plus réduites, ni présentant le plus d'aplatissement, qui donnent les meilleures finesses, mais, au contraire, les *sections ovoïdes à forte ellipticité :* à profil semblable, c'est le plus volumineux qui présente la meilleure finesse !. Même avec un profil rond de diamètre relativement important *(40 mm)*, l'on s'aperçoit que cette notion de volume est constamment facteur de finesse pour la voile : ainsi *(fig. 2.503)* sur ce profil rond d'enrouleur de foc *Leïfurl* à deux gorges, la finesse est de *19,5*, et passe à $F = 27,5$ si l'on superpose un deuxième foc envoyé dans la deuxième gorge, ce qui revient à rallonger artificiellement le profil, en dépit du volume plus important dont on aurait pu croire qu'il favoriserait principalement la traînée « *O* ». A titre de comparaison, l'on a mesuré sur le profil d'étai creux « *Gemini* », de forme sensiblement identique à celui dont on vient de parler plus haut, et également à deux gorges arrière, mais **nettement plus petit** *(18 × 22 mm)* un rapport $F = 21$ donc sensiblement identique au gros profil. Ceci va donc dans le sens de l'utilisation de plaisance où l'on n'aura pas à craindre de surdimensionner l'étai creux, fait important (nous le verrons plus loin) pour la conception d'un enrouleur.

Les études en soufflerie ont, d'autre part, montré que les courbes de finesse $F = L/D$ des profils d'étai quels qu'ils soient, passent par un maximum qui est d'autant plus plat que le bord d'attaque de la voile est épais, à l'encontre de la voile endraillée sur mousquetons, ce qui signifie dans la pratique qu'**une voile, qu'un bord d'attaque épais** (rond ou elliptique peu importe) **pardonnent mieux les erreurs de réglage** ou erreurs de barre. Si l'on consi-

Fig. 2.504

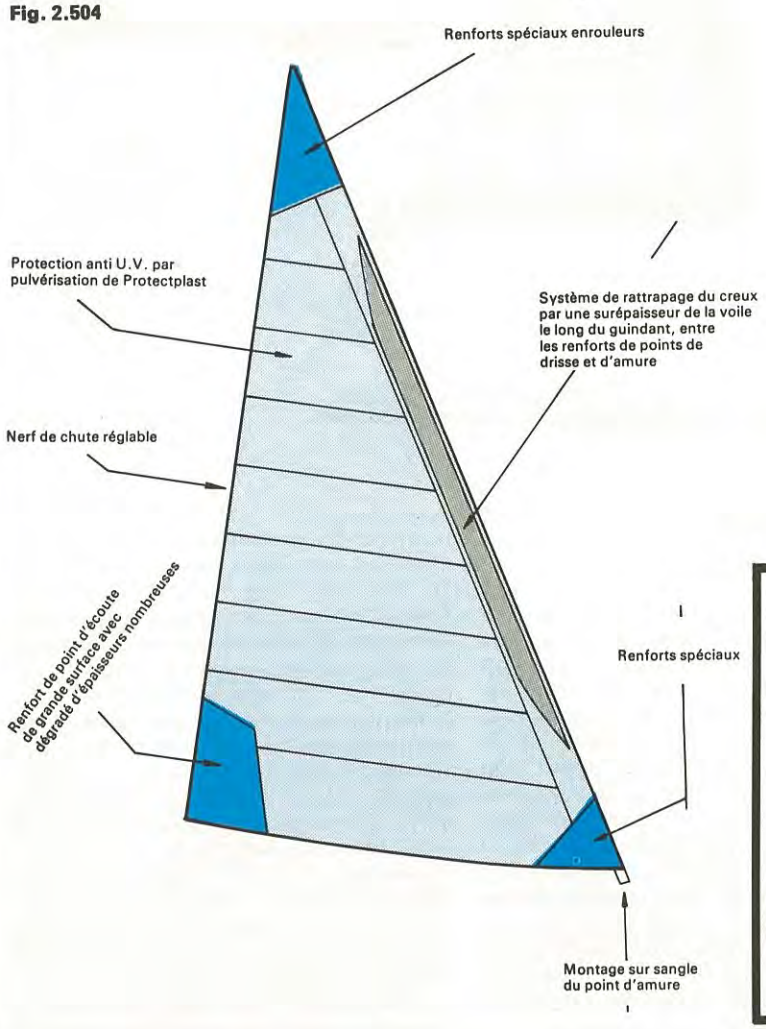


Fig. 2.503

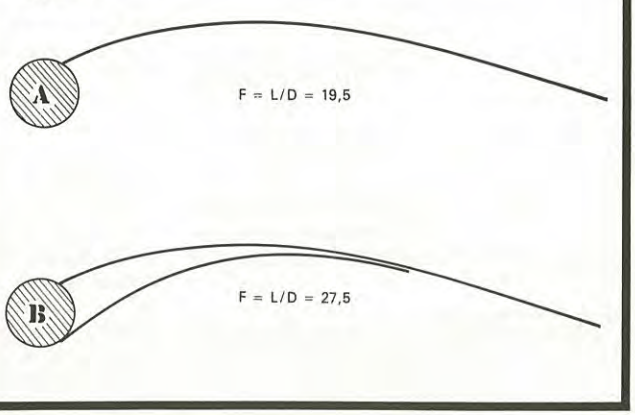


Fig. 2.505

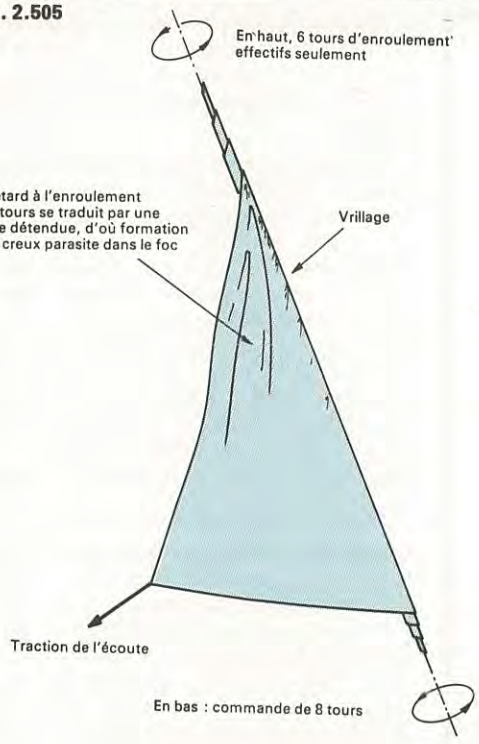
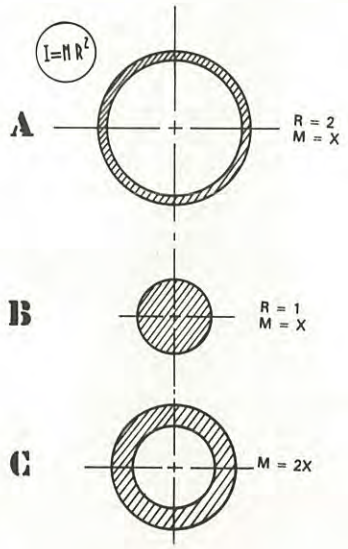


Fig. 2.506



dère que des écarts de barre *de + ou — 2 degrés* de part et d'autre du cap pour lequel est bordée la voilure sont inévitables, les courbes montrent que de tels écarts font diminuer la finesse « *F* » de la voile de *3,5* à 7 points selon l'angle d'incidence pour une voile endraillée avec des mousquetons sur étai classique alors que cette diminution n'excède pas *1,5* avec un étai creux !

Si l'adoption d'un profil d'étai creux peut sembler être « *la* » solution pour enrouler un foc sans usure excessive et **naviguer dans de bonnes conditions aérodynamiques lorsque le foc est déroulé,** il n'en demeure pas moins vrai que d'autres impératifs restent à satisfaire dès que l'on veut conserver ces bonnes conditions aérodynamiques *avec une voile partiellement roulée.* En effet, c'est en offrant la possibilité de naviguer par différentes forces de vent en réduisant plus ou moins la surface du triangle avant, que le principe de l'enrouleur présente son plein intérêt ; mais de nouveaux problèmes apparaissent alors. D'une part, l'enroulement de la voile doit pouvoir se faire sans que *les différences d'épaisseur de tissu* (aux coutures des laizes, renforts, etc.) **n'affectent la régularité d'enroulement** après la superposition de plusieurs tours, ni que ces derniers n'engendrent de déformation (plis) sur le foc.

Ainsi, **plus on l'enroule à partir du petit diamètre,** plus le **rapport de ces surépaisseurs sur la circonférence** d'enroulement est **important :** il en résulte donc logiquement que les creux et les bosses ainsi provoqués seront plus apparents ; l'on aura donc intérêt à enrouler sur un profil de relativement **forte section.** D'autre part, si les surépaisseurs des laizes ont une répartition régulière tout au long de la voile, les renforts de point de drisse et point d'écoute, eux, provoquent par leur superposition à chaque tour, une augmentation du périmètre d'enroulement plus rapide en haut et en bas de l'enrouleur que sur le reste de sa longueur. Il en résulte donc que **l'on enroule moins de tissu au milieu de la voile qu'à ses extrémités,** provoquant ainsi la formation d'un creux artificiel qui affecte sa forme et son efficacité.

Plusieurs solutions à ce phénomène sont apparues, notamment *dans la conception de la voile,* comme la voile Technifurl *(fig. 2.504)* où une bande de mousse est cousue en surépaisseur entre deux tissus, le long du guindant, pour rattraper l'épaisseur des renforts à l'enroulement. On a également d'autres solutions sur l'enrouleur lui-même, évitant ce surcroît de travail de la voile et d'épaisseur sur le bord d'attaque, avec un profil en « banane » (brevet Leïsystem), dont la section est tronquée aux extrémités ; cette diminution du périmètre d'enroulement sur l'enrouleur en haut et en bas, absorbe donc aux premiers tours les surépaisseurs des renforts, après quoi la voile est enroulée régulièrement sur toute la longueur de son guindant.

Enfin, dernier phénomène observé sur les enrouleurs utilisés comme réducteurs de voilure :

Le retard à l'enroulement :

La commande de l'enrouleur se faisant (pour des raisons pratiques et de simplicité), toujours par une seule de ses extrémités (celle du bas), l'on constate, dès lors que l'on veut enrouler partiellement un foc pour en réduire la surface, un **vrillage de l'ensemble,** l'enrouleur ayant tendance à se tordre sur lui-même dans sa partie supérieure. Ce phénomène observé de longue date sur les enrouleurs à câble, a pour conséquence un retard à l'enroulement en haut de la voile par rapport au nombre de tours donnés en bas ; celle-ci ne « *s'enroule* » alors plus proprement et uniformément sur la longueur de son guindant mais « *s'entortille* » en ébauchant une sorte de pli en spirale autour de l'étai...

En outre, ce retard se traduit par une augmentation du rapport initial entre la longueur de la chute et de la bordure *(figure 2.505),* ce qui provoque encore une fois la **formation d'un creux parasite dans les hauts.**

Cet inconvénient a vite fait de prendre des proportions importantes faisant ressembler le foc à un véritable **soutien-gorge :** sur une douzaine de mètres de guindant, l'on peut rapidement ainsi, arriver à une différence d'enroulement de 3 tours entre le bas et le haut ; avec un faible diamètre d'enroulement, mettons 2 cm, cette différence d'enroulement correspond alors, selon la formule qui donne la circonférence d'un cercle égale à $2 \pi R$: $(2 \times 3{,}14 \times 1) \times 3 = 21{,}84$ *cm !* **La solution** à ce problème existe pour les enrouleurs à étai creux, dans **l'inertie du profil utilisé** (résistance au vrillage). Le montant d'inertie d'un profil quel qu'il soit se calcule très bien ; il est fonction de son poids de matière d'une part, et du rayon moyen séparant cette matière du centre de rotation engendrant la contrainte au vrillage *(fig. 2.506 A)* $I = Mr^2$.

Dans cette formule ***I*** *(l'inertie), est égale au produit de la masse de matière par le carré du rayon :* pour **augmenter l'inertie d'un profil,** l'on peut donc agir en augmentant soit le rayon, soit le poids. Or, le gain apporté par **une augmentation du rayon** (donc du diamètre !), croît avec une proportionnalité au carré, alors qu'il ne croît qu'en proportion directe avec l'augmentation du poids. La *fig. 506* montre ainsi les différents résultats que l'on peut obtenir en multipliant par *2*, alternativement, chaque paramètre : soit un profil *(b)* de masse $X = 20$ *g*, et de rayon *2 cm* : son inertie est égale à $20 \text{ g} \times 2^2 = 80$: si l'on double son rayon *(a)* le profil obtenu, pour une même masse a une inertie de : $20 \text{ g} \times 4^2 \text{ cm} = 320$. Faisons maintenant le même raisonnement, mais en doublant non plus le rayon, mais la masse du profil *(b)* : l'on obtient alors le profil *(c)*, dont le rayon reste sensiblement identique *(2 cm)* sa masse passant à *2* fois $20 \text{ g} = 40 \text{ g}$; son inertie est donc de : $I = 40 \text{ g} \times 2^2 \text{ cm} = 160$. Dans ce dernier cas, l'on a donc multiplié par 2 l'inertie, alors que dans le premier, en doublant le diamètre, on avait multiplié « *I* » par 4.

Les limites techniques de cette course à l'inertie sont en fait celles de l'aérodynamique, dont nous avons vu plus haut qu'elle tolère très bien un profil relativement important. Le poids dans les hauts n'étant particulièrement pas avantageux sur un

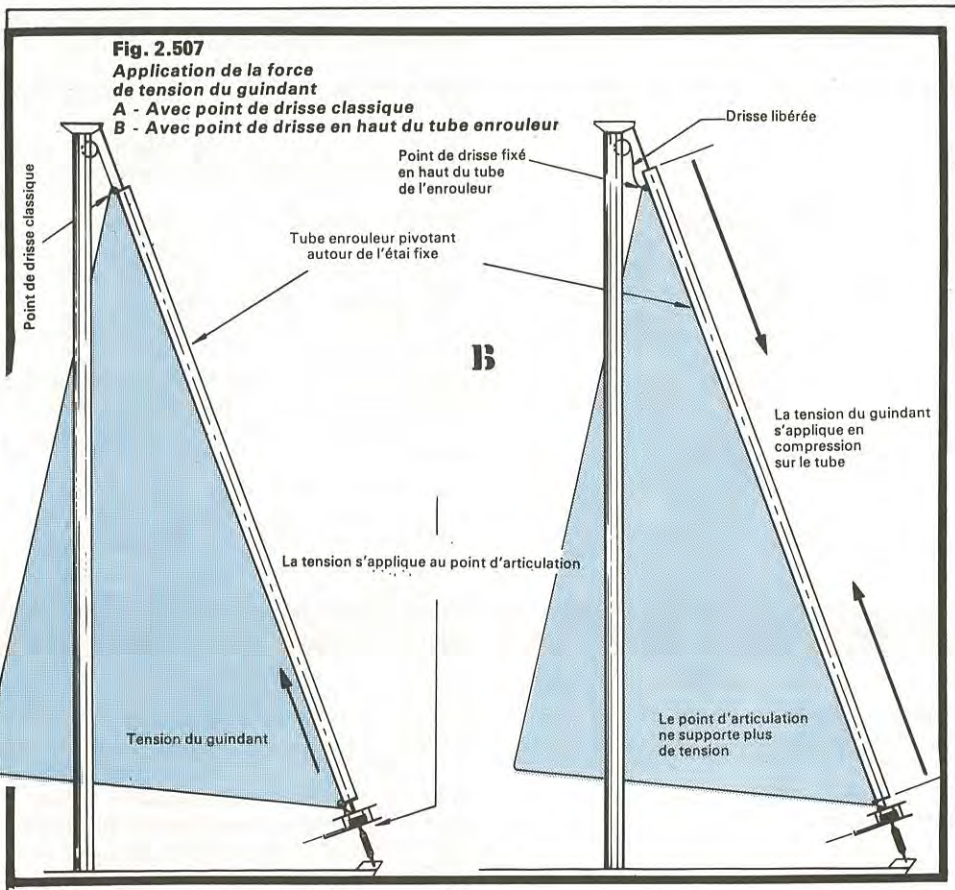


Fig. 2.507
Application de la force de tension du guindant
A - Avec point de drisse classique
B - Avec point de drisse en haut du tube enrouleur

voilier, l'on aura donc intérêt pour avoir un enrouleur ne se vrillant pas, à opter pour un profil d'assez grosse section, dont le module d'inertie sera, par conséquent, nettement plus élevé que sur un petit profil d'étai creux.

Il faut d'ailleurs noter qu'aujourd'hui, la plupart des fabricants d'enrouleurs se sont reportés à ces conclusions, utilisant de fortes sections de profils...

La rotation : Nous avons vu que l'articulation de l'enrouleur n'est pas sans poser certains problèmes de fiabilité dans le temps, tant du point de vue facilité de manœuvre *(grippage)* que du point de vue sécurité de haubanage *(étai pivotant)*. L'adoption d'un montage sur roulements à billes, fussent-ils « *étanches* », n'a jamais donné pleinement satisfaction : placés à l'étrave du bateau, ils travaillent en effet dans des conditions particulièrement dures avec le sel, sable, et autres débris, véhiculés par la chaîne de mouillage, etc.

Certains fabricants utilisent donc simplement un roulement en haut de l'étai, supportant le point de drisse en tension...

D'autres ont cherché, pour pallier ces inconvénients, parmi moult sortes de matières plastiques anti-friction actuellement à notre disposition, à remplacer les roulements traditionnels : en effet, l'on aurait tout à fait intérêt à utiliser des articulations pivotant sur du nylon, **supprimant ainsi tous les problèmes de corrosion,** encrassement et grippage.

Le nylon, cependant, ne supporte pas les charges importantes ; or, il se trouve qu'avec les enrouleurs en traction sur l'étai, les roulements encaissent **une tension de plusieurs tonnes** ; la tension du guindant est, en outre, de *plusieurs centaines de kg*. Supprimer les roulements à billes au profit du nylon implique donc de *supprimer ces charges*.

Cet impératif technique conduit alors à changer radicalement la conception de l'enrouleur en adoptant un montage pivotant autour d'un étai fixe et non plus avec lui. Ce dernier retrouve donc son seul rôle premier de haubanage, il reste fixe et encaisse ses quelques tonnes de tension. Le tube du profil de l'enrouleur repose donc sur une articulation qui se voit allégée d'autant. Il reste à supprimer pour cette articulation la tension du guindant, chose possible en prenant **le point de drisse sur le haut du tube**, par un crochet qui permet ensuite de libérer la drisse ; c'est alors le tube **qui encaisse en compression** (force à laquelle par nature, il résiste parfaitement) la tension du guindant, *(fig. 2.507. A.B)*.

L'articulation ne supporte plus comme effort que le poids du profil d'enrouleur (quelques kilogrammes) additionné à celui de la voile : cet effort est alors facilement supportable par le nylon. Ce changement de technique, outre qu'il apporte une simplification du principe d'enrouleur par rapport aux modèles primitifs, supprime donc le danger des contraintes dont on a parlé plus haut (facteur important de longévité et bon fonctionnement) et le désagrément de



Fig. 2.508 : ***Bande de protection anti U.V. sur le génois***

voir son mât maintenu à l'avant par un étai tournant.

La manœuvre : Elle comprend deux fonctions différentes sur l'enrouleur : d'une part, hisser la voile, d'autre part, l'enrouler. Au premier abord, hisser et amener la voile est incompatible avec la fonction d'enroulement, car la drisse va **s'entortiller** autour de l'enrouleur.

Deux solutions peuvent pallier cet état de fait : soit la drisse prend sur un coulisseau monté sur roulement à billes et à l'intérieur duquel pivote le tube enrouleur, soit ce coulisseau reste libre et peut tourner avec le tube : il se crochette alors en haut du tube, après quoi la drisse peut être libérée. Cette deuxième solution présente l'avantage de supprimer le roulement à billes nécessaire dans le premier cas, et donc, entre autres, un poids supplémentaire dans les hauts *(environ 2 kg)*.

La commande d'enroulement : Le mécanisme le plus courant est **un tambour** emmagasinant un bout ou un câble ; on y retrouve le risque d'emmêlage des bouts sur la bobine si les tours viennent à passer les uns par-dessus les autres ; dans la pratique, l'on se sert de la tension de l'écoute en gardant un peu de vent dans la voile pour maintenir **une légère tension sur le tissu à enrouler,** en même temps que l'on manœuvre le bout du tambour...

Un autre principe de mécanisme plus simple a fait son apparition depuis quelques années avec le *Leïfurl* : l'enroulement ne se fait plus par emmagasineur, mais par une **poulie crantée au pied de l'enrouleur ;** une ligne d'entraînement sans fin en textile est rappelée sur l'arrière du bateau le long du cockpit et maintenue en tension par une poulie et un sandow. Par vent fort, on peut en reprenant du mou grâce au sandow, donner deux ou trois tours sur un des winches du cockpit pour s'aider à la manivelle. Manœuvre simple depuis le cockpit sans risque de blocage : chose appréciable ! En outre, **la hauteur d'encombrement** d'un tel système est nettement moins importante que le système à tambour, lequel est plus haut qu'une poulie crantée, extra-plate par définition, l'on dispose donc alors de davantage de place sur la longueur de l'étai, du guindant au point d'amure (plus bas) et par voie de conséquence, **en surface de voilure maxi.**

DE L'UTILISATION PRATIQUE AU CHOIX DE LA VOILE :

Il est vain de croire que l'on peut tout à fait, dans la pratique, prétendre réaliser pour un enrouleur une voile qui permette de remplacer toutes les voiles d'avant, **du génois léger au tourmentin...** Les petits airs nécessitent une voile plutôt légère, pour des formes bien gonflées assurant un bon rendement, alors que la bonne brise impose un tissu plus lourd...

Par contre, il est tout à fait possible de réaliser un compromis regroupant, en gros, **l'utilisation de trois voiles successives ;** on peut ainsi prendre pour surface de base celle du grand génois, réalisé en tissu de génois médium, avec les particularités de renforts appropriés, pour choisir de supprimer les changements de voilure entre le « relativement » petit temps (de l'ordre de force 2) et l'utilisation du foc n° 1. Selon les conditions de navigation essentiellement visées, ceci constitue un bon choix, étant entendu que, si le vent vient à forcir davantage, il faudra alors rouler complètement ce génois, pour établir foc n° 2, tourmentin, ou trinquette...

La deuxième option consiste à considérer que c'est ***par petit temps,*** *grosso modo jusqu'à force trois, que* les **changements de voilure** sont les plus faciles, et les manœuvres les plus agréables, tant il est vrai alors que l'on prend plaisir à faire marcher et à sentir son bateau, sans que cela nécessite pour autant de « bagarre » contre les éléments, ni d'efforts surhumains...

La formule à choisir est alors d'équiper l'enrouleur d'une voile dont la surface correspond à celle du **génois inter,** alors réalisé **en tissu de génois lourd**, pour couvrir les utilisations allant du force 3 au plus petit foc ; on s'affranchit ainsi des changements de voile les plus pénibles : ceux à effectuer par les vents les plus forts !

A partir de là, on rencontre plusieurs conceptions dans la coupe de la voile, selon les maîtres voiliers, mais aussi une certaine recherche de mode et d'originalité qu'on ne peut nier :

La protection solaire :

Le plus simple, dans la pratique, mais aussi le plus économique, consiste à équiper la chute et la bordure de la voile **d'une bande de tissu spécial anti-ultraviolets** qui, *(fig. 2.508)*, une fois le tout complètement enroulé, se comporte comme une sorte de spirale jointive protégeant entièrement la voile ainsi « ferlée » à poste, **sans autre manœuvre...** Du point de vue « perfectionniste », il faut reconnaître que cela n'améliore pas le phénomène de différence de diamètre d'enroulement entre les extrémités de la voile et son milieu, de par la surépaisseur de tissu ainsi enroulée (bien qu'il ne s'agisse plus là de nombreuses épaisseurs de renforts, mais d'une simple, et relativement faible épaisseur de tissu U.V.).

Un autre moyen consiste à ***réaliser entièrement la voile en tissu à voile spécialement traité,*** sur toute sa surface et au tissage, d'un produit d'enduction protégeant les fils des ultraviolets... mais cette solution ne conviendra pas à tout le monde, tant il est vrai que ce tissu est particulièrement cher.

Enfin, et toujours à propos de ce cher soleil, on peut carrément opter pour une voile sans protection particulière par elle-même, et prévoir d'envoyer, par-dessus la voile enroulée, **un « taud de foc à enrouleur » :** il s'agit d'une sorte de chaussette, qui doit être **bien ajustée**, et donc ferlée, autour du foc enroulé pour ne pas battre si le vent forcit au mouillage (ou au port), avec les risques de ragage et déchirure que cela entraîne... Plusieurs modèles optent ici

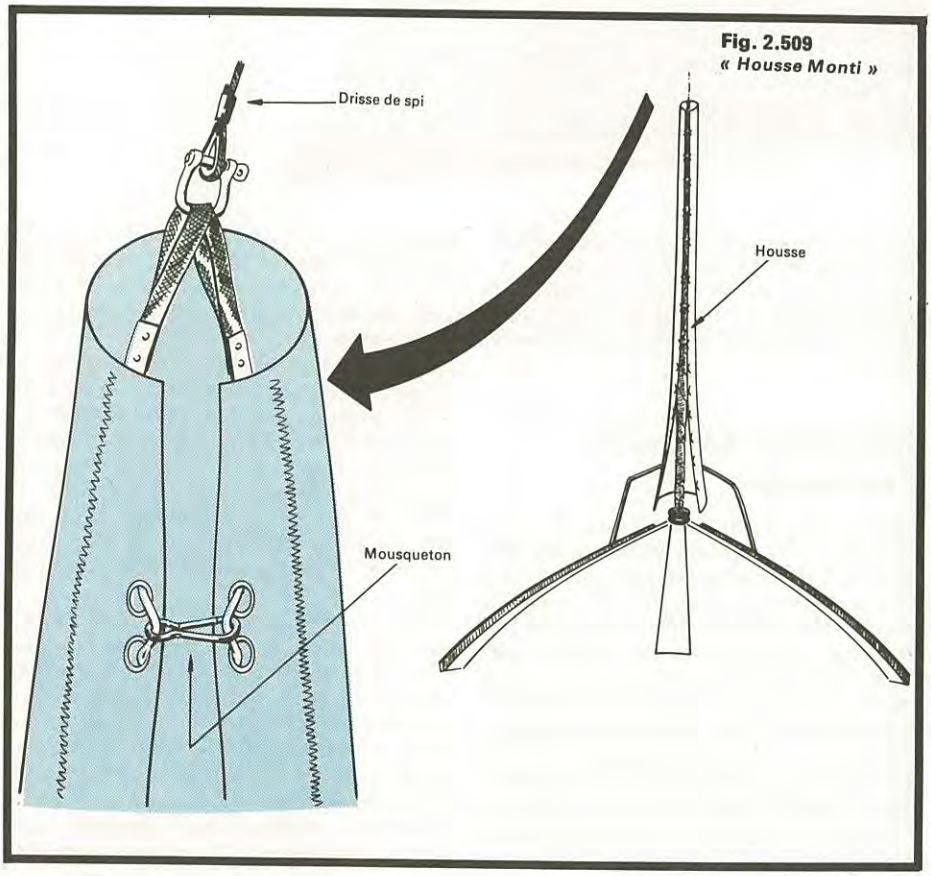
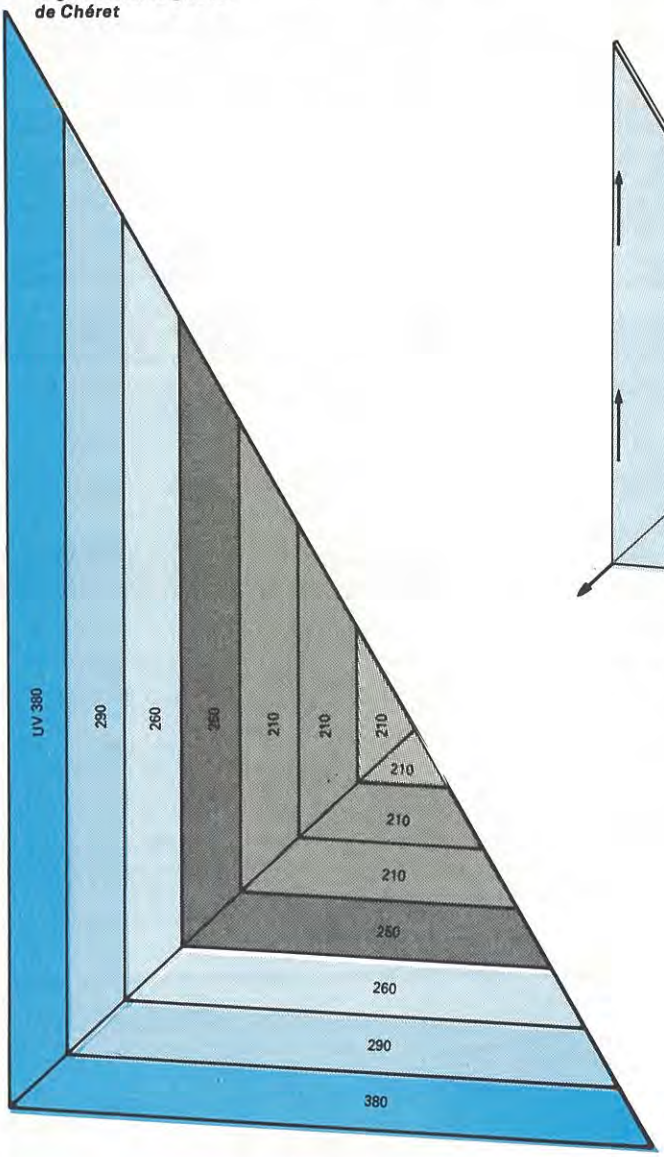


Fig. 2.509
« Housse Monti »

Fig. 2.512 : ***Disposition des laizes à grammage dégressif sur le girofoc de Chéret***



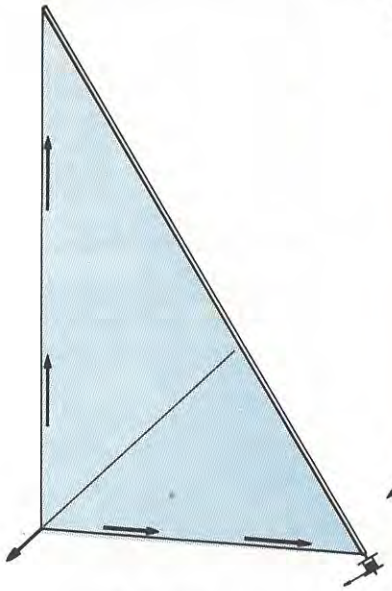


Fig. 2.510

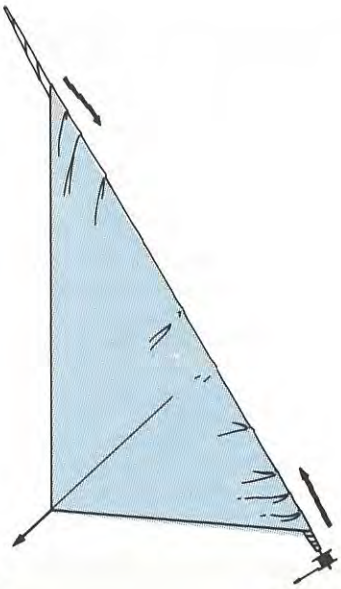


Fig. 2.511

pour un laçage, ou des fermetures élastiques ou à sandows (exemple *fig. 2.509*).

Il reste que l'on ajoute ici une manœuvre supplémentaire à l'enrouleur, dont l'agrément, par ailleurs est précisément de limiter celles-ci.

Conception de la voile d'enrouleur :

Si la répartition des efforts au point d'écoute se fait sur la chute et la bordure jusqu'aux points de drisse et d'amure sur la voile entièrement déroulée *(fig. 2.510)*, lorsque celle-ci est partiellement roulée, en revanche, la chute n'est plus aussi bien retenue vers le haut, ni la bordure vers le bas, puisqu'elles aboutissent enroulées sur le « guindant ». On comprend donc que, plus la voile sera taillée creuse, donc plus les efforts seront importants sur ces points, plus ces derniers auront tendance à glisser l'un vers l'autre *(fig. 2.511)*, provoquant ainsi de petits plis le long du guindant et orientés vers le centre de la voile, creusant ainsi davantage la voile... Ce phénomène, en outre, sera d'autant favorisé si l'étai n'est pas suffisamment rigide, et se creuse exagérément.

*Dès lors, deux premiers impératifs apparaissent déjà avec l'enrouleur : 1) on aura intérêt d'**augmenter** d'un point **le diamètre d'un étai destiné à être équipé d'un enrouleur,*** par rapport à un gréement classique (par exemple, passer d'un diamètre de câble de 8 prévu initialement, à 10 mm pour un enrouleur). L'adoption d'un pataras réglable peut également être la bienvenue...

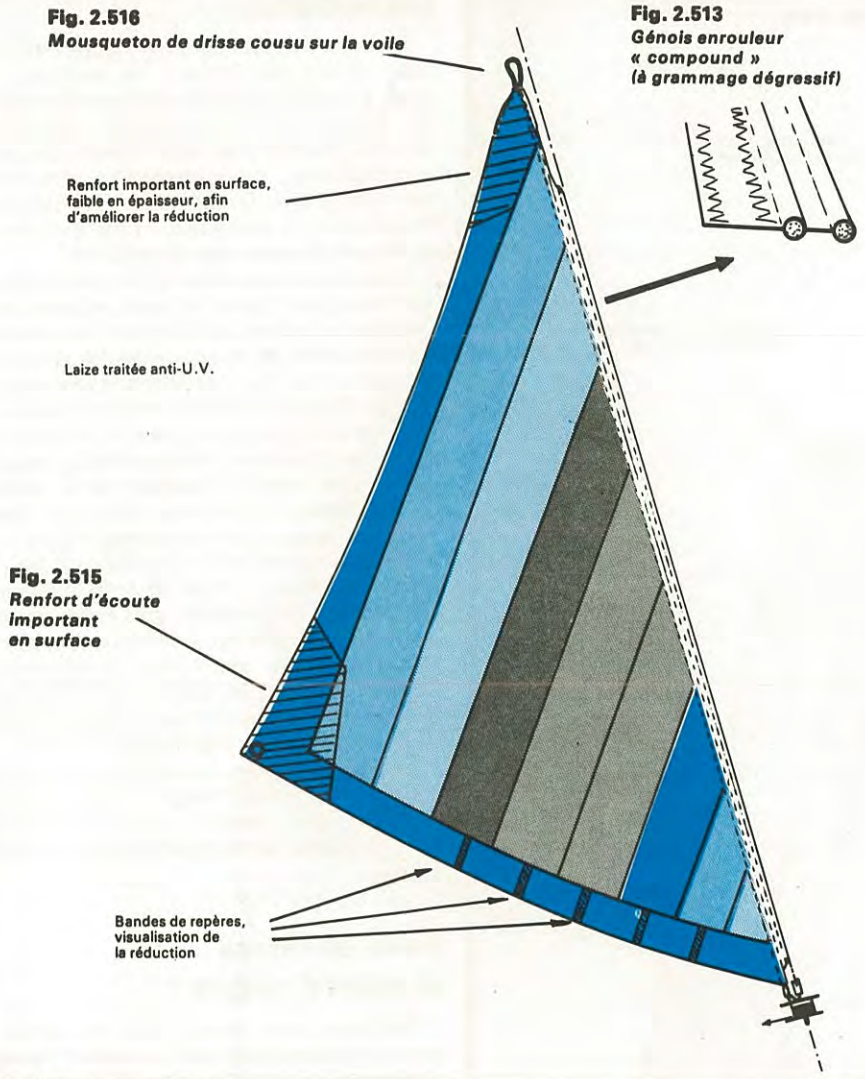
*2) **Une voile** pour enrouleur devra, en tout état de cause, être **taillée assez plate.*** D'autre part, pour équilibrer les tensions sur la chute et sur la bordure, on préfèrera remonter un peu le point d'écoute d'un génois plutôt que le dessiner à ras le pont (outre, bien sûr, d'avoir opté pour le choix d'un gréement de cotre, avec un yankee).

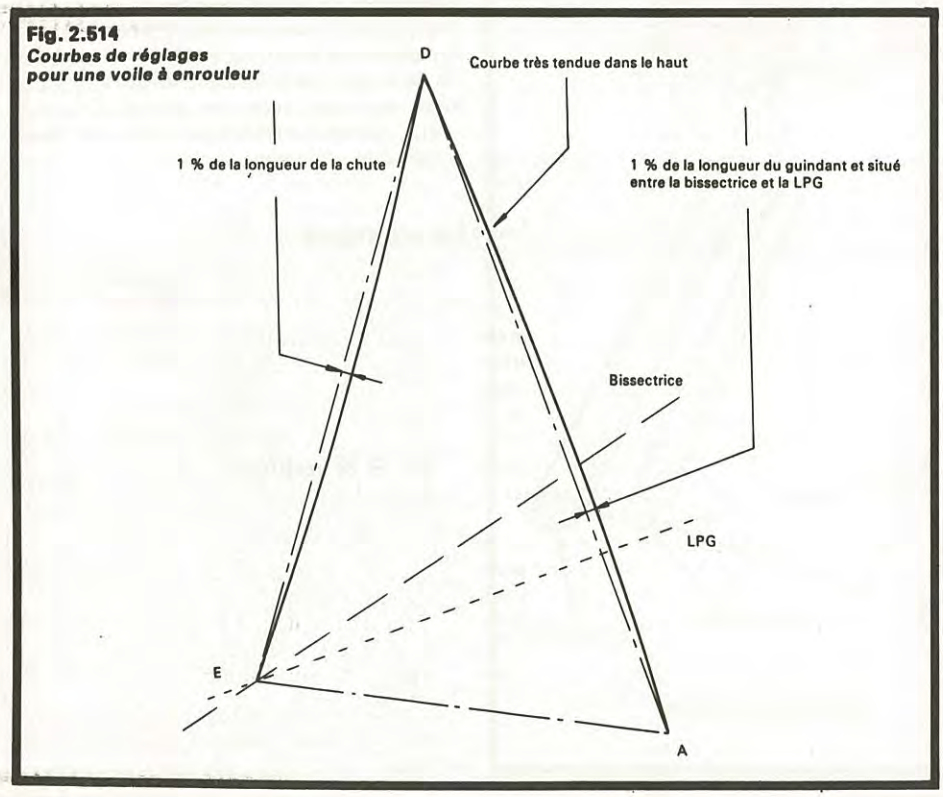
Certains voiliers, pour répondre aux efforts particuliers d'une voile partiellement roulée, n'ont pas hésité à faire des coupes à grammage dégressif ; l'idée de base est que l'arrière de la voile étant la partie utilisée avec le plus de vent (lorsque la voile est roulée), c'est elle qui doit recevoir le tissu le plus fort, tandis que le centre de la voile peut être réalisé en grammage inférieur...

On retrouve ce type de conception par exemple sur le « Girofoc » de chez Chéret, *(fig. 2.512)* avec une coupe à épine, concentrant les plus forts grammages le long de la chute et de la bordure ; les laizes extérieures (au plus gros grammage, donc) font ainsi office de renforts... On trouve également des dispositions de laizes différentes, telles celles de la voilerie Rousso sur son « *Compound* » disposées verticalement (ou du moins parallèlement à la chute) *(fig. 2.513)*, tout en gardant le principe de grammage dégressif, de l'extérieur vers l'avant de la voile.

Deux remarques toutefois s'imposent à propos de l'utilisation de tissus de différents grammages dans une même voile, la première étant qu'il semble assez difficile de **s'accommoder des différences de tension et de résistance élastiques entre deux laizes,** deux tissus travaillant différemment pour un même effort donné, étant assemblés l'un à l'autre. Seuls, quelques « trucs » secrets de maître voilier peuvent prétendre maîtriser ou utiliser ces effets.

En second lieu, il faut noter que, lorsque la voile est entièrement dépliée, par petit temps, elle porte son plus **grand poids dans ses extrémités** (vers l'extérieur) chute et bordure, ce qui nécessite davantage de vent pour être établie convenablement et avoir un bon rendement.





De nombreux voiliers, outre des particularités de travail de la voile telles que nous pourrons voir plus loin, préfèrent s'en tenir à des réalisations de voiles dans un seul grammage, et de conception plus classique au départ.

Comme on a pu le voir précédemment, **la détermination du grammage** est assez simple à faire ; à notre avis, il doit se situer entre celui du génois lourd du bateau, et celui d'un génois lourd de la taille du génois médium du bateau. On se trouve donc là dans le choix de l'option qui consiste à utiliser l'enrouleur pour supprimer les changements de voiles dans la gamme des vents les plus forts, et donc à remplacer cette voile par une plus légère par petit temps.

A propos de cette dernière, nous verrons plus loin que plusieurs possibilités de choix s'offrent à nous, avec diverses voiles plus ou moins conventionnelles, à guindant libre, envoyées « *en l'air* », ou avec l'adoption d'un étai supplémentaire, largable éventuellement...

Coupe et réalisation :

Compte tenu de tout ce qui précède, il ne s'agit pas, bien sûr, dans les lignes qui suivent, de prétendre donner « *la* » recette pour faire une voile d'enrouleur, mais simplement de donner les précisions utiles, en complément du chapitre précédent, pour permettre à qui voudrait s'y essayer, d'obtenir un bon résultat sans risquer de se « *planter* »...

Selon le gréement du bateau, s'il s'agit d'équiper l'enrouleur d'un **yankee**, on choisira la coupe anglaise, ou « à épine », pour une bonne répartition des tensions. Le principe de réalisation reste le même que ce que l'on a vu au chapitre précédent, en reprenant simplement les valeurs de creux minimum pour arriver à une voile relativement plate tel un yankee lourd, bien qu'il s'agisse en fait d'une voile de surface du médium.

En ce qui concerne les **génois** pour enrouleur, on choisira généralement la coupe horizontale, en pointe simplifiée pour éviter les coutures verticales de pinces dans le bas de la voile. Le tissu ainsi travaillera mieux lorsqu'il sera partiellement enroulé. Le creux, et donc les pinces de la voile, seront faibles ; de même, les courbes de réglage seront différentes, avec **moins de flèche** (maximum 1 %), et davantage **aplaties sur le haut** (*fig. 2.514*).

On se rend compte, avec un génois de coupe traditionnelle, que plus on enroule la voile, plus elle se creuse et plus on ramène ce creux vers l'arrière de la partie de la voile utilisée... Par conséquent, on a donc intérêt dans la coupe d'un génois spécial d'enrouleur, à **avancer la position de la ligne de creux**, afin qu'il soit utilisé dans les vents les plus faibles, voile déroulée et par contre, assez rapidement résorbé dans les premiers tours d'enroulement.

Fig. 2.518

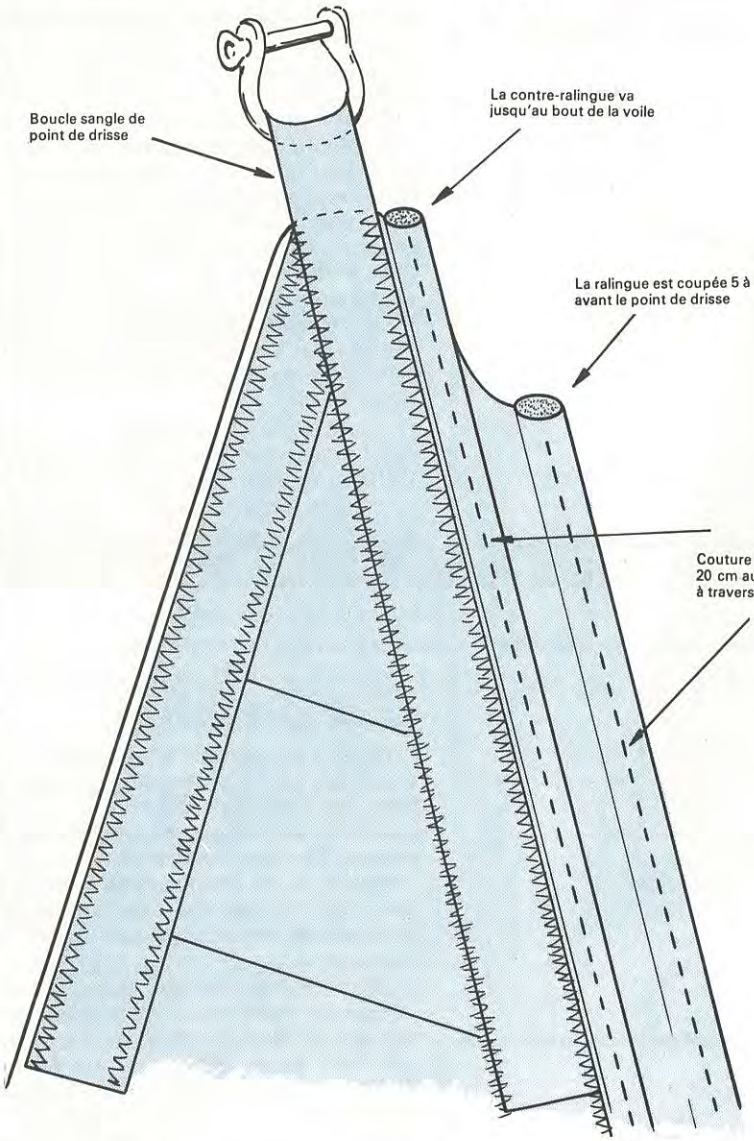
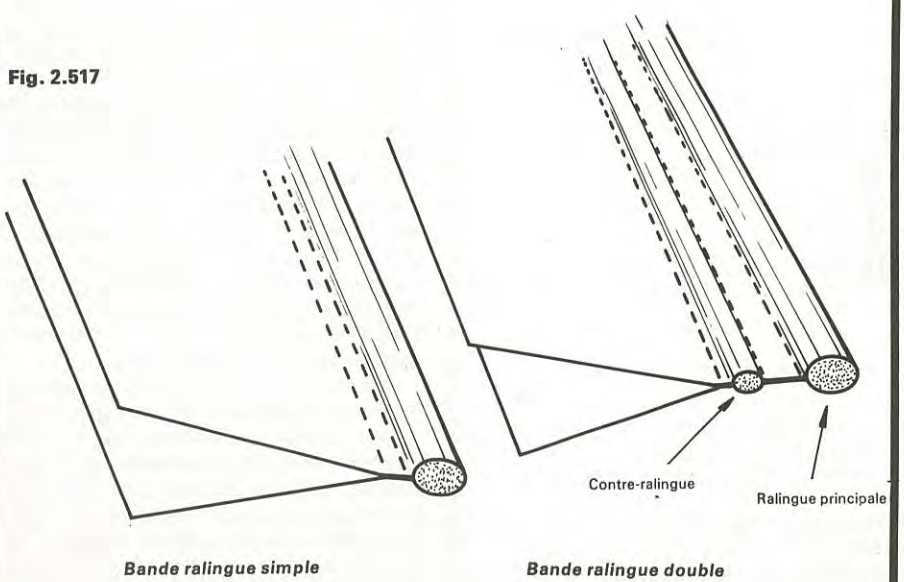


Fig. 2.517



Bande ralingue simple *Bande ralingue double*

Les renforts :

Dans un cas comme dans l'autre, quelle que soit la coupe choisie, les renforts au point d'amure et de drisse doivent être **plus fins** que sur une voile normale de même surface, puisque plus leur volume (de par leur épaisseur...) sera important, plus, une fois enroulés, ils feront creuser la voile par l'augmentation du diamètre d'enroulement qu'ils provoqueront aux extrémités.

Il faut noter que cela n'est, somme toute, pas bien grave pour la voile puisque ces renforts ne seront utilisés que lorsque la voile sera dépliée, et donc dans les plus faibles vents ; une fois partiellement enroulée, la voile n'a donc plus de renforts, mais ne travaille plus que sur sa chute et sur sa bordure ; les efforts sont alors toutefois mieux **répartis sur toute la hauteur de la voile**, contrairement à ce qui se passe sur une voile classique montée sur mousquetons.

Il y a là encore plusieurs dispositions et formes possibles ; l'idée de base à retenir est d'obtenir des **renforts plus étalés sur la chute**, l'augmentation de surface, en outre, suppléant à la diminution d'épaisseur. Dans la pratique, les dessiner en forme de **triangle isocèle** dont la base se trouve sur la chute est une bonne solution *(fig. 2.515)*.

Le point d'écoute, quant à lui, doit recevoir **un renfort plus important** que sur une voile ordinaire, puisqu'il va être appelé à travailler dans des conditions de vents plus forts...

Point de drisse et point d'amure :

Toujours pour limiter leur encombrement en épaisseur, il faut ici **éviter la pose d'œillets** ; le mieux semble d'opter pour une finition à sangles *(fig. 2.516)* ; cousue par-dessus la voile, on pose ainsi une boucle de sangle, dans laquelle viendra prendre place un mousqueton ou une manille longue... Aucune surépaisseur ne sera donc créée à l'enroulement.

La ralingue :

Il est bien préférable d'acheter la ralingue fournie par le fabricant de l'enrouleur ; celle-ci est fabriquée avec un bout spécial, pré-étiré et raide, donc très peu extensible et ne s'écrasant pas, n'ayant ainsi aucune tendance à sortir de la gorge.

Celle-ci est souvent ***doublée d'une contre-ralingue***, qui se trouve en arrière de la gorge, destinée à reprendre les **efforts d'allongement**, compensant ainsi le relativement faible diamètre de la ralingue principale *(fig. 2.517)*. Cette contre-ralingue permet, en outre, à la voile de **mieux coulisser**, car les épaisseurs des renforts se situent ainsi derrière, et non au ras de la « vraie » ralingue, comme c'est le cas lorsque celle-ci est unique.

La pose de cette ralingue s'effectue simplement de façon classique, à cheval sur le guindant, avec deux coutures en zigzag.

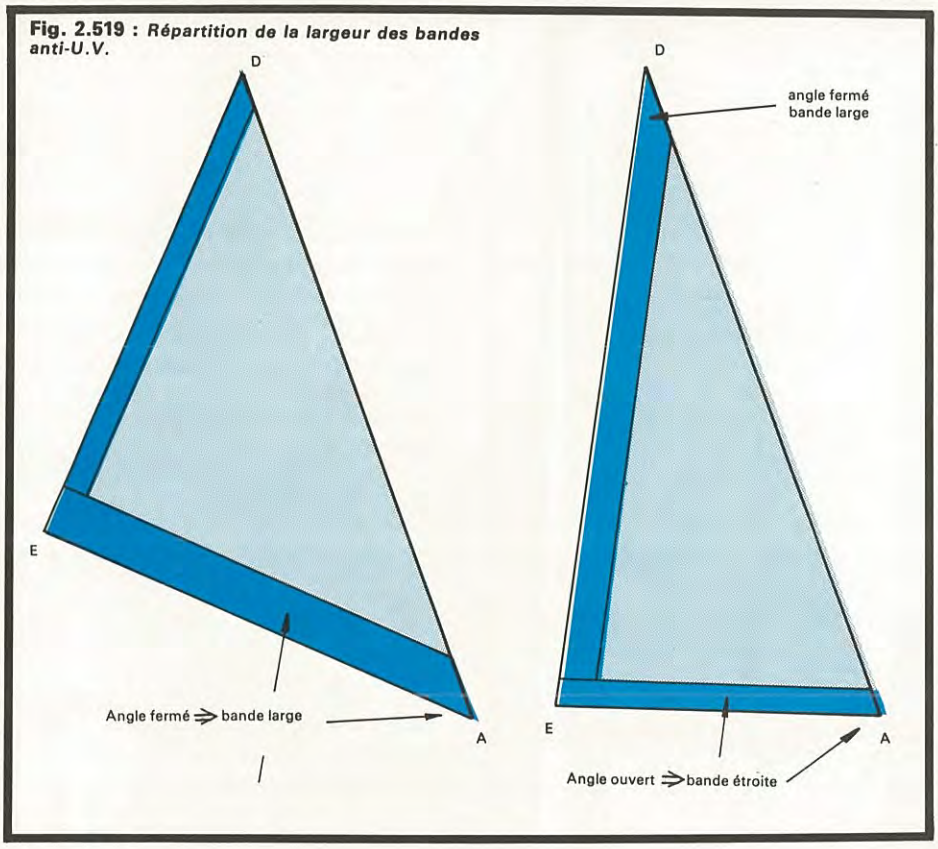
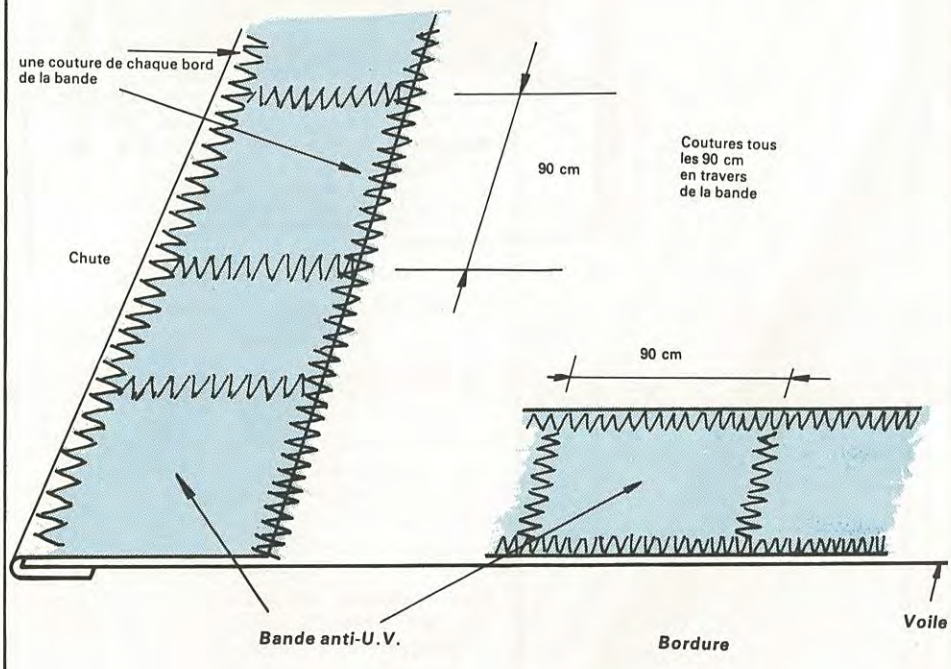


Fig. 2.519 : *Répartition de la largeur des bandes anti-U.V.*

Fig. 2.520 : *Bandes anti-U.V.*



Aux extrémités de la voile, après avoir posé l'ensemble sur toute la longueur du guindant, on coupera au fer chaud la ralingue principale **quelque 5 cm à 10 cm avant la fin**, la contre-ralingue, elle, allant jusqu'au bout de la voile (ceci tant au point d'amure qu'au point de drisse).

Un point droit, sur une vingtaine de centimètres, viendra ensuite **bloquer la ralingue en bout** *(fig. 2.518)* ; on fera bien sûr de même sur la contre-ralingue... On comprend que la finition traditionnelle que l'on rencontre parfois sur les voiles « vieille marine », avec une surliure bloquant la ralingue, cousue dans la toile, est ici à proscrire : créant une surépaisseur gênante pour engager la voile dans la gorge, elle freine par ailleurs son coulissement dans le profil d'enrouleur (assez exigu) et finit par se couper à l'usure.

Les finitions :

La finition de la chute et de la bordure de la voile se fera avec un bon ourlet rapporté, en **bande de tissu droit-fil, d'un seul tenant,** sur la longueur du côté de la voile, bien entendu...

Vient ensuite la pose de la bande de **protection anti-U.V.**. Celle-ci n'a lieu d'être que **sur un seul côté de la voile,** le côté extérieur de la voile roulée, c'est-à-dire bâbord si l'on enroule dans le sens des aiguilles d'une montre ; inutile, en effet, de surcharger la voile d'une épaisseur de tissu supplémentaire en posant du tissu anti-U.V. des deux côtés, qui ne fera par ailleurs qu'augmenter le diamètre d'enroulement aux extrémités de la voile...

Utiliser ici du **tissu à voiles très fin** (120 g/m²) peut constituer une **solution de dépannage**, en construction amateur ; la protection toutefois ne sera pas très bonne d'une part, et ne sera que **provisoire** d'autre part, ce tissu étant lui-même sensible aux ultraviolets, et donc appelé à être changé **(n'utilisez en aucun cas de toile à spis**, puisqu'il s'agit de nylon, particulièrement fragile aux U.V., et de surcroît partiellement perméable à ces derniers...).

Le tissu spécial anti-U.V. existe en blanc, et dans différentes couleurs au choix ; on en trouve également de **l'autocollant**, non pas pour supprimer les coutures, bien sûr, mais **pour éviter tout risque de formation de poche de vent entre ce tissu et la voile...** Il faut noter que les progrès réalisés en matière de colles pour les différents matériaux autocollants ces derniers temps, donnent ici des résultats tout à fait étonnants !

La largeur de bande à poser pour assurer un bon recouvrement, se situe, sur la chute, entre 35 et 50 cm, et sur la bordure, entre 15 et 30 cm : en fait, plus l'angle de la voile à équiper est fermé, plus la bande anti-U.V. doit être large, tant pour la bordure (avec l'angle au point d'amure) que pour la chute (avec l'angle au point de drisse) *(fig. 2.519)*.

Si vous avez la croisière dans la tête et le bateau dans le cœur, abonnez-vous à Loisirs Nautiques, chaque mois chez vous le 12, expédition le 5.
De plus, en vous abonnant, vous bénéficierez de tarifs spéciaux sur les hors-série et les petites annonces (voir bulletin de commande en fin de n°).

Au montage, il faut faire particulièrement attention à ce que le **tissu soit bien à plat**, pour qu'il n'y ait pas de poche, ni de différence de tension entre la bande U.V. et la voile.

Il est préférable, sur la chute, de faire un petit retour de 2 cm, ou de la largeur de l'ourlet, afin de recouvrir la tranche de la voile ; on prendra garde, toutefois, à ce que la couture ne vienne pas gêner le passage du nerf de chute éventuel.

Les coutures de la bande anti-U.V. se font au point zigzag ; on en fera deux, une le long de chaque bord de la bande. De plus, on fera **une couture horizontale**, en travers de la bande, **tous les 90 cm** environ, pour maintenir le tissu et lui éviter de battre. *(fig. 2.520)*. On remarque, dès lors, qu'il est tout à fait possible, pour éviter trop de chute dans la coupe de la bande

Fig. 2.524

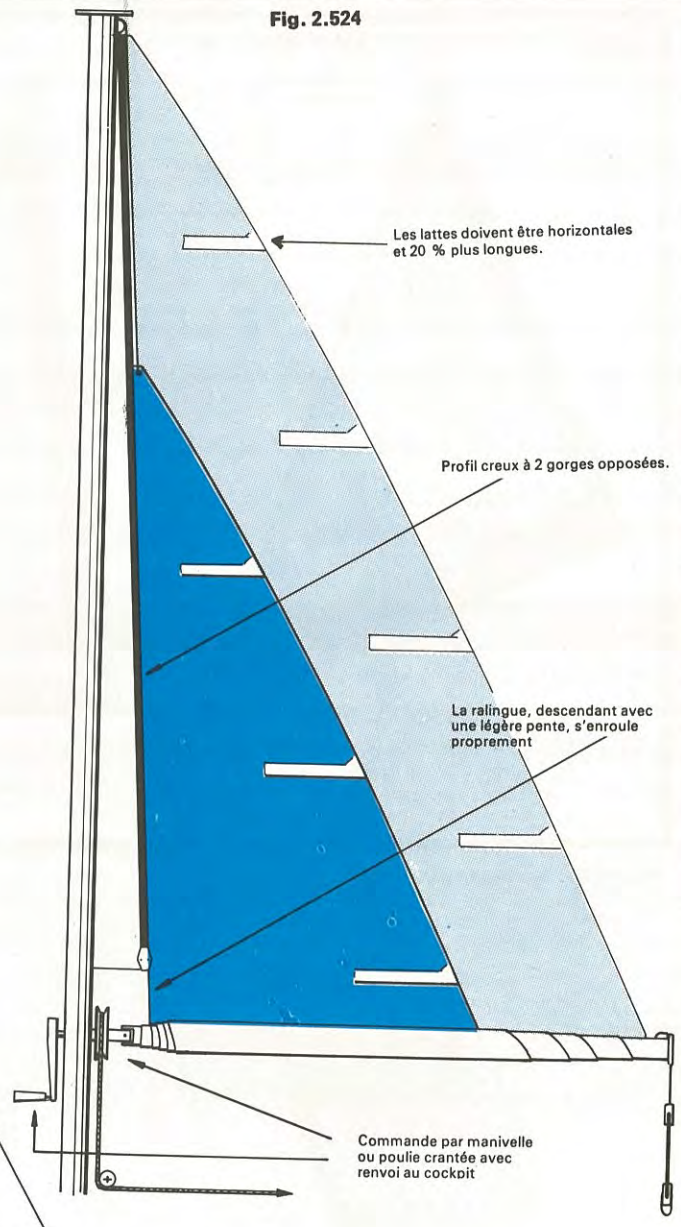
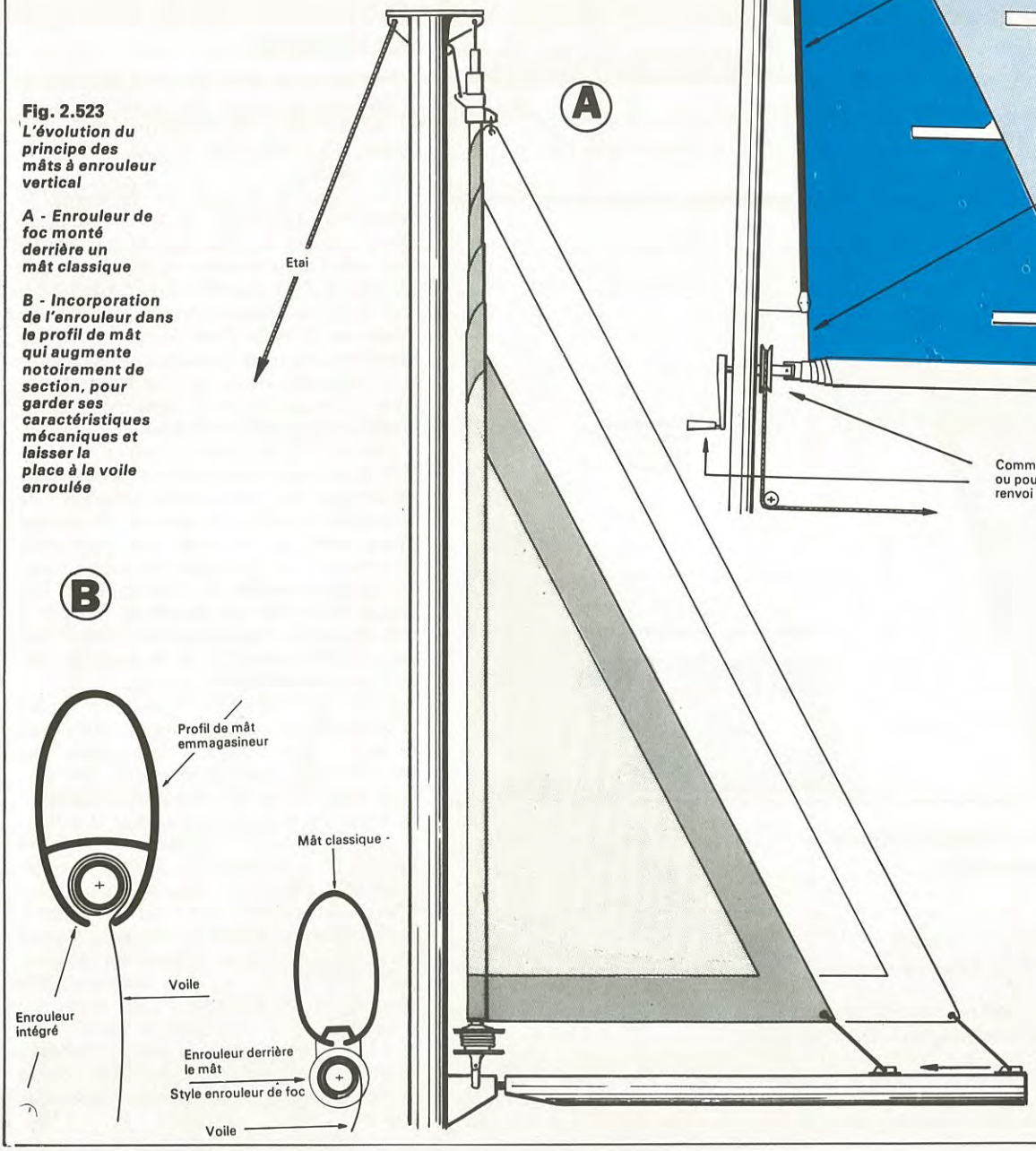


Fig. 2.523
L'évolution du principe des mâts à enrouleur vertical

A - Enrouleur de foc monté derrière un mât classique

B - Incorporation de l'enrouleur dans le profil de mât qui augmente notoirement de section, pour garder ses caractéristiques mécaniques et laisser la place à la voile enroulée



anti-U.V., de constituer celle-ci de plusieurs bandes de 90 cm de long chacune...

Enfin, notons à propos de finition des voiles d'enrouleur, qu'il peut être pratique, à l'utilisation, d'avoir placé, le long de la deuxième laize par exemple, une série de quelque quatre repères qui permettront de **mieux visualiser la proportion de réduction de la voile** au fur et à mesure des tours donnés. Ce seront de petits carrés de tissu de couleur cousus sur la voile, ou simplement des repères tracés au marker.

Les enrouleurs de Grand-Voile :

Lorsque l'on s'est ainsi simplifié la vie avec les voiles d'avant, on s'est logiquement repris à rêver d'en faire autant avec la grand-voile mais là, le problème est un peu différent ; ce n'est pas pour rien que la prise de ris a pris le pas ces dernières dizaines d'années sur la bôme à rouleau.

Un peu d'historique : l'utilisation de la **bôme à rouleau** remonte à très loin dans le temps, pour réduire la surface de la grand-voile sur les anciens voiliers. Elle était constamment utilisée en course jusqu'en 1970 environ, où l'apparition de la prise de *« ris rapides »* marqua un progrès car la bôme à rouleau traditionnelle avait l'inconvénient de donner des voiles enroulées trop creusées.

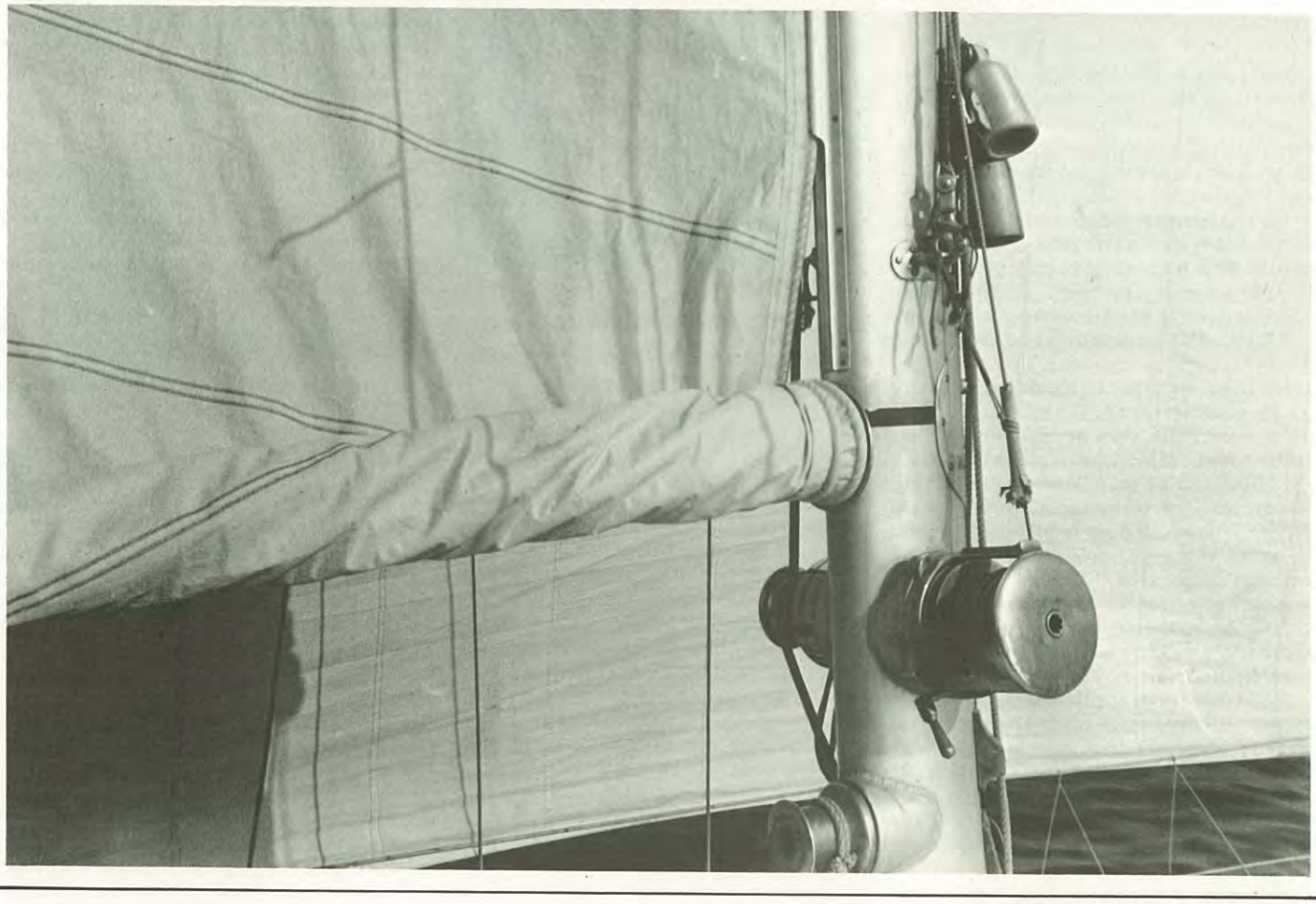
La principale raison de ce creux est que le long du mât, le cardan permettant la rotation de la bôme prend quelque *15 centimètres :* il en résulte que l'on doit tasser la voile vers l'arrière de la bôme en enroulant ce qui, inévitablement, crée des plis qui pochent la voile *(photo fig. 2.522)*, d'autre part, le tassement du cordon de ralingue provoque progressivement une augmentation du diamètre d'enroulement sur la bôme du côté du mât, plus rapide qu'en bout de bôme. Il en résulte que l'on roule *« conique »* et non *« cylindrique »*, ce qui fait descendre la bôme de l'arrière ; elle est alors gênée par le roof ou le capot de descente dans les passages de virements de bord par exemple... outre le désagrément dans la forme de la voile...

Pour pallier ces inconvénients on a :

— *D'une part* élaboré des systèmes d'**enroulement vertical de la voile** par le guindant en montant, dans un premier temps, un enrouleur de foc simplement le long et en arrière du mât, traitant donc la grand-voile comme une voile d'avant, que l'on bômait *(Fig. 2.523)*... Ce principe allait ensuite être intégré dans le mât, avec de nouveaux profils, comme chez Hood, Nirvana, Canclini..., et une conception de la grand-voile qui diffère nettement des formes traditionnelles, comme on pourra le voir plus loin...

— *D'autre part*, **une deuxième idée**, aussi simple que géniale, reprenant le principe de l'enroulement horizontal, a redonné un nouveau souffle à la bôme à rouleau, permettant de garder à la grand-voile ses formes premières tout en s'affranchissant des problèmes de déformation évoqués plus haut. Il s'agit d'un brevet déposé par le fabricant Leïsystem, qui consiste entre autres à supprimer le triangle de toile qui se trouve à l'aplomb du cardan de vit de mulet, contre le mât, en le laissant solidaire de ce dernier, et à n'enrouler que la partie de la grand-voile à l'aplomb de la bôme ; cette grand-voile est alors endraillée derrière par l'intermédiaire d'un profil creux à deux gorges opposées, sur une ralingue de faible diamètre *(fig. 2.524)*. Du fait de la forme déportée et légèrement inclinée de ce nouveau guindant, on a supprimé ainsi le tassement de ralingue, son enroulement se faisant à spires jointives. On a donç toujours le même périmètre d'enroulement aux deux extrémités de la bôme et la nécessité de tasser la voile vers l'arrière est supprimée. Ceci étant résolu, la voile à moitié enroulée reste plate et la bôme ne descend plus, la manœuvre est plus facile et plus rapide qu'une prise de ris ; le creux de la grand-voile, en outre, se

Fig. 2.522
Inconvénient d'une bôme à rouleau traditionnelle : le tassement de la ralingue provoque des plis et un creusement de la voile.



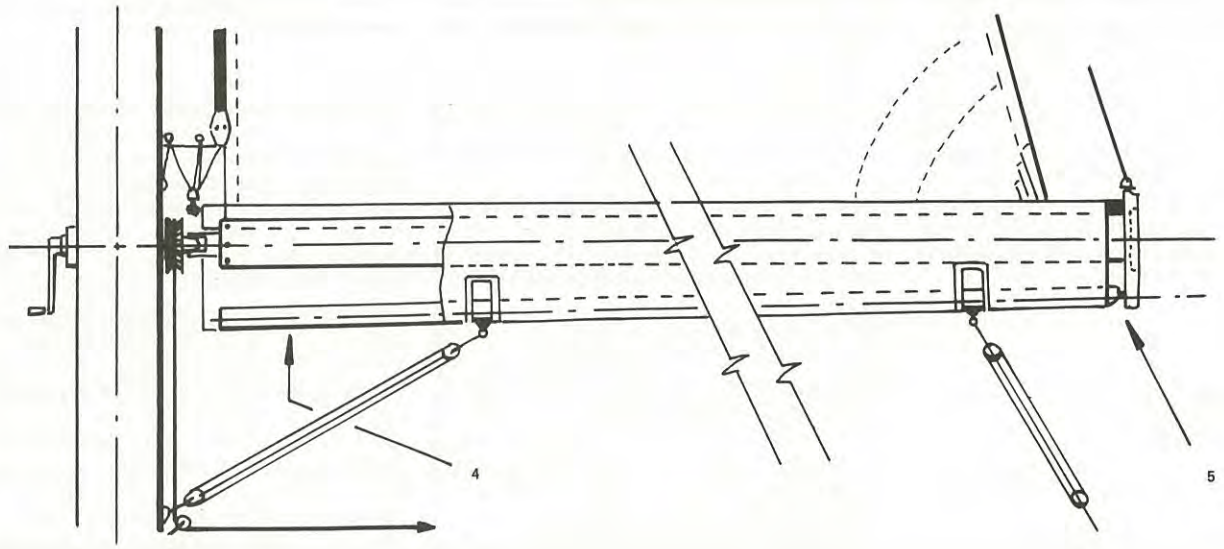


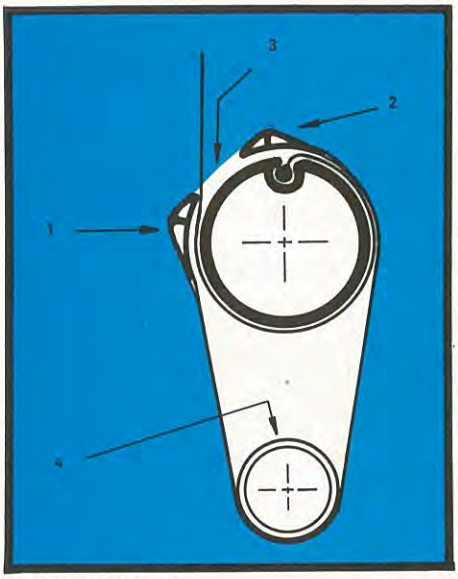
Fig. 2.525
Le fourreau stockeur, autour de la bôme enrouleur Leïfurl GVS, est composé d'un fourreau en tissu englobant dans ses ourlets les 2 volets rigides (1 et 2) qui constituent l'ossature de la fente (3), par laquelle passe la voile, et d'une poutre tubulaire (4) avec ses ferrures d'ancrage des palans d'écoute et d'hale-bas, libre dans le fourreau et articulé par une rotule en bout de bôme (5).

reprend dès le premier tour de bôme, les tours suivants étant enroulés par-dessus cette sorte de « *ris de fond fictif* ». On arrive donc naturellement à une forme bananée dès le 2e tour, qui reprendra le restant du creux.

Ce phénomène simple en soi, se créait automatiquement et ne peut se défaire par la suite de la traction de la voile gonflée par le vent grâce au coefficient de frottement du tissu enroulé sur lui-même : les anciens utilisaient d'ailleurs souvent ce coefficient de frottement pour éviter l'emploi d'un croissant de hale-bas en enroulant une sangle en même temps que la voile sur 3 tours ; on y accrochait alors le hale-bas par un œillet cousu : le système ne glissait jamais !

L'enrouleur de grand-voile *Leïfurl* GVS, sur la bôme, a supprimé ce problème de croissant de bôme pour la prise de hale-bas et palan d'écoute, grâce à un fourreau emmagasineur (*Fig. 2.525*) qui protège ainsi directement la voile du soleil dès qu'elle est roulée, et permet dans sa conception d'y crocher les palans sur une ferrure longitudinale...

Voilà donc pour le principe de cet enroulement de grand-voile sur la bôme qui permet de conserver une voile parfaitement plate et se place donc à l'égal, sinon mieux, de la prise de ris, avec la simplicité et rapidité en plus. Ce brevet Leïsystem est d'ailleurs également exploité par Hood aux U.S.A.



Conception de grand-voiles enroulées :

Selon qu'il s'agisse d'une voile enroulée par la bordure (sur la bôme), ou par le guindant (sur enrouleur vertical), sa coupe, et même sa forme, seront radicalement différentes.

Ainsi, si une grand-voile montée sur une bôme à rouleau moderne, reste malgré ses particularités, une « grand-voile » à part entière, sa consœur prévue pour un mât à enrouleur, en revanche, tient bien plus du génois lourd dans son conception...

Mât à enrouleur : l'enroulement par le guindant nous interdit ici tout montage de latte maintenant la chute, et donc par conséquent, le rond de chute d'une grand-voile classique.

Tout comme nous l'avons vu à propos de la coupe d'un génois, **la courbure de la chute** doit donc être incurvée (c'est-à-dire légèrement négative) afin d'éviter à cette dernière de battre. Il faut noter ici qu'il en résulte, dans le dessin de la voile, une diminution sensible de la surface disponible pour un triangle donné (hauteur de guindant, longueur de bordure), que l'on chiffre de l'ordre de 15 % par rapport à une grand-voile au rond de chute classique (*fig. 2.526*).

En théorie, il conviendrait donc d'augmenter la hauteur du mât prévu, pour augmenter le guindant et retrouver ainsi cette surface perdue (et même, en fait, l'augmenter légèrement pour compenser également un rendement moindre dû, là encore, à l'absence des lattes dans la courbure du profil de la voile). Cette solution demeure moins évidente dans la pratique, toutes les carènes ne tolérant pas cette augmentation du fardage, et surtout du poids dans les hauts (sachant qu'un mât à enrouleur pèse facilement 2 fois le poids d'un mât classique).

On en arrive donc à admettre une grand-voile au rendement inférieur à celui d'un gréement classique, ce qui implique pour l'architecte de veiller à la répartition du nouveau centre de voilure et la position de l'emplanture de mât, ou éventuellement de jouer sur le triangle avant...

Ceci dit, la disposition des laizes, le guindant et la chute se travaillent donc sensiblement comme sur une voile d'avant. Tout comme sur un génois pour enrouleur, la valeur du creux maxi doit rester relativement faible.

La bordure de la voile, quant à elle, dépend essentiellement du type de gréement choisi. Bien souvent, elle sera droite, le point d'écoute étant frappé sur un chariot coulissant sur la bôme ou un palan en bout de bôme, la bordure étant libre (*fig. 2.527*).

La bôme peut également être remplacée par un wishbone, ce qui autorise alors un bon rond de bordure (*fig. 2.528*) ; parfois même, la bôme est carrément supprimée, l'écoute étant sur un renvoi en arrière du cockpit, selon le même principe (mais transversalement) que pour les voiles d'avant (*fig. 2.529*), le rond de bordure

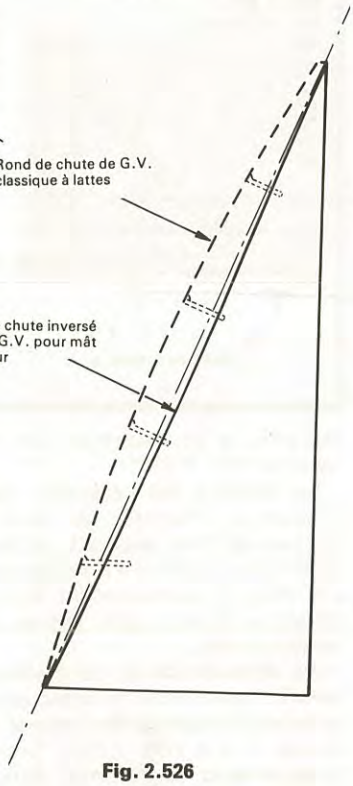


Fig. 2.526

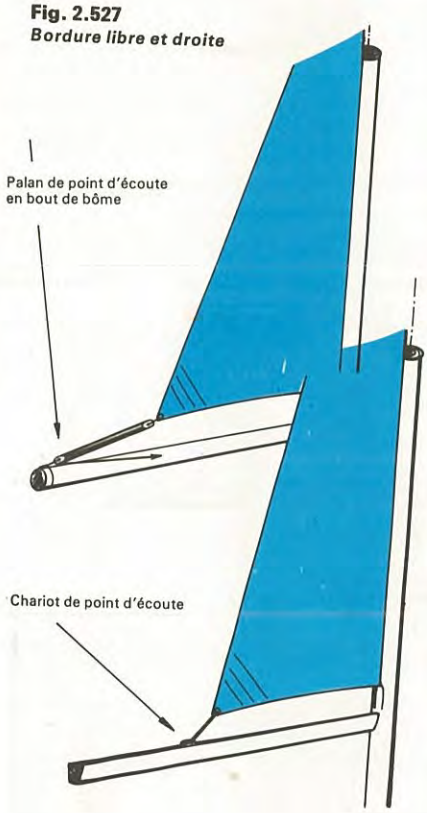


Fig. 2.527
Bordure libre et droite

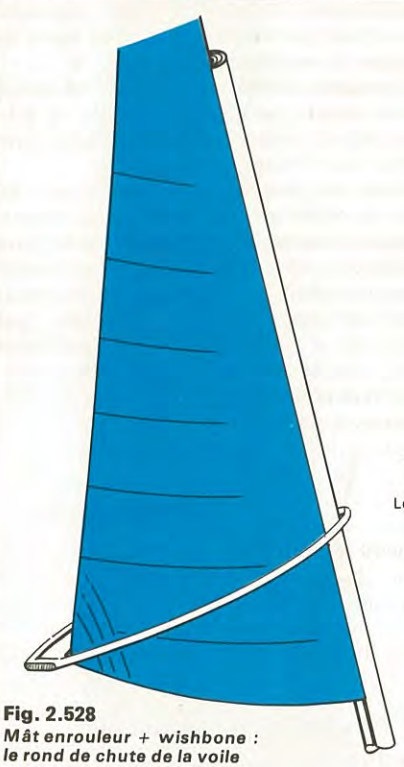


Fig. 2.528
Mât enrouleur + wishbone : le rond de chute de la voile est alors plus important

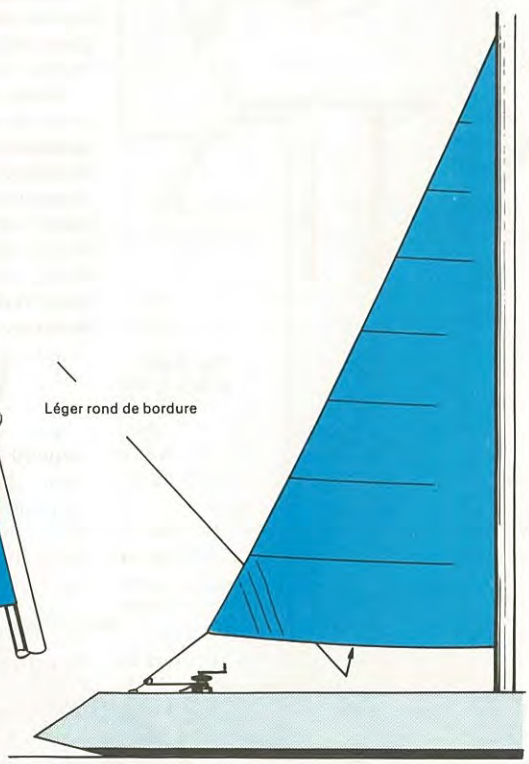


Fig. 2.529
G.V. de mât enrouleur non bômée

devant alors rester modéré, comme on l'a vu au début de ce chapitre 5, puisqu'on se situe dans les conditions d'un génois à enrouleur.

Voile enroulée sur la bôme : on revient ici à une configuration de grand-voile classique ; il ne s'agit toutefois pas ici de traiter des bômes à rouleau dans leur conception ancienne, puisque celles-ci ont été abandonnées quasiment partout, et pour cause, et que de toute façon, il n'y avait pas grand-chose à faire dans la fabrication de la voile qui puisse y changer quoi que ce soit...

En revanche, nous avons pu voir que le principe de bôme « *Leïfurl* » à guindant décalé apporte d'excellents résultats ; la coupe et les finitions d'une telle grand-voile impliquent cependant quelques particularités.

Le dessin de la voile, au point de départ, reste identique à celui d'une grand-voile classique ; le triangle de base étant tracé, on commence par reculer le point « B » d'amure de 15 cm par rapport à sa position classique, à partir de quoi on trace le nouveau guindant théorique.

Il faut ensuite veiller à ce que la bordure forme avec ce guindant un angle légèrement inférieur à 90°, c'est-à-dire, en pratique 86°.

Pour le reste, on procède comme avec une grand-voile classique, à laquelle **on peut donner tout le creux souhaité** sans problème *(C.F. chapitre 3)*. Il en est de même pour les courbes de réglage...

Les goussets de latte, quant à eux, doivent (logiquement) être placés parallèlement à la bordure ; il faut, en outre, noter à ce sujet que l'on a intérêt à adopter des lattes assez étroites (et souples) pour ne pas perturber l'enroulement régulier de la toile sur le périmètre de la bôme, ce que donne une largeur maxi préconisée de 50 mm.

Le nerf de chute (s'il y a lieu, mais il n'y a pas à s'en priver !) doit être prévu avec trois sorties, approximativement réparties à un, deux et trois mètres de la bordure pour correspondre aux réductions équivalentes (en moyenne) de trois bandes de ris. On choisira, bien entendu, de monter des coinceurs extra-plats, qui seront cousus légèrement en retrait de la chute.

Dans le cas de l'enrouleur GVS de Leïfurl, c'est-à-dire avec fourreau emmagasineur, il faut préciser que les coinceurs, tout comme les goussets de latte d'ailleurs, doivent être montés sur la face tribord de la voile...

Renforts et finitions : Aux trois points de la voile, on prendra soin de réaliser des renforts très souples, afin qu'il n'y ait pas de « *cassure* » (angle vif) provoquée à l'enroulement ; de même, il s'avère inutile d'en augmenter exagérément les surfaces, les efforts étant uniformément répartis sur la longueur de la bordure (bôme) enroulée.

Le point de drisse est terminé par une têtière comportant l'œil de drisse, et un œil de fixation du curseur-guide (en guise de coulisseau) fourni par Leïsystem ; une fois en place, ce curseur doit, bien sûr, se trou-

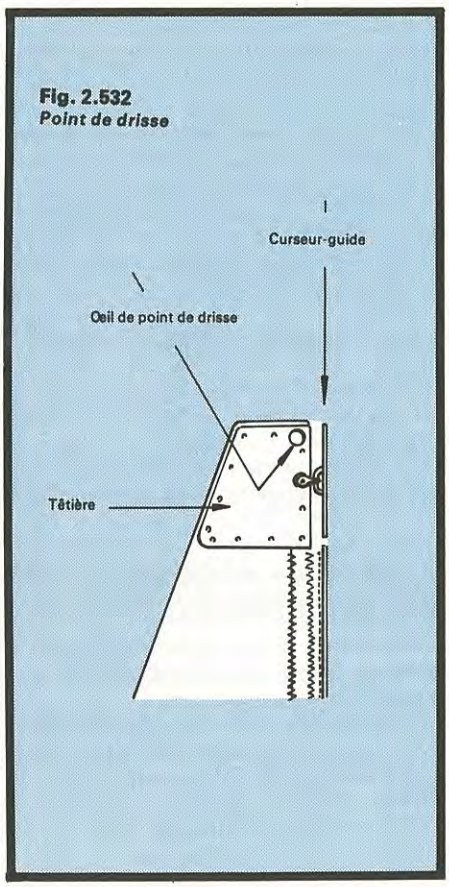


Fig. 2.532
Point de drisse

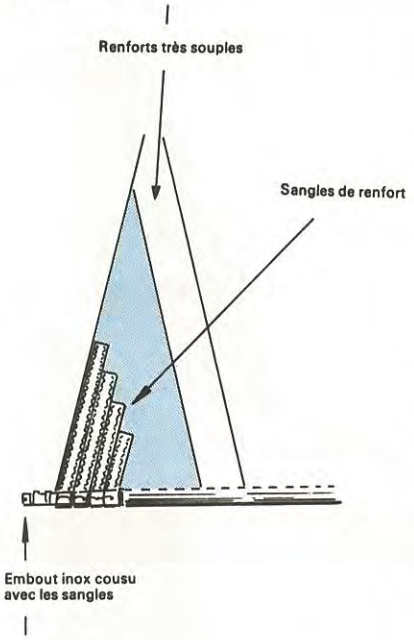


Fig. 2.533
Point d'écoute

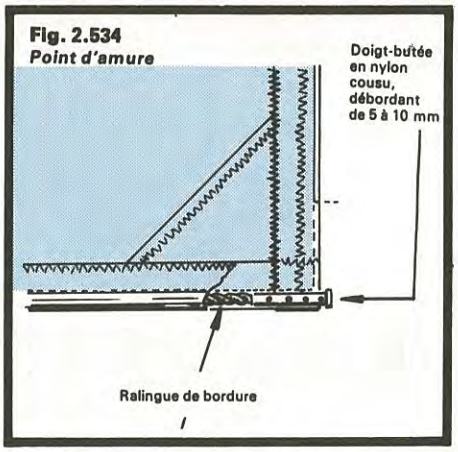


Fig. 2.534
Point d'amure

ver dans le prolongement du cordon de ralingue. *(fig. 2.532).*

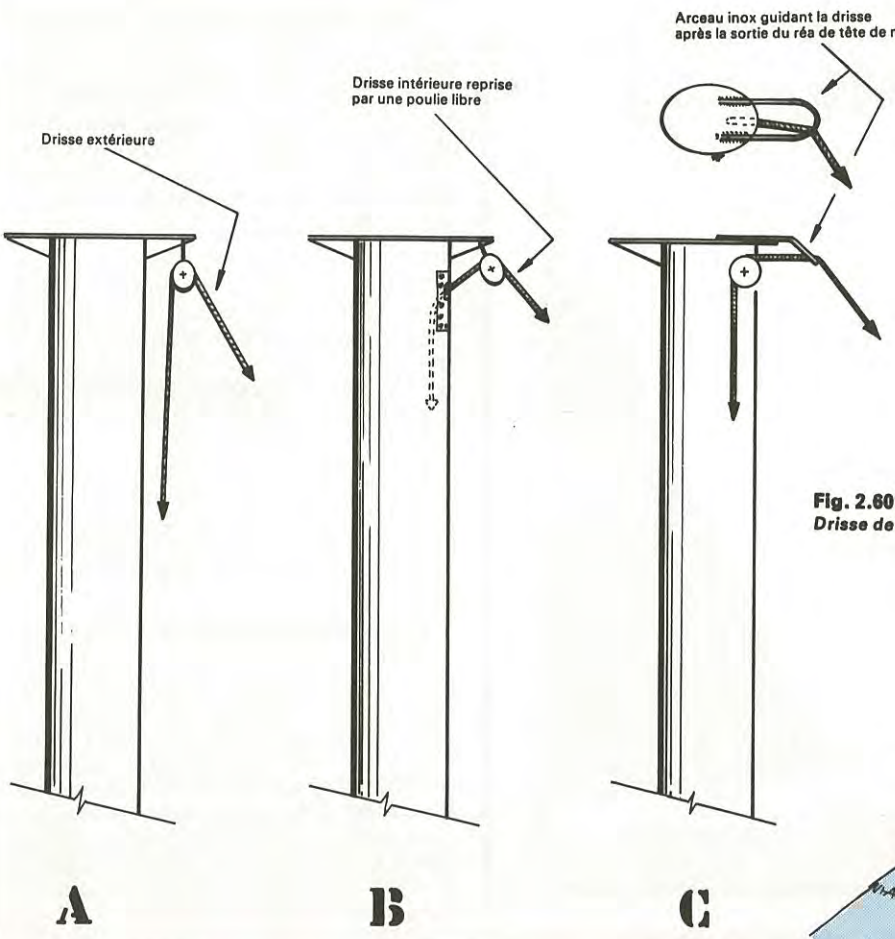
La bordure est terminée, aux points d'écoute et d'amure, par deux embouts spéciaux qu'il est impératif de bien monter dans l'axe l'un vis-à-vis de l'autre, c'est-à-dire dans le prolongement de la bordure théorique (droite), pour obtenir un enroulement parfait.

Au point d'amure, cet embout est une sorte de doigt butoir en nylon qui est cousu de façon à ce que sa tête dépasse de la voile de 5 à 10 mm *(fig. 2.533).* Le cordon de ralingue de la bordure sera donc coupé et arrêté (cousu) 5 à 10 mm avant le point d'amure...

Le point d'écoute quant à lui est confectionné autour de l'embout spécial en inox. On le renforcera par quatre sangles de longueur dégradée, cousues sur le renfort et emprisonnant l'embout cousu ensemble *(fig. 2.534)* ; ce dernier déborde en outre de quelque 45 mm de la voile...

Le guindant, enfin, après avoir été coupé au fer chaud, est bordé sur toute sa longueur par la ralingue rapportée Leïsystem fournie avec l'enrouleur de bôme.

Voilà qui termine ce chapitre sur les diverses voiles réduites par enroulement, domaine dans lequel les progrès techniques réalisés ont été considérables. C'est certainement d'ailleurs là l'élément le plus marquant de notre plaisance actuelle, par lequel on a su maîtriser les problèmes aérodynamiques et techniques, tout en évoluant vers la simplicité, sans nuire au rendement...



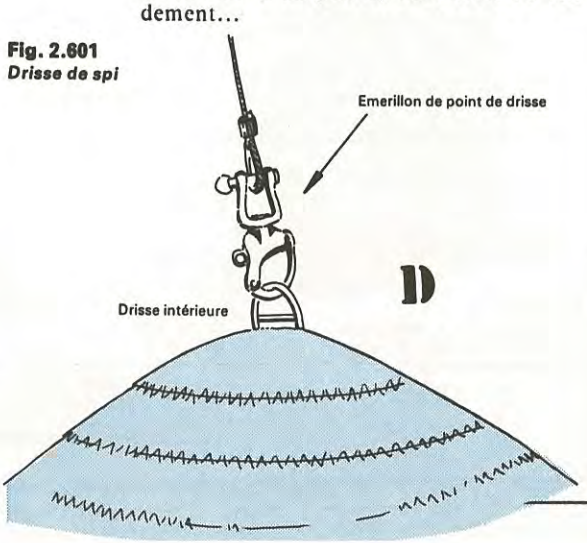


Fig. 2.601
Drisse de spi

2e PARTIE

CHAPITRE 6

CONFECTION DU SPINNAKER

ENTOURÉ d'une auréole de prestige, voire d'admiration, le spinnaker représente à la fois la beauté d'une touche de couleur dans le jeu de voiles posé sur l'eau, et le respect (parfois l'inquiétude) face à l'importance de sa surface, pas toujours évidente à maîtriser... Le climat est d'ailleurs soigneusement entretenu, à coups de grandes phrases et expressions aussi techniques que mystérieuses pour le néophyte, mais aussi, il faut bien l'admettre, d'une part de frime le long des pontons...

Envoyer un spi nécessite certes un accastillage spécial, mais pas nécessairement si compliqué qu'on veut bien se l'imaginer, et en tout cas très logique :

La drisse de spi doit pouvoir coulisser dans son réa en partant latéralement, raison pour laquelle elle est souvent extérieure, montée sur une poulie suspendue *(fig. 2.601)* ou, passe par un pontet lorsqu'elle est intérieure au mât, à la sortie du réa. Enfin, il faudra prévoir un émerillon entre la drisse et le point de drisse du spi, fixé indifféremment sur l'un ou sur l'autre...

Le tangon est également impératif avec, par voie de conséquence, un rail de tangon sur le mât, ou à la rigueur un ou deux anneaux sur platine fixés au mât à la hauteur des réglages les plus souvent utilisés (ce qui nécessite d'abord quelques essais pas toujours très commodes, mais permet quelques économies). Lorsqu'il ne s'agit pas de ferrures à anneaux et crochets à piston, et notamment sur les plus grosses unités, le tangon peut être équipé de « *cloches* », plus faciles à « *enquiller* » *(fig. 2.602)*.

Pour « tenir » notre tangon, il ne nous manque plus qu'une balancine, ou hale-haut, que l'on fait partir à peu près de mi-mât, et aboutir en bout de tangon, ou à mi-longueur sur un pontet. Le spi étant une voile parfois volage *(fig. 2.603)*, on prévoit également un hale-bas de tangon, qui n'est autre qu'un bout partant du bout du tangon pour être frappé à l'étrave du bateau.

Enfin, de chaque point d'écoute du spi, part logiquement une écoute de chaque côté, qui aboutit sur l'arrière du pont, d'où la nécessité de deux poulies (ou chariot sur rail) très en arrière pour renvoyer ces écoutes aux winches. Notons à propos de ces derniers, que les winches de génois, inutilisés la plupart du temps, en croisière du moins, pendant que l'on navigue sous spi, peuvent très bien faire l'affaire.

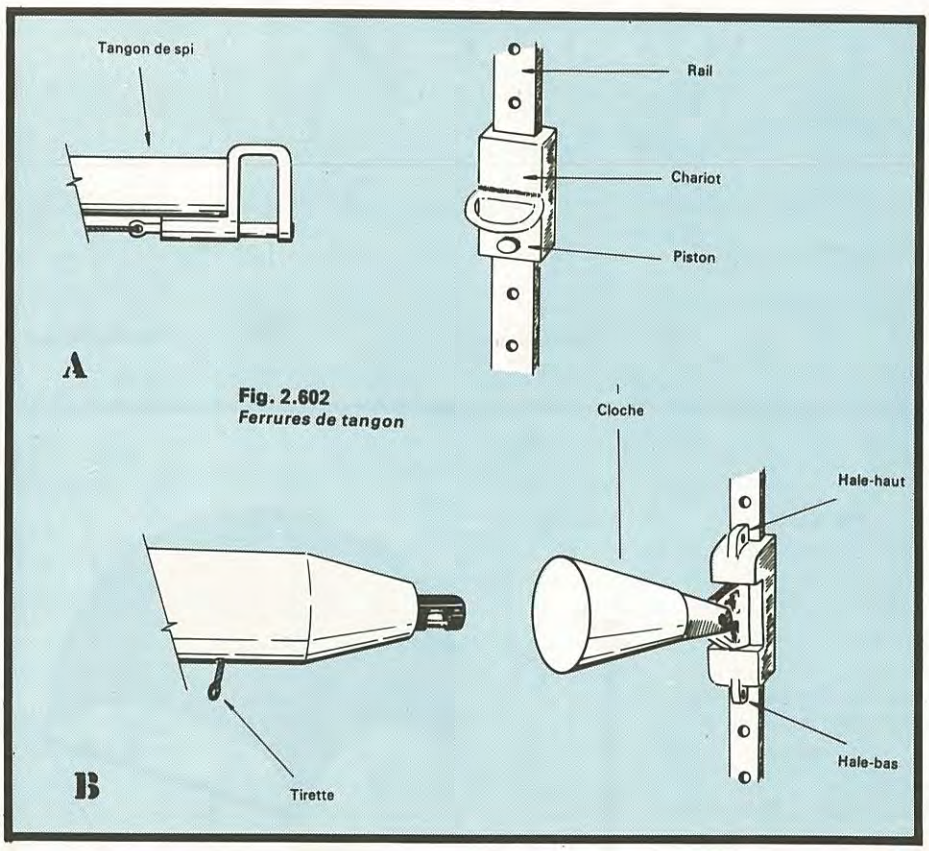


Fig. 2.602
Ferrures de tangon

Bien sûr, s'il s'agit de marcher sous spi avec, dessous, un big-boy ou trinquette de spi, de faire des changements spi dans spi, etc, il vous faudra un winch pour chaque manœuvre...

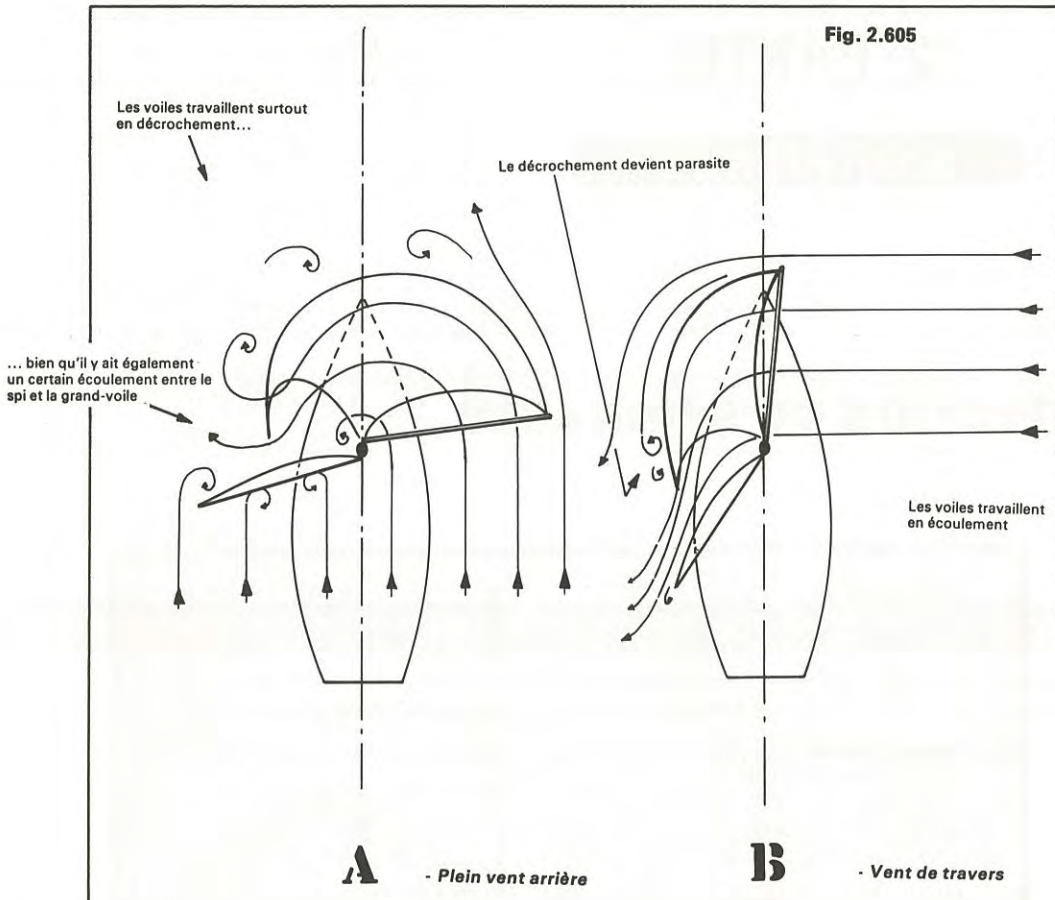
De même, on peut également prévoir le gréement d'un « Jockey pool », qui n'est autre qu'une sorte de petit tangon destiné à écarter le bras de spi lorsque l'on sert le vent de travers et qu'il vient appuyer sur le galhauban... Là encore, rien d'indispensable en croisière, d'autant que l'on n'aura pas nécessairement de spi particulier pour le vent de travers...

Le bras de spi n'est autre que le nom que prend l'écoute se trouvant au vent, et sur laquelle est frappé le tangon *(fig. 2.604)*.

Nous avons fait là le tour des particularités d'un gréement de spi (liste non-exhaustive en régate, bien sûr)...

On comprend que la technique de manœuvre du spi, si elle reste relativement simple et logique elle aussi, ne peut s'improviser, et demande un minimum de coordination, donc d'entraînement de la part des équipiers s'y affairant, ainsi qu'un minimum d'attention à la barre, mais cela tient plus du jeu et d'un état d'esprit en navigation...

Fig. 2.605



Venons-en maintenant à la voile proprement dite :

Il existe aujourd'hui une multitude de spinnakers différents selon leur spécialisation (ou leur non-spécialisation d'ailleurs !). L'idée de base dans l'élaboration de ce type de voile était d'opposer une surface créant une traînée maximum au vent arrière, d'où les premiers spis « ballon » et autres essais de spis « parachute ». On avait là une voile très spécialisée, puisque uniquement valable au vent arrière, et en l'absence de toute autre voile.

En fait, dès que l'on porte la grand-voile, **le spi ne travaille pas uniquement en décrochement** (avec la traînée provoquée), mais il se produit également un certain écoulement de l'air sur le tissu et ce d'autant plus que l'on s'écarte du plein vent arrière (*fig. 2.605*) ; cet écoulement engendrant lui aussi une force propulsive, on a cherché à l'entretenir et l'orienter dans la meilleure direction, faisant évoluer ainsi la forme des spinnakers...

Fig. 2.603

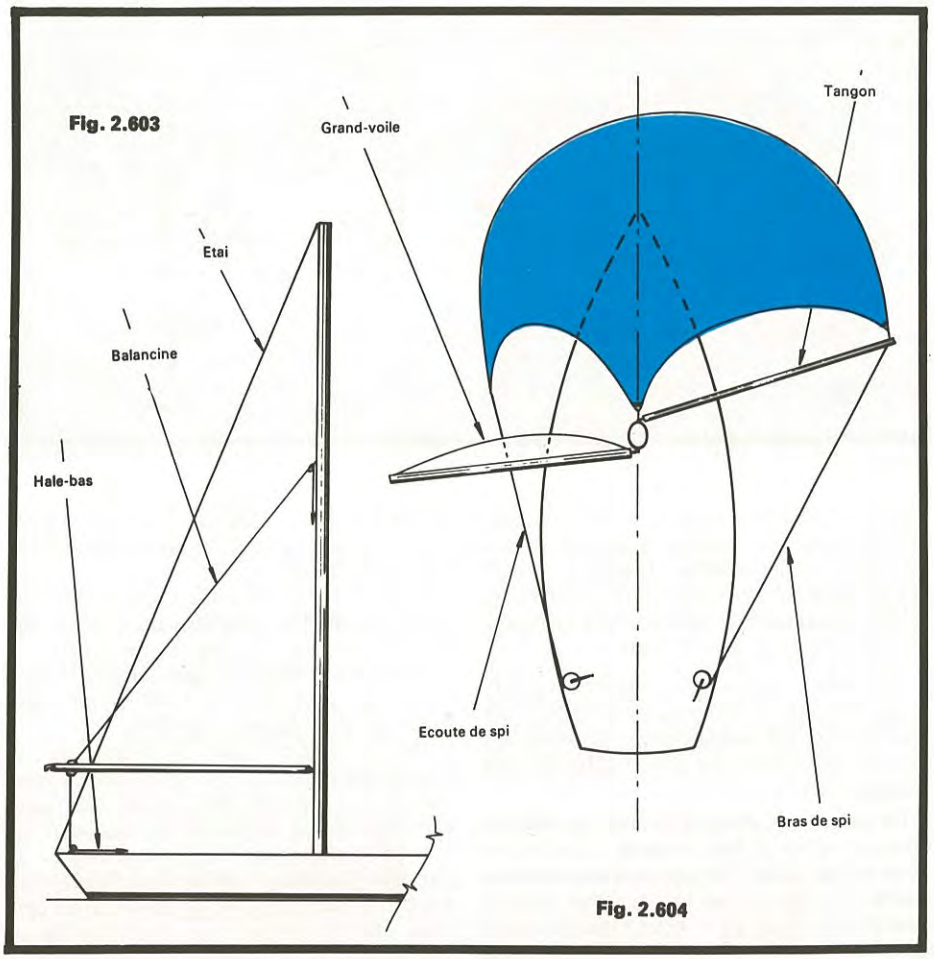


Fig. 2.604

Fig. 2.606

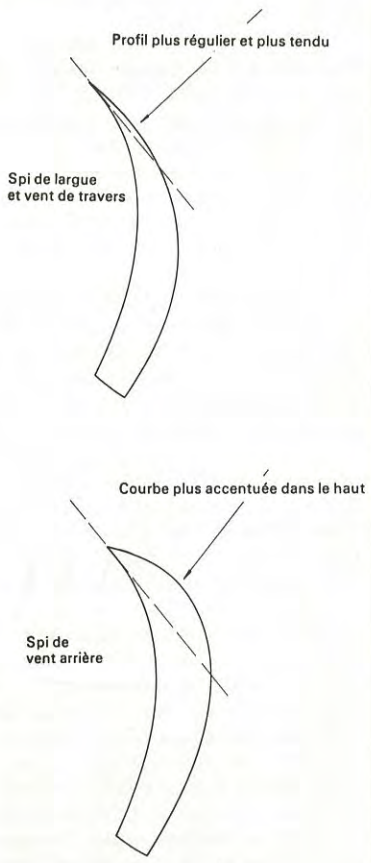
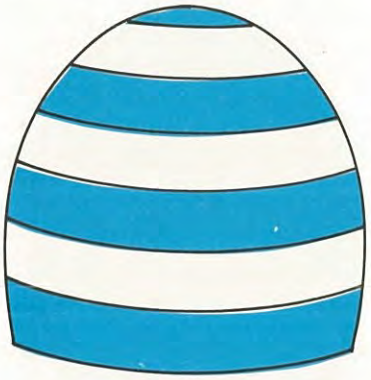
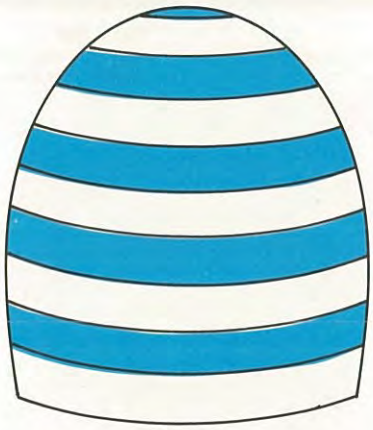


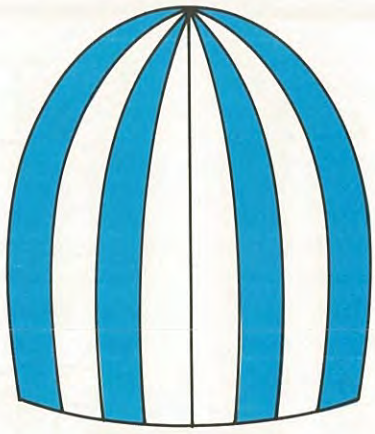
Fig. 2.607



A - Sphérique



B - Le même, plus allongé



C - Fuseau Sutter

La largeur du spi étant dictée tant par les règles de jauge que par des impératifs pratiques, ainsi que sa hauteur (selon que l'on voudra le porter plus ou moins haut...), les formes de la voile trouvent ici des limites à l'intérieur desquelles il est toujours possible d'évoluer...

Outre **son « ballonnement »**, facteur de traînée intéressant aux allures les plus portantes, et **facteur de stabilité** (non négligeable), on cherchera également des sections relativement aplaties à la base et à mi-hauteur... tout ceci variant bien sûr avec l'utilisation prépondérante prévue pour le spi.

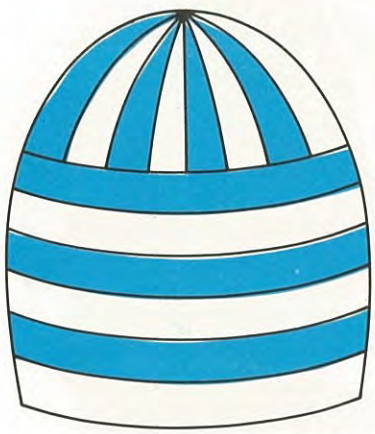
Au vent arrière, le vent apparent étant plus faible, le plus important est d'obtenir un maximum de sustentation ; on donnera donc au profil du spi une courbe très accentuée dans le haut *(fig. 2.606)*. Pour le largue, la partie supérieure du spi n'ayant pas à assurer la sustentation du spi, le vent apparent étant plus important, la courbe du profil sera plus régulière et plus plate.

Tout ceci, en même temps que les différentes recherches de formes en restant à l'intérieur (et en tirant profit) des mesures de jauge, et que la répartition des efforts selon l'utilisation du spi (de petit temps ou de brise, de vent arrière ou de travers...), a conduit à une multitude de coupes différentes *(fig. 2.607)* :

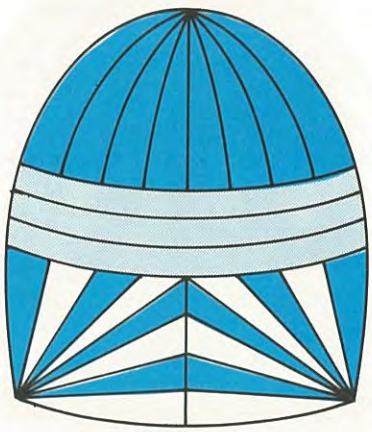
Le spi-« ballon » s'est allongé ; sa coupe à laizes horizontales ne reste utilisée que pour des spis de petit temps et vent arrière sur les dériveurs et petits croiseurs, car on ne peut lui imposer d'efforts importants.

On a vu également **la coupe en fuseaux,** avec les laizes verticales, qui a ouvert la voie au **radial,** devenu aujourd'hui le plus courant ; facile à réaliser et à régler, sa coupe permet de bien maîtriser les répartitions de creux et s'avère idéale pour les spis à tout faire, avec une bonne répartition des tensions sur le tissu.

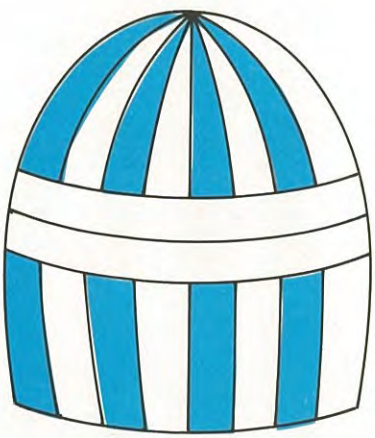
Le triradial favorise encore davantage cette répartition des efforts, plaçant le droit-fil des laizes dans le sens des tensions aux trois points du spi ; il s'agit là d'une coupe bien adaptée au vent de largue et travers, et à la brise (spis lourds). Très à la



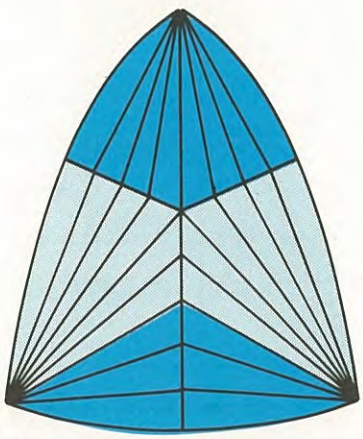
D - Radial



E - Triradial



F - Radial à bordure rapportée



G - Star-cut

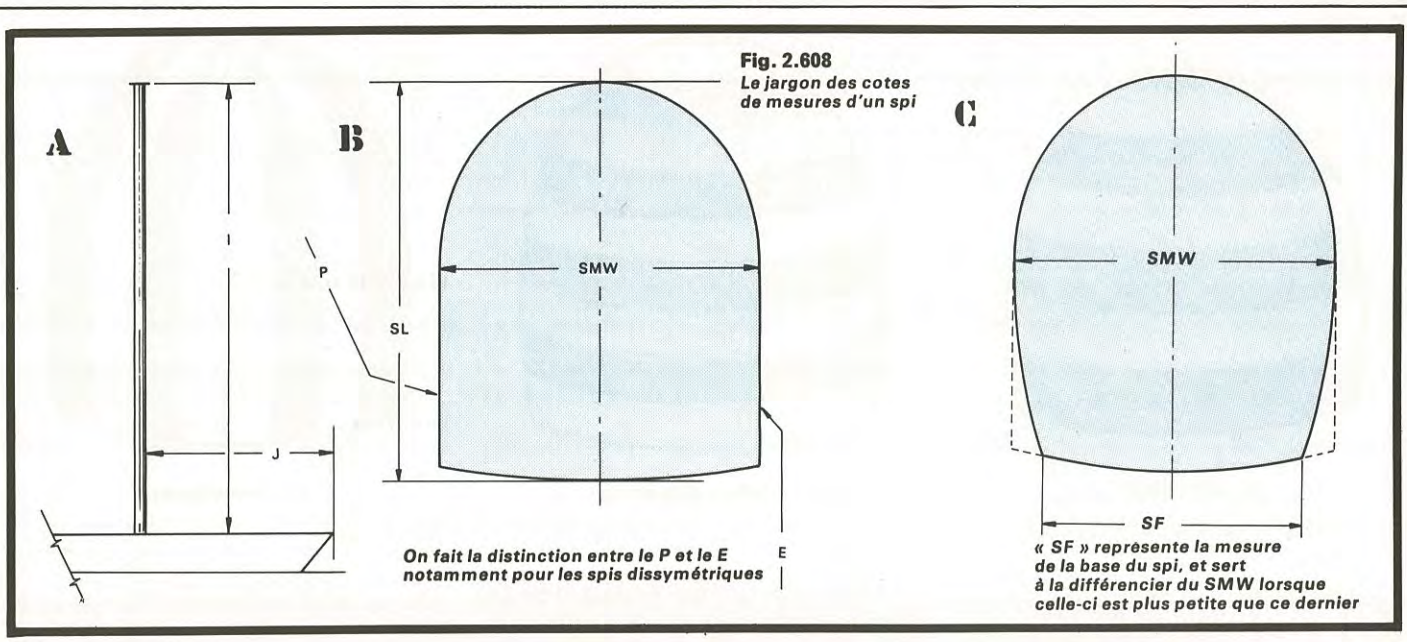


Fig. 2.608 *Le jargon des cotes de mesures d'un spi*

On fait la distinction entre le P et le E notamment pour les spis dissymétriques

« SF » représente la mesure de la base du spi, et sert à la différencier du SMW lorsque celle-ci est plus petite que ce dernier

Fig. 2.609 *Répartition des volumes sur un spi de croisière*

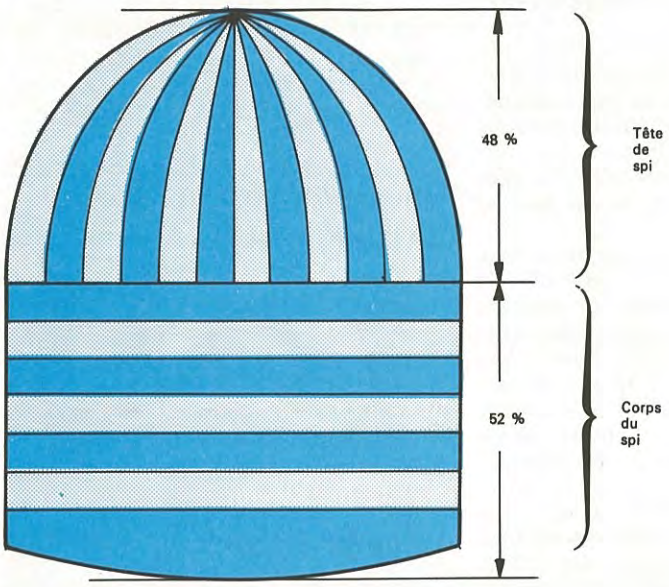
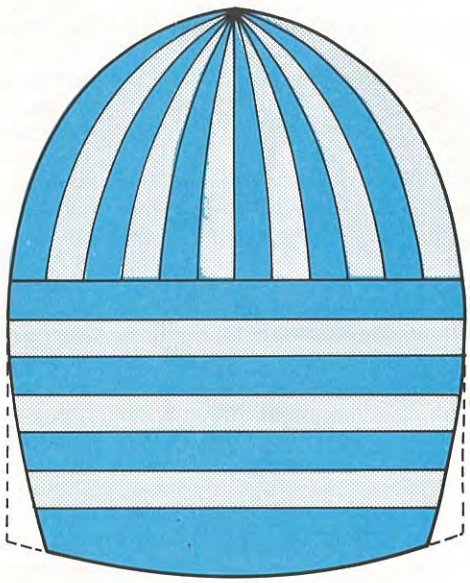


Fig. 2.610



On peut être amené à diminuer la largeur de la base du spi sur les grands spis, notamment pour réduire la longueur du tangon nécessaire

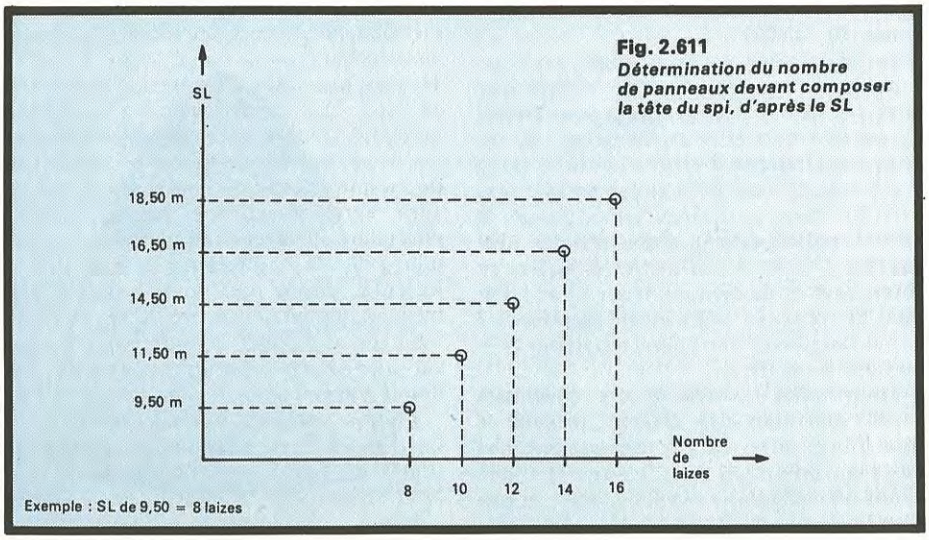


Fig. 2.611 *Détermination du nombre de panneaux devant composer la tête du spi, d'après le SL*

mode ces derniers temps, on utilise également la bonne répartition des tensions dans la coupe triradiale pour diminuer le grammage du tissu, et donc le poids du spi, lorsqu'il s'agit de réaliser un spi ultra-léger pour les très petits temps.

Le radial à bordure rapportée recouvre les mêmes utilisations, et n'est autre qu'une simplification du triradial.

Le star-cut, *encore plus que le triradial, est destiné à la brise et au travers, taillé très plat ; c'est une coupe particulièrement délicate et chère...*

Il y a quelque temps, on a vu apparaître d'autre part des spis à tuyères, visant à provoquer une meilleure stabilité dans la brise et une hyper-sustentation ; mais la jauge interdisant à ces tuyères d'être directives, d'une part, et la complexité et fragilité de l'ensemble d'autre part, ont coupé court cette voie, par ailleurs très spécialisée.

Le spi de croisière :

Dans la mesure où l'on ne va pas chercher à avoir à bord une garde-robe monumentale, si l'on préfère en croisière n'embarquer qu'un seul spi, on va chercher des coupes, formes et dimensions qui conviennent à **un spi « à tout faire »**. Sans chercher le mouton à cinq pattes, le raisonnement est donc bien différent de la course, où l'on n'hésitera pas à spécialiser chaque spi pour chaque utilisation différente afin d'optimiser sans cesse les performances, la multiplication des manœuvres et la concentration nécessaire au barreur n'étant pas un problème...

On peut donc, dans cet esprit, définir notre spi de croisière comme étant de taille moyenne, se prêtant au petit temps ; ce ne sera, bien sûr, pas un spi idéal pour la calmasse, mais il doit rester **relativement** facile à rentrer par force 5 à 6. Il doit également résister à ces vents au portant, et être, de par ses formes, suffisamment stable pour ne pas obliger l'équipage, en utilisation normale, à garder les yeux rivés dessus en permanence... De toute façon, en croisière, vous ne garderez pas couramment votre spi établi au-delà de force 5 à 6, confort et sécurité obligent, et rentrer un spi de 90 m² par force 7 n'est pas à la portée du premier équipage venu, il faut le reconnaître !

Dans les limites imposées par la recherche de stabilité du spi en l'air, on va également lui donner des formes suffisamment aplaties pour qu'on puisse l'utiliser jusqu'au largue par vents moyens, afin de ne pas avoir une voile trop spécialisée de vent arrière et grand largue...

Tout ceci nous amène entre autres à une coupe, désormais classique, radiale (radial-head), qui convient très bien à des surfaces de 20 à 200 m², et reste relativement facile à maîtriser en confection.

Disons tout de suite qu'il serait illusoire de prétendre, en fabrication amateur, arriver à des résultats probants pour la course, avec des coupes de spis très travaillées. On verra en revanche, dans les lignes qui suivent, qu'**il est possible, en faisant le travail soi-même, d'arriver à faire un bon spi de croisière à coupe radiale,** tant il est vrai aussi que la croisière permet de tolérer les approximations et petites erreurs, et que cette coupe peut se prêter à quelques retouches éventuelles après essais...

Grammage du tissu : dans l'optique du spi de croisière que l'on a définie et qui restera donc la base de l'exemple de confection qui va suivre, on peut aisément déterminer le grammage du tissu à spis que l'on devra employer, selon la longueur du bateau.

Ainsi, jusqu'à 9-10 m, on prendra du nylon de 40 g/m², de 10 à 17 m, on restera à 55 g/m², et au-dessus, on passera à 65 g/m², mais ce grammage est déjà lourd...

En fait, il ne faut pas augmenter ces grammages, si l'on veut que le spi puisse se gonfler par petit temps ; sinon, il serait trop lourd, l'augmentation de surface aggravant encore le phénomène, puisque c'est le poids total du spi qui entre ici en compte...

Détermination des cotes du spi :

Dans le jargon qui va suivre, on va employer le terme *« SMW »*, pour désigner conventionnellement la plus grande largeur du spi ; elle sera calculée en fonction de « J » (distance entre la face avant du pied de mât et le point d'accrochage de la cadène d'étai avant). Le guindant, *« P »*, et la bordure, *« E »*, seront en fait identiques sur un spi symétrique comme celui qui va suivre... Enfin, le *« SL »* représente la hauteur du spi, entre autres, déterminée avec le *« I »* du bateau *(fig. 2.608).*

Pour une utilisation normale de croisière, il ne s'agit pas de faire un spi aux dimensions maximum ; trop grand, il nécessitera un trop grand tangon, avec les risques accrus de chalutage que cela implique. Plus petit, il sera plus maniable ; nous n'irons toutefois pas, avec les formules qui vont suivre, jusqu'aux cotes d'un spi de gros temps, de façon à garder suffisamment de toile pour qu'il garde son intérêt dans les vents faibles.

On peut ainsi **déterminer le SMW** en multipliant J par 1,8 maxi :

$SMW = 1{,}8 \times J$

Pour ce qui est de la hauteur du spi, on prendra :

$SL = 0{,}95\sqrt{I^2 + J^2}$.

Nous avons là les deux cotes principales de notre spi, à partir desquelles **on peut approximativement en connaître la surface,** en multipliant SMW par SL et par 0,90 à 1 : il est bien évident, en effet, que la surface d'une telle forme de voile ne peut être calculée avec une stricte exactitude, puisque ce n'est ni une portion de sphère, ni une voile plate ; la surface varie donc avec l'importance du creux, qui peut varier entre deux spis de même dimension initiale.

C'est pourquoi on peut dire qu'en moyenne, un coefficient multiplicateur de 0,90 à 1 permet de rester très proche de la vérité.

$Surf. = 0{,}95 \times SMW \times SL$

Dans les règles de jauge IOR, on emploie une autre formule pour la mesure théorique des spis :

$Surf. = 1{,}1 \times J \times SL$

Dessin du spi :

Il nous faut tout d'abord définir la répartition en hauteur entre la tête radiale et le corps du spi. En ce qui nous concerne, on donnera à la tête 48 % du SL **pour une bonne proportion des volumes ;** il reste donc 52 % de la hauteur pour le corps du spi *(fig. 2.609).*

Nous placerons le SMW à la base de la tête, et donc en haut du corps du spi, et l'on fera descendre les côtés du spi (chute et guindant) parallèles entre eux jusqu'en bas, c'est-à-dire à la base du spi. La largeur du spi à sa base sera donc égale au SMW.

Sur les grands spis, on diminue parfois cette largeur à la base du spi, afin de limiter (entre autres) la longueur du tangon *(fig. 2.610).* En fait, pour le type de spi dont il s'agit ici, de dimension moyenne, cela n'apparaît pas nécessaire, et l'on se simplifiera d'autre part le travail à venir dans la coupe en lui donnant des côtés parallèles.

Détermination du nombre de laizes :

Ayant déterminé les différentes cotes du spi, il faut maintenant déterminer le nombre de laizes devant composer le corps, d'une part, et la tête de cette voile...

Dans la coupe à tête radiale, on a donc, sur cette dernière, des laizes verticales, tandis que les laizes du corps sont horizontales.

Le corps du spi :

Connaissant la hauteur souhaitée du spi, on connaît donc celle que doit avoir le corps ; divisant celle-ci par 1 (les laizes théoriquement, en tissu à spis, faisant un mètre de large), on connaît donc le nombre de laizes nécessaire à composer notre corps de spi. Le problème est toutefois, qu'en faisant des pinces importantes à chaque laize, si l'on n'apporte pas de correction à notre calcul de nombre de laizes, on aura, après assemblage, un corps de spi plus court que prévu : la mesure du SL, au milieu du spi, sera, bien sûr, bonne, mais les côtés seront plus courts. Or, ce sont bien ces derniers qui représentent la véritable hauteur du spi, le surplus de longueur sur la partie médiane représentant le creux donné à la voile.

Pour garder un SL réel égal au SL théorique, on va donc additionner la valeur de toutes les pinces que l'on aura prévues, pour déterminer la largeur de la laize à ajouter.

Fig. 2.612
Gabarit du panneau de tête

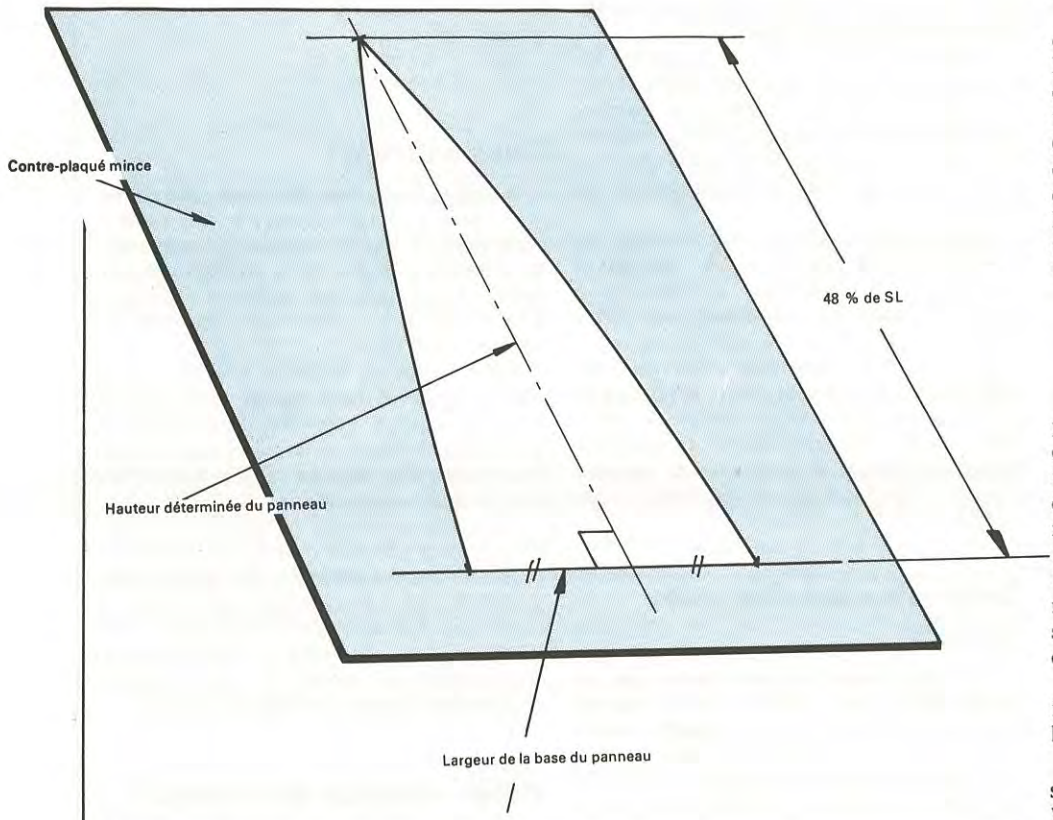
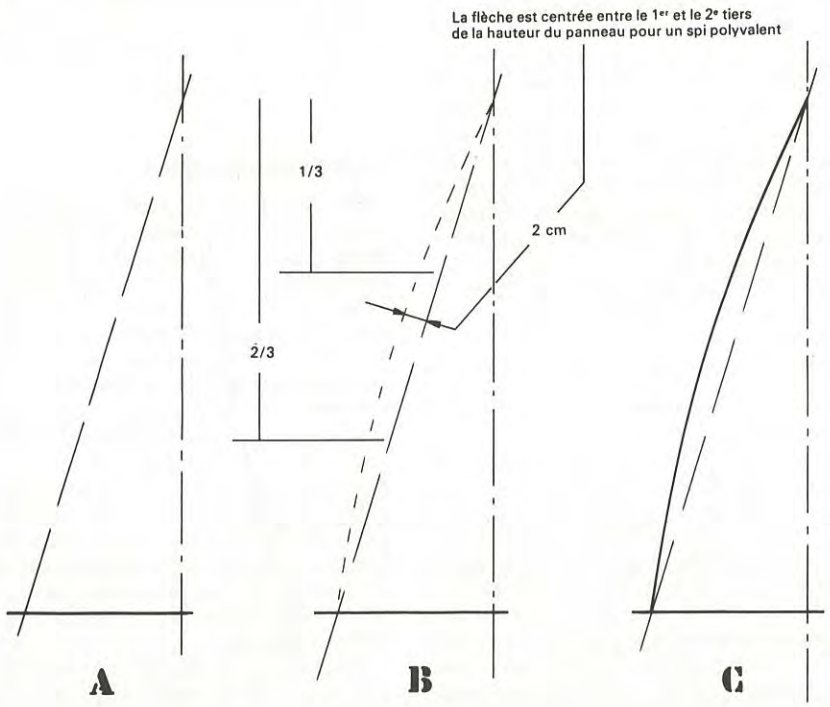


Fig. 2.613
Dessin du panneau avec sa courbe



Par exemple, s'il s'agit de faire un spi de 10 m de SL théorique, on aura à faire une tête de 4,80 m de haut, et un corps de 5,20 m.

Cela nous fait partir sur une base théorique de 5 laizes de 1 m pour le corps ; or si l'on compte 4 pinces de 15 cm chacune, cela nous fait 60 cm de tissu à ajouter. Il faut, d'autre part, y ajouter la diminution (on ne peut pas à proprement parler de pince) sur la dernière laize du bas, pour lui donner un rond de bordure soit 25 cm. Enfin, sur la sixième laize que l'on va ajouter, il faudra également faire une pince de 15 cm ; on a donc :

4 pinces de 15 cm =	60 cm
+ une de 25 cm =	+ 25 cm
+ la dernière de 15	+ 15 cm
	= 100 cm

Rappelons-nous ici que nous sommes partis dans notre calcul, de 5 laizes théoriques de 1 mètre, or notre tête de spi doit faire 5,20 m ; il convient donc encore d'ajouter dans notre exemple, ces 20 cm à notre total de pinces, ce qui nous donne 120 cm de tissu à ajouter. Le tissu étant en 1 m de large, pour éviter une laize supplémentaire de 20 cm, on pourra diviser notre sixième laize à faire en deux laizes de 60 cm chacune.

On aura ainsi respecté dans le résultat final, notre répartition de 52 % de SL dans le corps, et 48 % dans la tête du spi.

Selon les cas de figure dus aux dimensions du spi, et aussi pour se simplifier la vie, on peut tout simplement, lorsqu'il ne s'agit que de 10 ou 20 cm de tissu, décider de les reporter carrément sur la hauteur de la tête, après avoir apporté le maximum des corrections sur la hauteur du corps du spi. Il est vrai, toutefois, que l'on modifie alors le rapport du spi entre le corps et la tête, mais lorsque c'est dans de faibles proportions, cette variation peut être négligeable, d'autant qu'il s'agit d'un spi à tout faire pour la croisière...

La tête du spi :

Il reste ensuite à déterminer le nombre de laizes verticales devant composer la tête de notre spi radial.

La largeur de celle-ci, dans notre exemple, sera égale au SMW. D'autre part, dans notre méthode pour déterminer le creux que l'on va donner à la tête, selon la dimension du spi à tailler, nous allons nous baser sur une valeur de pince constante entre chaque laize, et donc augmenter, ou diminuer, le nombre de ces laizes pour faire varier la valeur totale du creux donné.

On peut ainsi avoir une bonne base de calcul, **en subordonnant le nombre de laizes de la tête au SL du spi** (c'est-à-dire sa hauteur) ; ainsi, plus le SL sera grand, plus le creux sera important, et plus le nombre de laizes verticales le sera également. Le tableau de la figure 2.611 donne les correspondances entre ces valeurs ; on voit ainsi que dans la tête d'un spi de moins de 9,50 m de haut, nous ne mettrons, avec cette méthode de travail, que 8 laizes, alors

qu'entre 9,50 et 11,50 m ces dernières seront au nombre de 10, etc.

Voilà qui nous permet enfin d'en avoir terminé avec le dessin sur papier de notre spi : c'est-à-dire la préparation du travail ; il ne nous reste plus qu'à passer à la coupe.

La coupe du spi : La tête :

Toutes les laizes, que l'on appelle également des « panneaux », doivent être identiques ; on va donc se faire un gabarit (ou un patron, en terme de couture), que l'on va découper dans un matériau rigide, carton fort, ou contre-plaqué très fin. Tous les panneaux seront ainsi coupés d'après le même gabarit.

Pour dessiner ce gabarit, on va commencer par tracer la hauteur déterminée de la tête du spi, puis la base du panneau, perpendiculairement, et centrée sur celle-ci *(fig. 2.612)*.

A l'aide d'une règle souple, on va alors tracer l'un des côtés du panneau, en rejoignant le sommet à l'une des extrémités de la base avec une courbe régulière à l'œil.

Plus cette courbe sera plate, plus le spi sera plat lui aussi, et plus elle aura de flèche, plus le spi sera creux ; il est difficile ici de donner des valeurs absolues, tant il est vrai que chaque voilier a l'habitude de juger ce genre d'appréciation à l'œil.

Il faut simplement se rappeler qu'un spi très creux sera plus spécialisé aux vents arrière, alors qu'un creux moyen nous donnera un spi plus polyvalent. Quant au spi très plat, il serait, lui, spécialisé pour remonter les vents de travers mais, de toute façon, la coupe à tête radiale simple ne convient plus : il faut passer alors ici au triradial de vent de travers, ce qui est une tout autre histoire !...

Pour donner un ordre d'idées, disons que la flèche de cette courbe à donner au côté du panneau doit être de quelque 2 cm, avec l'option d'utilisation du spi que nous avons définie pour notre exemple (cette valeur restant constante, comme on l'a vu, l'augmentation du nombre de panneaux faisant ensuite varier le creux total, par l'addition de la valeur de cette courbe à chaque assemblage de laize...).

D'autre part, puisqu'il s'agit ici d'un spi de croisière polyvalent, on pourra centrer la flèche de cette courbe entre 1/3 et 2/3 de la hauteur du panneau *(fig. 2.613)*.

Rappelons ici également que, plus le centrage de la flèche de cette courbe (et donc du creux de la tête du spi) sera placé haut, moins votre spi remontera au vent de travers, mais plus, proportionnellement, il sera stable au vent arrière.

Enfin, la détermination du creux de la tête du spi doit, bien sûr, se faire en harmonie avec le creux donné par les pinces des laizes horizontales du corps de celui-ci... On se basera donc sur celles-ci également pour que la tête corresponde au corps sans qu'il y ait de cassure de ligne.

Continuant l'élaboration de notre gabarit de panneaux verticaux, lorsque le premier côté a été tracé avec sa courbure, on divise la hauteur du panneau en traçant des repères tous les 50 cm pour reporter, de l'autre côté de l'axe central du panneau, et perpendiculairement à celui-ci, chaque point correspondant de la courbure du premier côté *(fig. 2.614)*, sur des perpendiculaires.

Rejoignant ces points à la règle souple, on peut ainsi facilement tracer alors le deuxième côté du panneau, en étant sûr qu'il soit bien symétrique du premier.

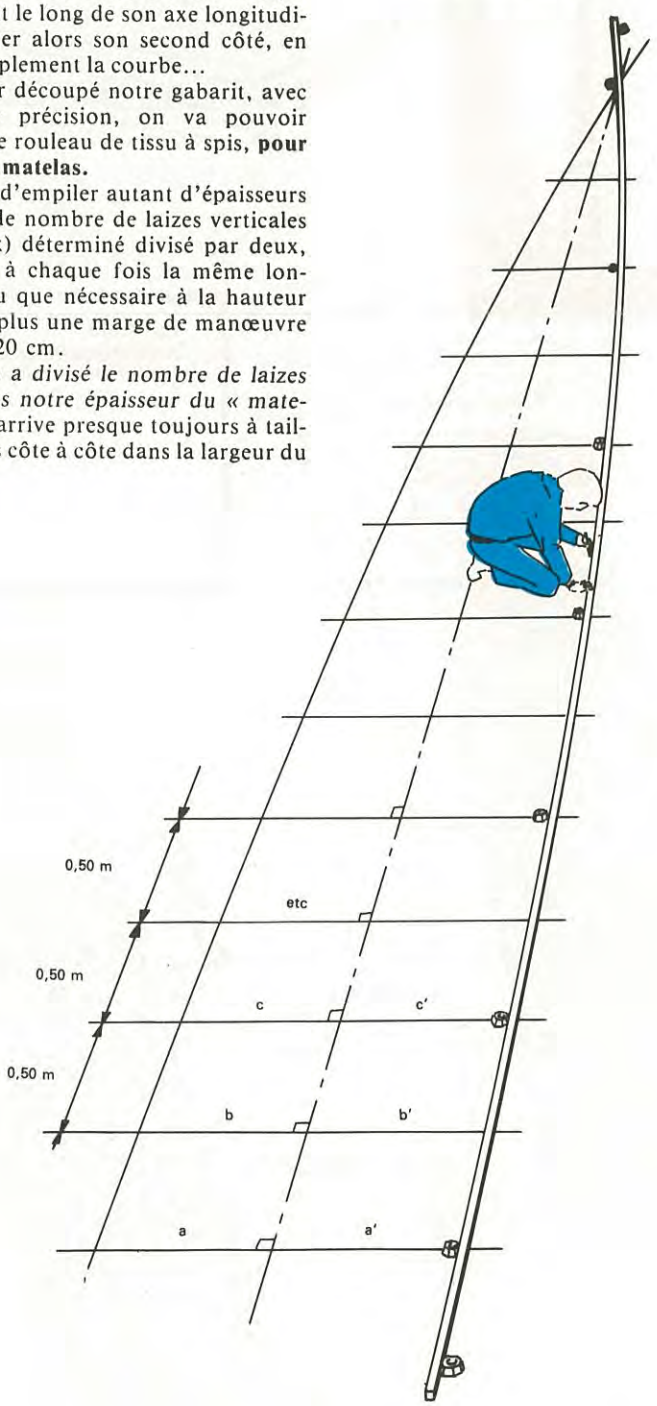
Une autre solution, possible si le matériau dans lequel est fait le gabarit s'y prête, consiste, après avoir tracé un des côtés, à plier le gabarit le long de son axe longitudinal pour tracer alors son second côté, en recopiant simplement la courbe...

Après avoir découpé notre gabarit, avec beaucoup de précision, on va pouvoir dérouler notre rouleau de tissu à spis, **pour le disposer en matelas.**

Il s'agit ici d'empiler autant d'épaisseurs de tissu que de nombre de laizes verticales (ou panneaux) déterminé divisé par deux, en déroulant à chaque fois la même longueur de tissu que nécessaire à la hauteur du panneau, plus une marge de manœuvre de l'ordre de 20 cm.

En fait, on a divisé le nombre de laizes par deux dans notre épaisseur du « matelas », car on arrive presque toujours à tailler deux laizes côte à côte dans la largeur du

Fig. 2.614
Traçage du deuxième côté symétrique du gabarit



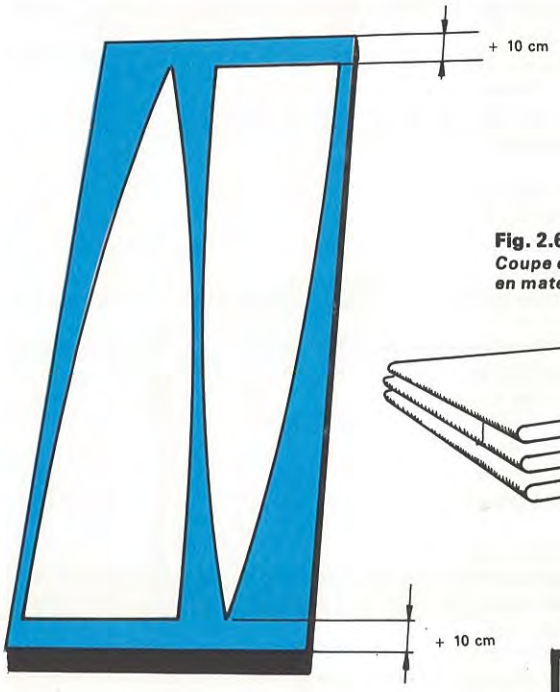


Fig. 2.615
Coupe des panneaux (ou laizes) en matelas

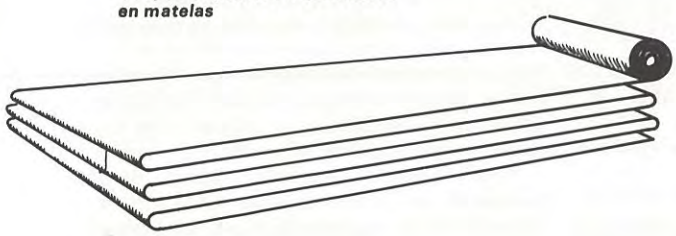
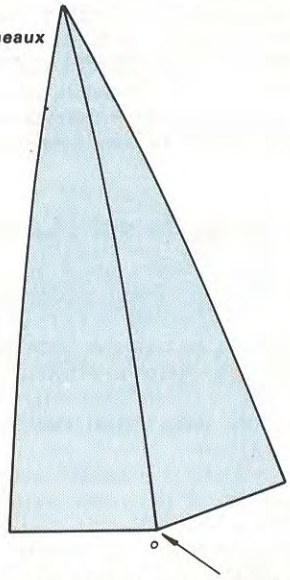


Fig. 2.618
Assemblage de 2 panneaux verticaux entre eux



Point de départ pour l'assemblage

Fig. 2.619
Assemblage du tissu retourné par un guide spécial sur machines à coudre professionnelles

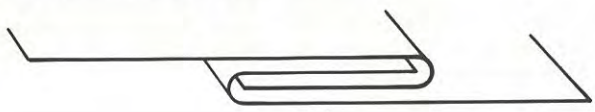
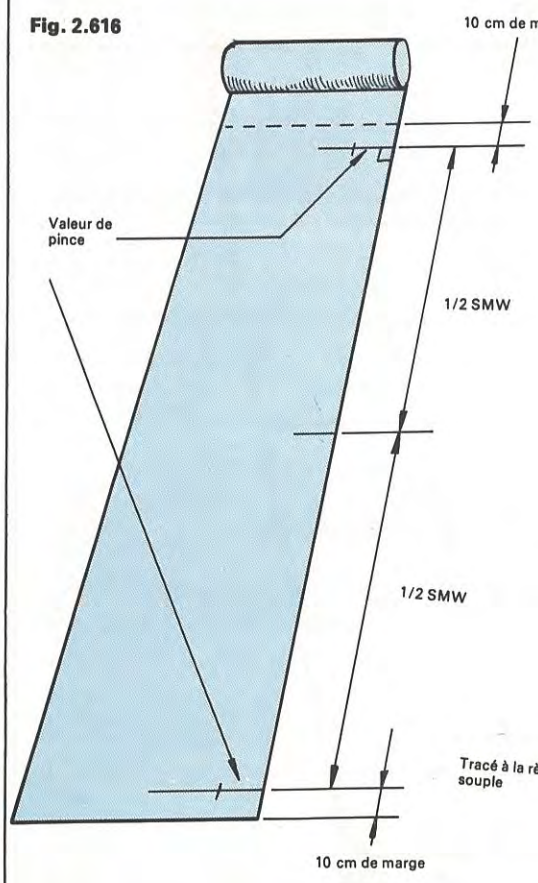


Fig. 2.616



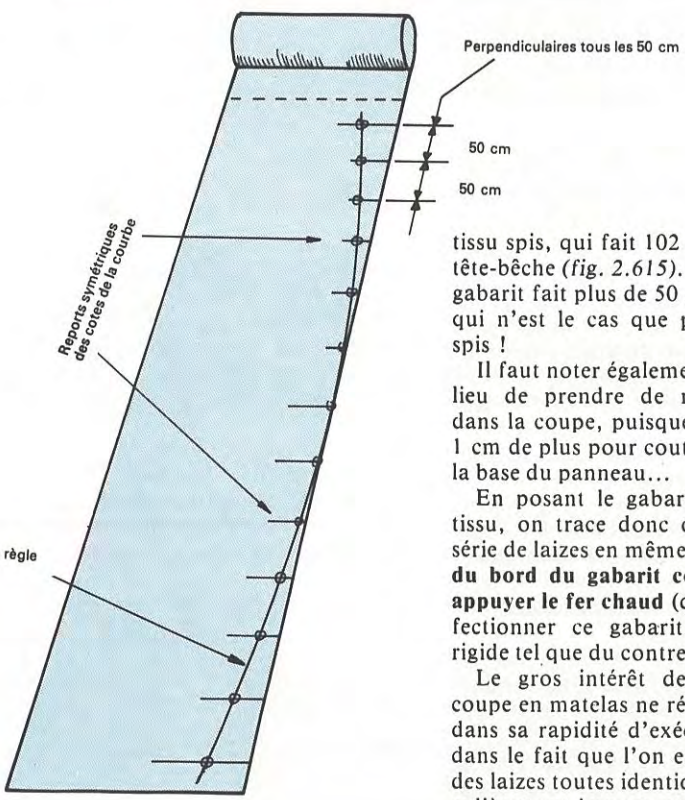


Fig. 2.617

tissu spis, qui fait 102 cm, en les disposant tête-bêche *(fig. 2.615)*... sauf, bien sûr, si le gabarit fait plus de 50 cm maxi de large, ce qui n'est le cas que pour les très grands spis !

Il faut noter également qu'il n'y aura pas lieu de prendre de marge d'assemblage dans la coupe, puisque l'on a déjà compté 1 cm de plus pour couture dans le calcul de la base du panneau...

En posant le gabarit sur le matelas de tissu, on trace donc directement toute la série de laizes en même temps, **en se servant du bord du gabarit comme guide pour y appuyer le fer chaud** (d'où l'intérêt de confectionner ce gabarit dans un matériau rigide tel que du contre-plaqué).

Le gros intérêt de cette méthode de coupe en matelas ne réside pas uniquement dans sa rapidité d'exécution, mais surtout dans le fait que l'on est sûr, ainsi, d'avoir des laizes toutes identiques, ce qui est particulièrement important pour la précision de la coupe du spi et son assemblage. Le fer chaud à couper est donc quasiment indispensable.

Si l'on ne dispose pas de fer chaud, on se retrouve donc ici dans l'obligation de tracer, puis couper, chaque laize une par une, mais outre le fait que le tissu nylon a particulièrement tendance à s'effilocher, c'est la régularité de coupe entre les laizes qui en pâtira.

Le corps du spi :

Pour la coupe des panneaux horizontaux du corps du spi, on va ici aussi pouvoir procéder à une coupe en matelas, puisque toutes les laizes, dans notre spi, seront identiques (sauf celle du bas, qui aura un rond différent puisqu'elle constituera la bavette du spi).

En effet, avec notre dessin de spi à guindant et chute symétriques, le travail se trouve ici grandement simplifié ; toutes les laizes (ou panneaux) sont de même longueur. Ces laizes prenant par contre, toute la largeur du rouleau de tissu à spis, il ne sera pas nécessaire de faire de gabarit, comme dans le cas précédent. On peut simplement se contenter de tracer une laize, avec sa courbure de pince, dont on suivra le dessin sur le tissu pour couper le matelas...

Dans la longueur des laizes, on va là encore, se réserver 20 cm de marge de manœuvre...

Pour tracer notre laize de référence, on va tout d'abord tracer le SMW, et positionner un point matérialisant son milieu, afin de répartir nos 20 cm de marge de part et d'autre de chaque point extrême du SMW *(fig. 2.616).*

A chacun de ces points extrêmes du SMW, il faut ensuite tracer une perpendiculaire au bord du tissu. Sur cette perpendiculaire, on va ensuite repérer la hauteur prévue de la pince, telle qu'elle a été prévue sur le plan de coupe fait sur papier.

On va ainsi pouvoir relier les trois points obtenus (les deux points extrêmes représentant la valeur de pince, et le point reprenant la largeur maxi de la laize au milieu du SMW) par une règle souple, pour tracer la courbure correspondant à la pince souhaitée *(fig. 2.617).*

Il est facile (et important), pour vérifier que cette courbure soit bien symétrique par rapport à l'axe du milieu de laize, de replier le tissu le long de cet axe pour voir si, par transparence sur le tissu, les traits des deux côtés de laize correspondent bien l'un au-dessus de l'autre.

On peut également reprendre la méthode vue plus haut, avec les repères tous les 50 cm sur lesquels on relève la hauteur du bord du tissu à la courbe pour les reporter de l'autre côté de la laize...

Après cela, le tissu étant disposé en matelas avec autant d'épaisseurs que de laizes à tracer, moins une qui sera la laize inférieure, tracée à part, il ne reste plus qu'à procéder à la coupe au fer chaud...

Il est important pour la suite, lors du montage, de matérialiser d'un coup de crayon le centre de chaque panneau sur sa courbe, c'est-à-dire le sommet de cette courbe.

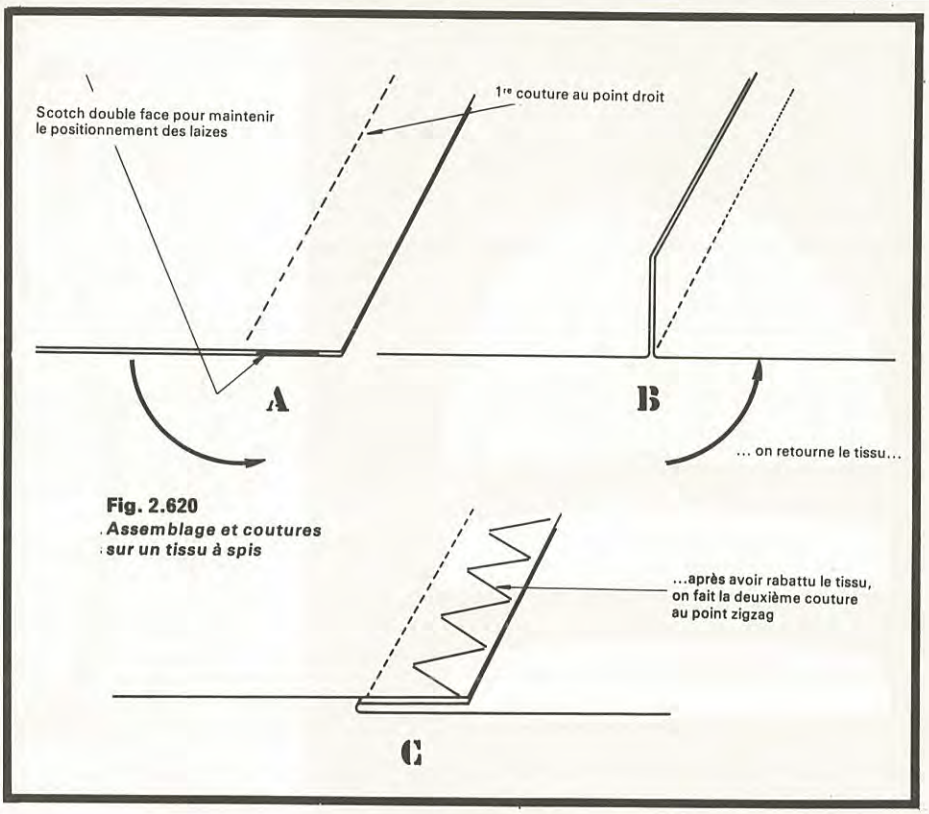


Fig. 2.620
Assemblage et coutures sur un tissu à spis

La dernière laize :

Le principe de traçage de cette dernière laize reste identique à ce qui vient d'être vu, mais la valeur de la pince y étant nettement plus importante pour constituer la bavette du spi, il nous faut la tracer et couper séparément...

La coupe du spi est alors terminée, il reste à passer au montage.

Le montage du spi :

Il est préférable, sur le plan pratique, de commencer ici par le montage de la tête du spi.

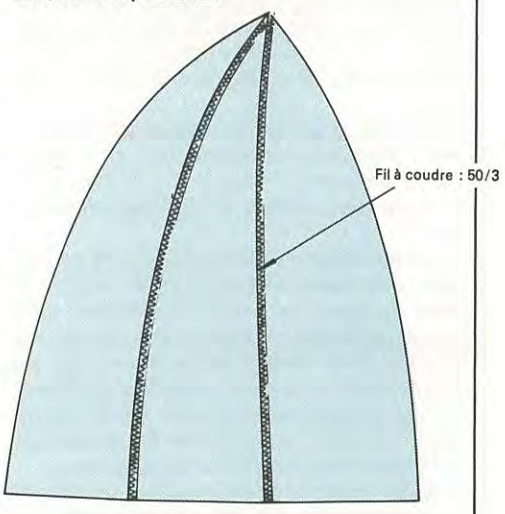
Pour l'assemblage des panneaux verticaux de la tête, on présente les deux premiers panneaux en les faisant correspondre à 0 cm dans l'angle du bas *(fig. 2.618).*

Les voiliers professionnels disposent, sur leurs machines à coudre, d'un guide spécial pour l'assemblage du tissu retourné *(fig. 2.619)* ; ce n'est pratiquement jamais le cas pour un amateur. Le montage le plus solide consiste alors à faire chevaucher les laizes de 8 à 10 mm, en les collant à l'aide de scotch double face avant de procéder aux coutures...

La couture sur les toiles à spis :

Après avoir collé les deux laizes avec leur lisière d'assemblage, on fait une couture au point droit, le long du bord intérieur de cette lisière *(fig. 2.620).* Il faut ensuite ouvrir le long de cette première couture pour rabattre l'ensemble à plat (dans le même esprit que ce qu'on a vu à propos de la couture de montage de l'épine centrale des yankees à coupe anglaise). On fait alors la deuxième couture, qui, elle, est au point zigzag, le long du bord du tissu, pour terminer l'assemblage *(fig. 2.621).* Ce montage, outre qu'il est simple à réaliser sans machine spéciale, présente un avantage non négligeable : si la deuxième couture

Fig. 2.621
Résultat après assemblage et couture des premiers panneaux



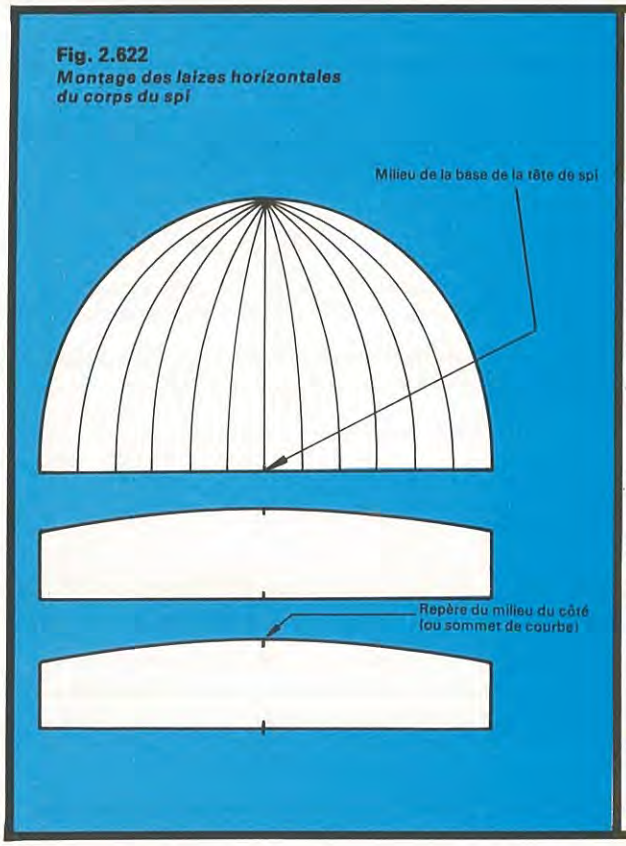


Fig. 2.622
Montage des laizes horizontales du corps du spi

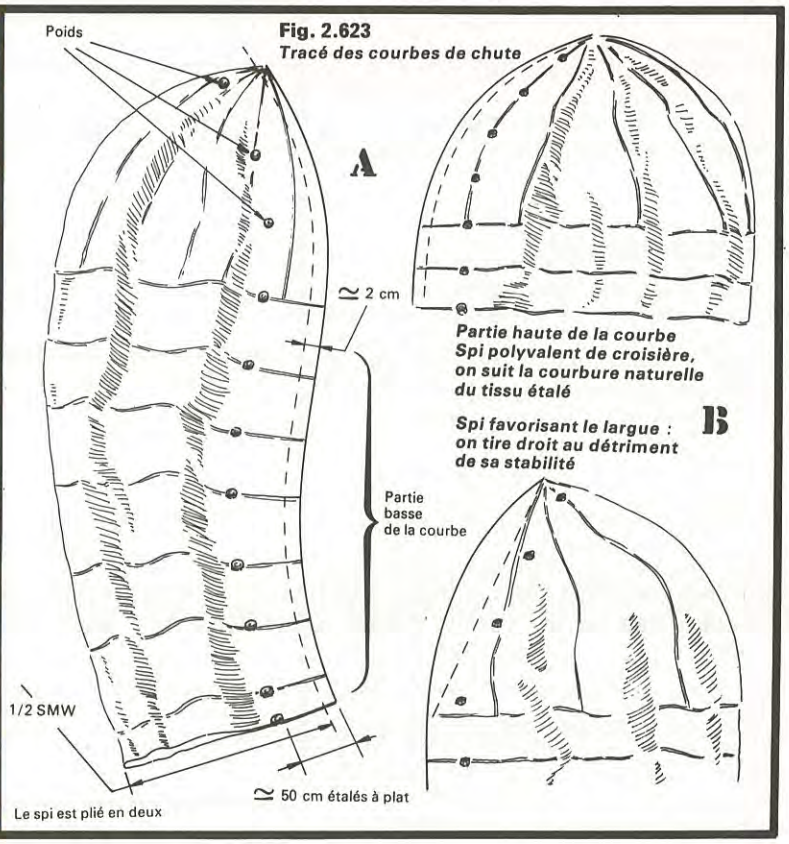


Fig. 2.623
Tracé des courbes de chute

s'abîme à la longue, au ragage, ce qui est somme tout assez fréquent sur le spi, celui-ci reste toujours monté et ne va pas se déchirer puisqu'il reste encore la première couture au point droit à l'intérieur pour tenir le tissu ; il est alors toujours temps par la suite, de reprendre la couture zigzag...

Il est déconseillé d'utiliser du fil trop fin, qui a tendance à couper le tissu (à la façon du fil à couper le beurre !) ; en fait, le fil 50/3 convient tout à fait sur la plupart des spis...

Le montage au guide spécial des machines professionnelles permet de replier le tissu sur lui-même au fur et à mesure qu'il s'engage dans la machine, avant la couture zigzag ; il en résulte qu'on économise du même coup la couture droite, la résistance de l'ensemble étant suppléée par le double repli du tissu, les laizes étant en quelque sorte « crochetées » l'une dans l'autre...

C'est un procédé aujourd'hui de plus en plus employé, car on réalise ainsi une bonne économie de main-d'œuvre (ainsi divisée par deux), avec un résultat de finition très propre. Par contre, il est certain que si la couture unique lâche, il n'y a plus rien pour retenir le tissu, et la couture s'ouvre...

Lorsque tous les panneaux verticaux constituant la tête du spi sont assemblés, on passe alors aux panneaux horizontaux.

Notons que *le bas de nos panneaux verticaux étant tracé (et donc coupé !) droit*, la base de notre tête de spi une fois assemblée est donc, elle aussi, droite. **On commence donc notre assemblage du corps du spi par le panneau du haut**, qui vient contre le bas de la tête *(fig. 2.622)*.

Tous les panneaux horizontaux sont montés avec leur bord courbe vers le haut, le côté rectiligne se trouvant donc toujours vers le bas.

On positionne le premier panneau en le centrant à l'aide du repère tracé au milieu en sommet de courbe, sur le milieu de la base de la tête.

Le même principe d'assemblage avec le scotch double face et la couture droite et la deuxième en zigzag, que l'on vient de voir, est ici encore utilisé... On procède de la même manière pour la laize suivante, et ainsi de suite jusqu'en bas du spi...

Les courbes de réglage :

Le spi étant terminé, brut d'assemblage, il faut dès lors passer au réglage de ses courbes.

Là encore, il n'existe aucune règle absolue, mais quelques principes généraux qu'il est bon de connaître pour éviter de *« se planter »*...

On va commencer par plier le spi en deux par rapport à son axe vertical, et, en s'aidant d'une série de poids, il faut arriver à bien faire coïncider les deux chutes (ou, si vous préférez, la chute et le guindant) en étalant le tissu bien à plat tout le long, sur une cinquantaine de centimètres de largeur *(fig. 2.623)*.

Ainsi à plat, on va mesurer le SL du spi, et tracer le point bas qui va matérialiser ainsi la position du point d'écoute par rapport à la hauteur du spi.

Pour positionner ce dernier par rapport à la largeur du spi, on partira du centre du spi pour tracer un point à la moitié de la valeur du SMW.

Pour tracer la courbure de la chute on peut dire, en simplifiant, bien sûr, mais toujours de façon pratique, que dans la partie basse du spi (c'est-à-dire son corps) on va se contenter de suivre, à 2 cm en retrait du bord du tissu, la courbe naturelle qu'a pris notre spi lorsqu'on l'a disposé à plat par terre.

Cette courbe est en effet donnée par l'influence des pinces ; on peut donc la suivre jusqu'à la base de la tête.

Ensuite, en remontant, dans la partie haute du spi, on peut :

— soit tirer carrément droit jusqu'au sommet du spi (c'est-à-dire son point de drisse), ce qui a pour effet de donner **un spi ayant assez peu d'épaule,** donc apte à être utilisé en se rapprochant du vent de travers (ou du moins du largue)...

— soit, au contraire, aller jusqu'à **suivre la courbure naturelle pour donner davantage d'épaule et favoriser la tenue (la stabilité) du spi en l'air** au vent arrière... On peut même, dans cette option, aller jusqu'à augmenter légèrement cette courbure naturelle si le spi est particulièrement destiné à cette allure...

Là encore, tout est question de choix dans l'utilisation que l'on voudra faire de cette voile.

Pour ce qui est enfin de la finition de la coupe de la bavette, on pourra se baser là encore, sur la courbe naturelle de la voile étalée au sol, que l'on corrigera pour

qu'elle aboutisse bien aux points d'écoutes nouvellement déterminés *(fig. 2.624)*. C'est un procédé simple et efficace, bien qu'à part cela, on puisse rencontrer des formes de bavettes de spis assez variables, selon les voiliers, la spécialisation éventuelle du spi, etc.

Enfin, à propos de réglage, on peut ensuite **accentuer le creux du spi** en lui ajoutant, après montage, une pince verticale, non coupée, au milieu, couvrant les deux premières laizes du bas *(fig. 2.625)*. Cette pince est, en fait, une possibilité d'affiner le réglage du spi, que l'on se réserve pour l'utiliser après les premiers essais, si le besoin s'en fait sentir...

Avant de faire les finitions de notre spi, une astuce pratique permet de vérifier à l'œil qu'il ne comporte pas de défauts à reprendre...

Il est en effet facile de gonfler le spi en créant un vent artificiel en marchant dans une grande pièce ou hangar : il suffit pour cela d'être deux, l'un tenant à bout de bras le point de drisse, et l'autre, les deux bras écartés, les 2 points d'écoute ; le souffle créé en marchant ainsi étant renvoyé par les murs, le spi est gonflé par un petit vent assez régulier pour que l'on puisse apprécier ses volumes dans leur ensemble. Il est alors facile de repérer une éventuelle cassure de lignes dans les assemblages, ou autre retouche éventuelle...

La même manœuvre est moins aisée dehors, car il est difficile de retrouver cette même régularité de souffle (puisqu'il n'y a pas les murs pour renvoyer l'air dû au déplacement du spi), à moins de conditions météo idéales avec un tout petit vent léger (!)...

Fig. 2.625
Après essai, on peut éventuellement ajouter du creux au spi par une pince non-coupée, verticale, prenant sur les deux premières laizes du bas

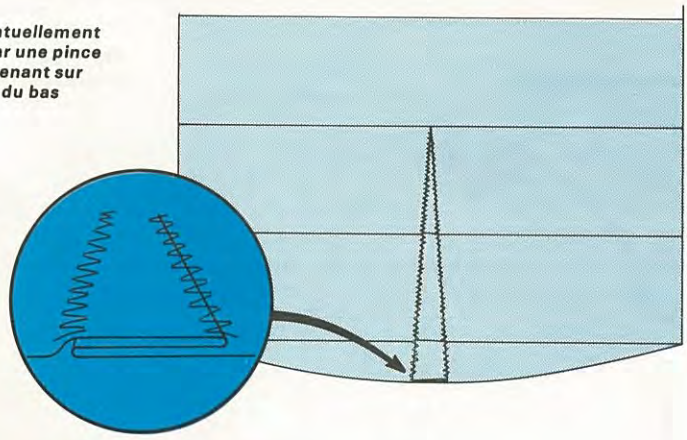
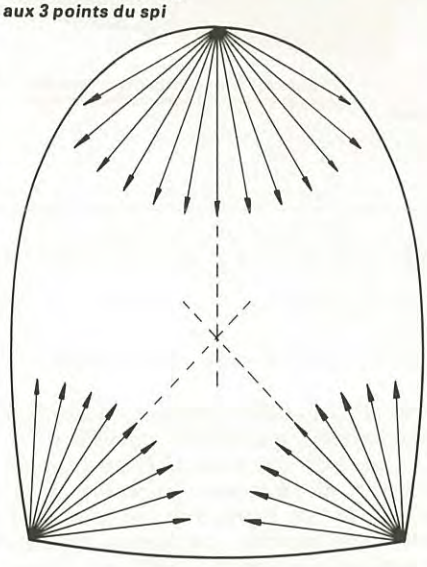


Fig. 2.626
Direction des efforts aux 3 points du spi



Les finitions du spi : Les renforts :

On constate que les efforts aux trois points du spi rayonnent autour de trois axes convergeant sensiblement vers le centre de la voile *(fig. 2.626)*, ce dont découlent d'ailleurs les coupes star-cut et triradiales que l'on utilise pour les spis de brise particulièrement sollicités.

La répartition de ces efforts sur les trois points n'est pas tout à fait identique, le point de drisse travaillant sensiblement plus que les points d'écoute : il est en effet le seul à encaisser les efforts de la partie haute du spi, tandis que ceux de sa partie basse se répartissent entre les deux points d'écoute.

Les efforts aux deux points d'écoute sont sensiblement identiques, aux différences près de leur travail lorsqu'ils sont côté tangon avec le bras de spi, ou côté écoute, surtout près du largue... Mais comme de toute façon les points bas du spi sont appelés à travailler alternativement dans l'une et l'autre de ces conditions, leurs renforts devront être identiques !

En gros, on peut dire que **les efforts du spi se répartissent à 40 % (voire 50 %) sur le point de drisse, et 30 % sur chaque point d'écoute.**

On donne aux renforts du spi le plus souvent une forme en portion de cercle ; pour ce qui est de leur dimension, le rayon de ce cercle peut aller de 6 à 10 % de la longueur du côté du spi *(fig. 2.627)*, 6 à 8 % convenant aux points d'écoute, alors que l'on peut aller jusqu'à 10 % au point de drisse, toujours en restant ici dans notre option de spi de croisière, qui doit rester adapté à une large plage de vents et d'utilisations.

Fig. 2.624
Coupe de la bavette

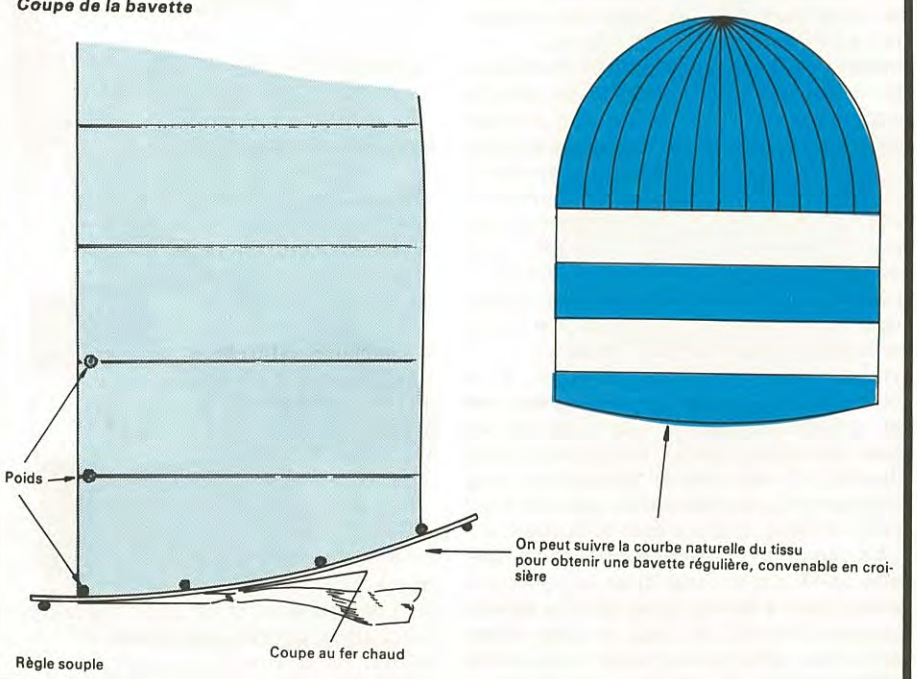


Fig. 2.627
Dimensions des renforts sur un spi

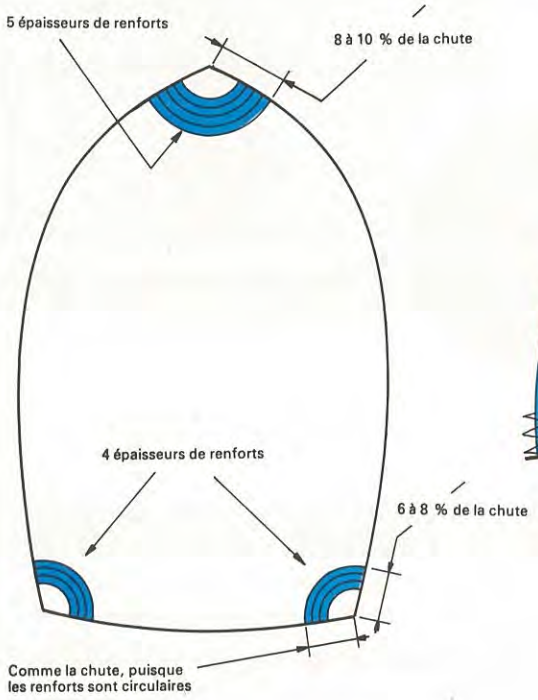
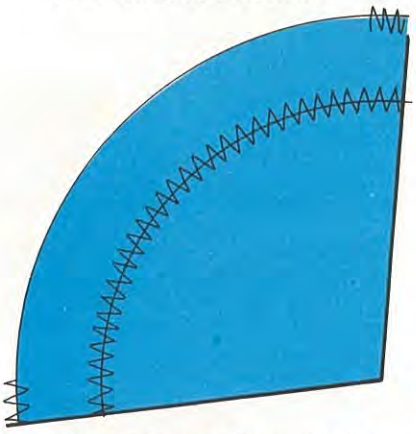


Fig. 2.628
Coupe rayonnante des renforts



La longueur de la couture est presque doublée, la couture est d'autant moins sollicitée à l'effort

Nous restons toujours, là encore, dans des finitions de spi polyvalent ; car pour les spis lourds, de brise, et (ou) de très grande surface, il n'est pas rare de renforcer cet ourlet rapporté d'une ralingue ou d'une sangle tressée ! Mais on entre là dans un tout autre domaine d'utilisation (et de navigation !).

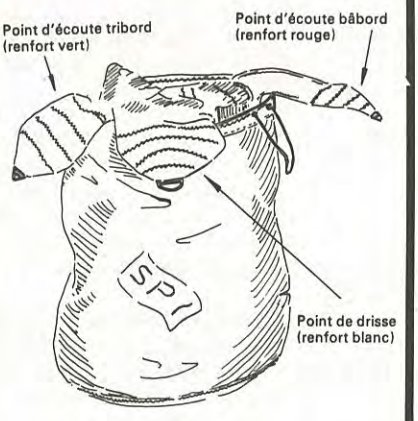
Enfin, si l'on n'a pas de mousqueton de drisse à émerillon pour la drisse de spi, il est toujours possible de coudre directement au point de drisse du spi cet émerillon...

Voilà qui termine ce chapitre quant à la fabrication du spi. Quelques mots s'imposent toutefois à propos d'un accessoire tout à fait particulier à la manœuvre du spinnaker, c'est-à-dire **la chaussette à spi, et assimilés...**

Envoyer ou rentrer un spi ne va pas toujours sans poser de problème lorsque l'on n'est pas dans des conditions météo idéales, pour peu que l'on soit en équipage réduit ou peu expérimenté... Il se gonfle avant d'être arrivé en haut, risquant de passer à l'eau et de chaluter (ce qui peut devenir dangereux, il entraîne alors le bateau à la gîte démesurément si l'on n'a pas immédiatement le réflexe de larguer en grand les écoutes...) ! Parfois, il vient s'entortiller autour de l'étai.

Les fausses manœuvres en l'affalant sont parfois tout aussi spectaculaires, la

Fig. 2.629 : *Présentation du spi en sac*



On n'a, en fait, pas vraiment intérêt à faire dans un spi des renforts trop gros car alors, dans le petit temps, celui-ci sera pénalisé et le vent n'arrivera pas à le porter...

Le nombre d'épaisseurs de tissu sera de 4 à 5, taillées dans de la toile à voiles, légère, tandis que la dernière épaisseur du renfort est faite dans du tissu à spis, si possible de couleur rouge et vert, afin de matérialiser les points d'écoute en distinguant le bâbord du tribord. Une troisième couleur, indifférente celle-ci, servira pour le point de drisse... Ce sont là des détails pratiques importants pour reconnaître immédiatement ces trois points lorsque l'on sort le spi pour l'établir, et éviter de l'emmêler !

Il est, bien sûr, particulièrement important de veiller à monter ces renforts bien à plat sur le tissu à spis, afin que les efforts y soient bien répartis ; on peut ici reprendre la méthode de montage que l'on a vue précédemment pour les autres renforts de voiles...

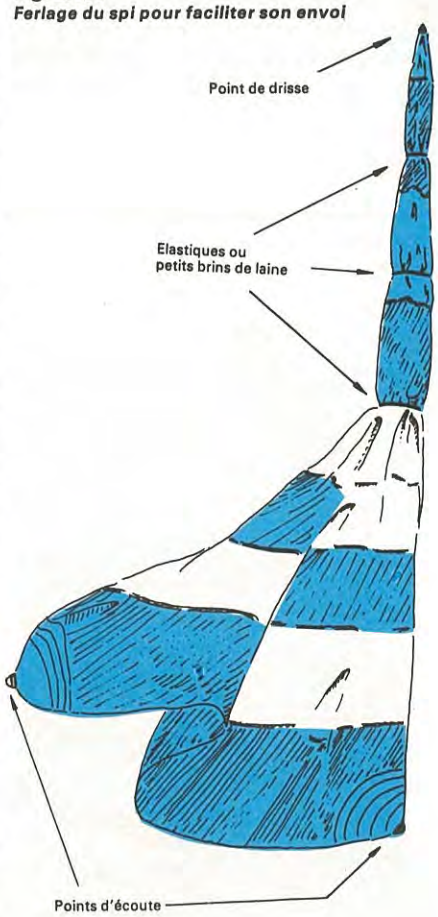
Si l'on prévoit de monter non pas des œillets, mais des anneaux (ou triangles) inox sur sangles, on inclura là aussi les sangles dans les épaisseurs de renforts, comme on a pu le voir à propos des génois...

Enfin, si l'on veut augmenter l'efficacité des renforts sans en augmenter la taille (et surtout le poids), ou si à l'inverse, on cherche à diminuer ceux-ci, une astuce consiste à les découper avec des pointes rayonnantes *(fig. 2.628)*. La longueur de couture est ainsi presque doublée, ce qui fait que chaque centimètre de couture n'a plus qu'à supporter un effort diminué d'autant. Etant donné que les renforts sont surtout reportés au niveau de la première couture, on comprend l'intérêt de la chose !...

Lorsque les renforts sont posés, il ne reste plus qu'à poser un petit galon, **ou ourlet rapporté, à cheval sur la tranche du tissu, tout autour du spi.** Là encore, si c'est possible, il vaut mieux utiliser du tissu rouge pour le côté bâbord du spi, vert pour le côté tribord, et blanc pour la bordure...

La bande de tissu à employer ici doit faire de 40 mm de large pour les petits spis de croisière, à 60 mm pour les plus grands (jusqu'à 200 m²) ; il s'agit de toile nylon assez raide, ou de toile à voiles légère, de 80 à 180 grammes selon la dimension du spi.

Fig. 2.630
Ferlage du spi pour faciliter son envoi



grande surface de cette voile, libre, et le fraîchissement du temps ne faisant qu'accroître ce genre de risques...

Dans de telles situations délicates, hisser le spi peut sembler effrayant pour beaucoup, et la voile reste pliée dans son sac, au grand désespoir du capitaine ! Plusieurs combines ont dès lors été élaborées pour remédier à cet état de fait, dont la première, parmi les plus remarquables, réside dans le ferlage du spi.

Rappelons que *lorsqu'il est rangé dans son sac,* **un spi doit toujours présenter à la sortie du sac, ses trois points** (drisse et d'écoutes) *(fig. 2.629)* pour que l'on puisse l'envoyer d'un coup sans s'emmêler... Mais on se facilite encore la manœuvre si l'on envoie un **spi ferlé** dans de petits bouts de laine, ou des élastiques *(fig. 2.630).*

Cela permet ainsi de hisser le spi jusqu'en haut sans l'ouvrir, et c'est seulement lorsque celui-ci est en place, qu'en tirant sur les écoutes (donc en écartant le bas du spi), que, le vent prenant dans le bas de la voile, la gonfle progressivement, et faisant casser les brins de laine un à un jusqu'en haut...

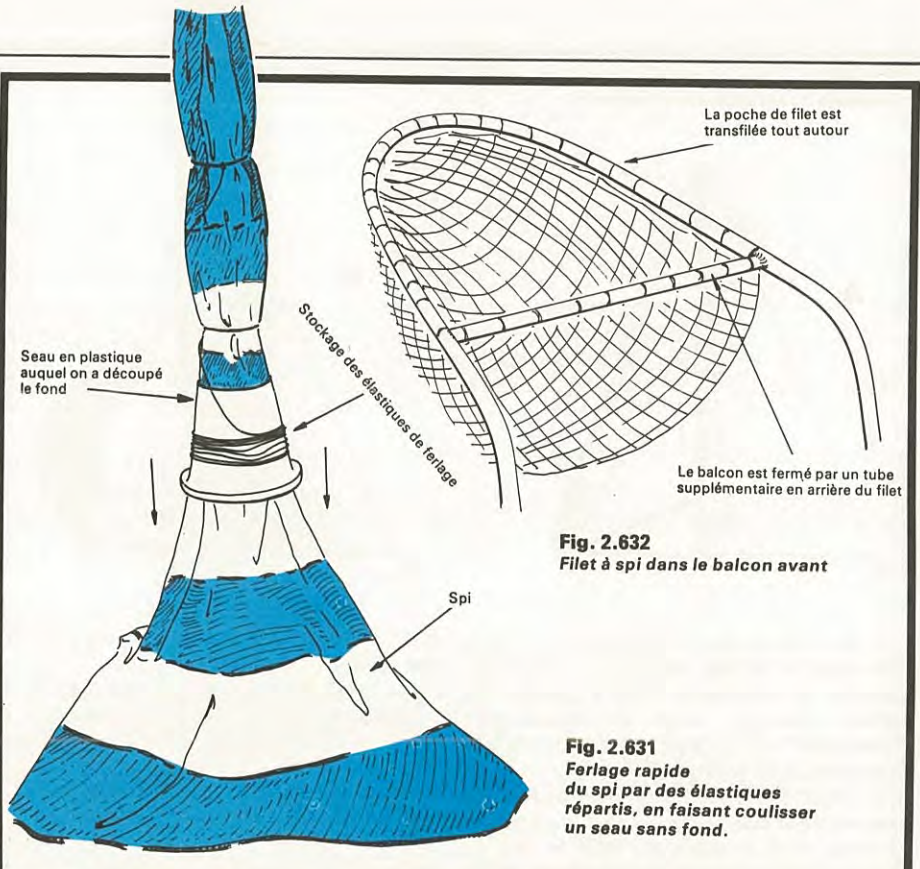


Fig. 2.632
Filet à spi dans le balcon avant

Fig. 2.631
Ferlage rapide du spi par des élastiques répartis, en faisant coulisser un seau sans fond.

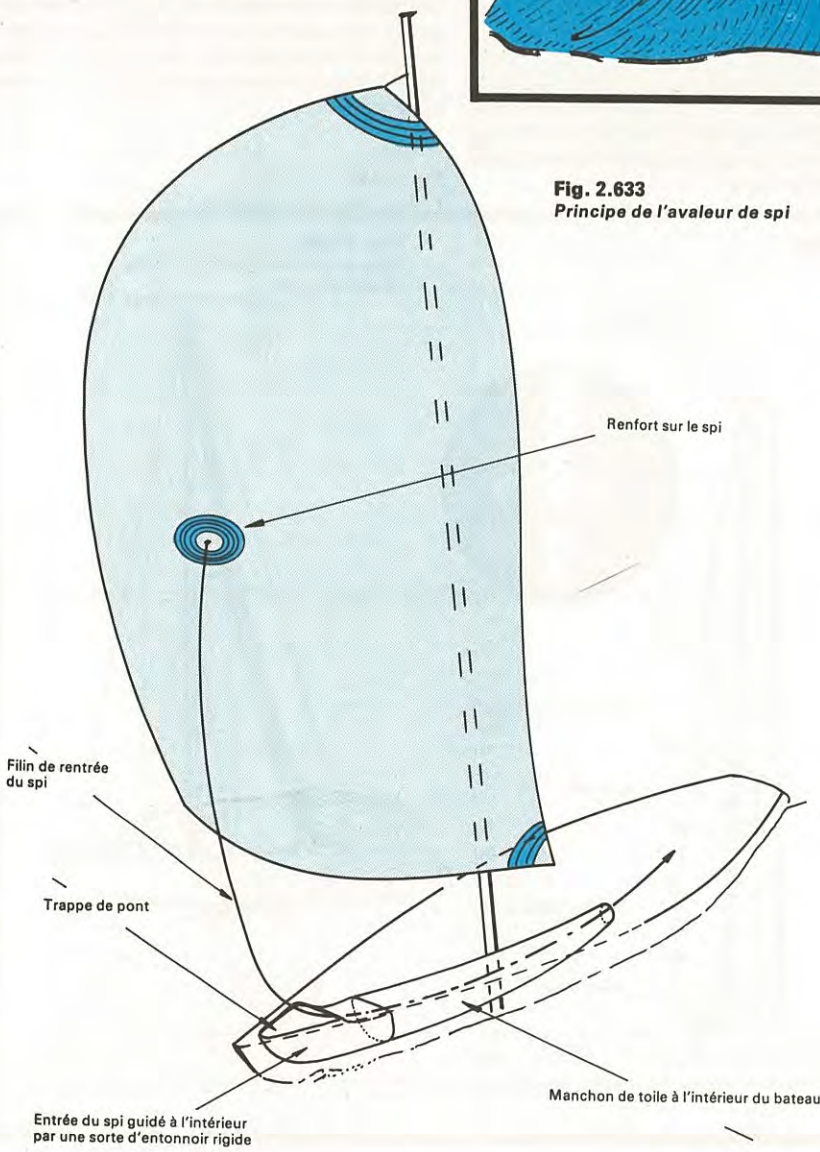


Fig. 2.633
Principe de l'avaleur de spi

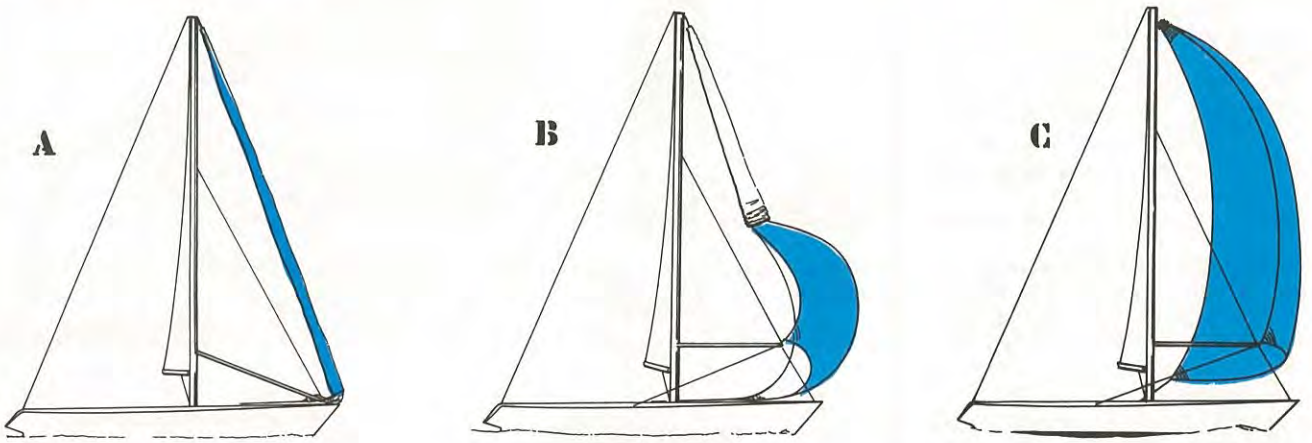
L'inconvénient reste, bien sûr, que, pour chaque manœuvre, il faut refaire le ferlage préalablement, et donc disposer d'une surface dégagée (ce qui n'est pas toujours le cas sur le pont). La technique des élastiques a ici l'avantage de **faciliter cette opération de ferlage,** car on peut tous les disposer autour d'un seau en plastique dont on aura découpé le fond et, en faisant passer le spi à travers ce seau, on fait glisser les élastiques sur la voile pour les répartir... *(fig. 2.631).*

Pour garder le spi prêt à hisser au niveau du pont, en croisière, il peut être pratique d'équiper l'avant du balcon d'une poche en filet le long du tube *(fig. 2.632)* ; il est important toutefois de fermer alors le balcon au niveau de l'arrière de cette poche de filet, de façon à pouvoir la transfiler solidement tout autour pour ne pas qu'elle puisse se dégager et s'entortiller ou partir avec le spi.

Sur les bateaux de régate, l'avaleur de spi, dans le bateau lui-même, solutionne également la rentrée du spi ; ce n'est toutefois pas une solution qui puisse répondre aux voiliers de croisière, plus gros. Le principe en est toutefois intéressant :

Un bout de faible diamètre est cousu sensiblement au centre de la voilure, avec un renfort conséquent pour ne pas risquer de déchirure à la manœuvre. Ce bout passe ensuite dans une trappe du pont près de l'étrave, pour filer sur l'arrière *(fig. 2.633).* Une sorte d'entonnoir rigide guide le spi à l'intérieur au niveau de l'ouverture du pont, prolongé par une manche de toile nylon (comme une sorte de chaussette fixe couchée). Ce genre d'équipement est particulièrement connu sur les dériveurs de compétition...

Fig. 2.634
Manœuvre du spi avec une chaussette



A mi-chemin entre l'avaleur de spi et la technique de ferlage du spi avec des brins cassants, **la chaussette à spi** a marqué un certain tournant dans sa manœuvre, notamment mise au point avec Tabarly lors de sa transat en solitaire de 76...

Il s'agit d'une série de cerceaux reliés entre eux par des garcettes ou un manchon de tissu, dans lesquels est ferlé le spi. Le tout est hissé ensemble, et une petite drisse permet de faire remonter la chaussette en ramenant les cerceaux serrés les uns contre les autres contre le point de drisse, libérant ainsi le spi qui se gonfle.

Pour ramener le spi, on le dégonfle en choquant l'écoute et redescend la chaussette par sa drisse, referlant ainsi le spi que l'on peut alors rentrer sans problème... *(fig. 2.634).*

Il est évident que cela ne va pas toujours aussi facilement par vent fort, essentiellement à cause des problèmes de frottement (et donc de freinage) lorsque l'on veut redescendre la chaussette et que le vent continue à prendre dans le spi... Différents modèles de chaussettes ont ainsi été mis au point, pour essayer de remédier à ce genre d'inconvénient. De même, la disposition et le cheminement de la drisse (et parfois « *des* » drisses) de commande de la chaussette, qui passent à l'intérieur, demandent à être particulièrement au point pour ne pas que le « mécanisme » coince.

Dans l'évolution moderne de la chaussette à spi, les cerceaux d'extrémités sont recouverts de tissu renforcé aux points d'ancrage et aux passages des drisses, et habille intérieurement la chaussette en ses extrémités, là où précisément le ragage est important.

La commande se fait par un va-et-vient à double drisse, pour ne pas que les cerceaux puissent se mettre en travers, de même que ces drisses sont guidées par des passants, environ tous les mètres, à l'intérieur de la chaussette pour éviter qu'elles ne risquent de se croiser, et favoriser ainsi le pliage de la chaussette sur elle-même en accordéon *(fig. 2.635).*

Pour permettre au spi de se désentortiller au cas où il se serait vrillé dans la chaussette, le point de drisse est d'autre part fixé par un émerillon à une itaque...

La spirale à spi est une variante de la chaussette classique, où les cerceaux et tissu classique sont remplacés par une longue spirale extensible *(fig. 2.636)* réalisée en matière plastique spéciale (type Norylen 110) particulièrement performante...

Il reste, en tout état de cause, que certains reprocheront à ces systèmes de chaussette à spi, de multiplier les diverses lignes de manœuvre courant à l'avant du bateau, alors l'on a de plus en plus tendance à chercher à les diminuer...

Tout est une affaire de goût, l'utilisation du spi en croisière restera certainement encore longtemps discutée, d'autant que l'on voit maintenant de plus en plus de voiles de remplacement apparaître, dont les principaux arguments sont précisément de simplifier les manœuvres tout en fournissant un bon apport de toile aux allures portantes, et entre autres, polyvalence, selon les modèles, comme nous le verrons au chapitre suivant...

Fig. 2.635

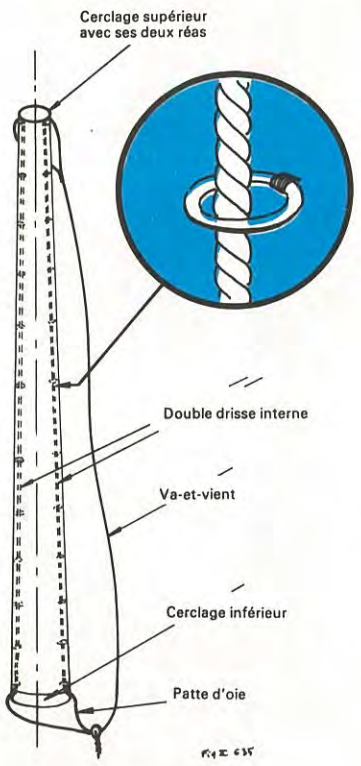
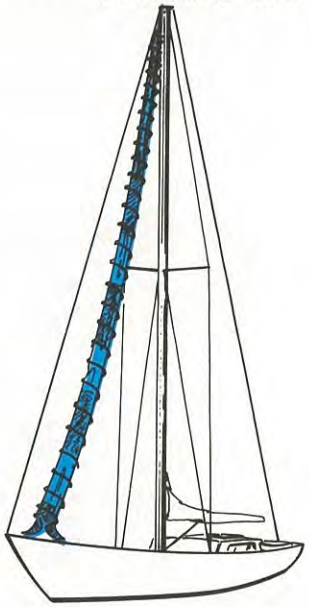


Fig. 2.636
Une évolution de la chaussette : la spirale à spi
(« Accastillage Diffusion »)



2e PARTIE

CHAPITRE 7

LES VOILES COMPLÉMENTAIRES

A partir d'une garde-robe, disons « classique », avec nos génois et tourmentins en passant par nos focs et autres trinquettes, une quantité d'autres voiles, dites complémentaires, viennent aider à la bonne marche du bateau, en particulier (et le plus souvent) dans les petits temps au près, et aux allures portantes...

Quelquefois directement issues de la grande croisière, ces voiles sont tout de même plus fréquemment issues de la compétition, pour revenir, parfois modifiées comme nous allons le voir, vers la croisière.

Dans la diversité des solutions aux problèmes que de telles voiles sont appelées à résoudre, certaines furent éphémères, d'autres restent pour finalement devenir de vraies « classiques » dans les garde-robes complètes modernes, mais il convient encore ici de faire une distinction entre trois catégories de voiles complémentaires :

— Les complémentaires du (ou des) spi(s), de régate et course-croisière, mais aussi parfois utilisées en croisière (tout dépend de l'esprit dans lequel on aime naviguer) ;

— Les voiles complémentaires traditionnelles de croisière (on pense là principalement aux trinquettes jumelles) ;

— Les voiles complémentaires modernes de croisière, qui sont issues d'une sorte de « domestication du spi », gros « boum » de ces dernières années, et dans lesquelles on trouve d'ailleurs le meilleur comme le pire, tant au niveau rendement que réelle simplicité de manœuvre...

Il nous faudra, par ailleurs, dans cette dernière catégorie, faire une distinction supplémentaire pour les voiles destinées à compléter les gréements à enrouleur de foc qui, bien qu'issues de la domestication du spi, ne doivent pas uniquement répondre à l'unique remplacement simplifié de celui-ci...

Fig. 2.703 : *Le banana, un tall-boy plus grand et plus creux*

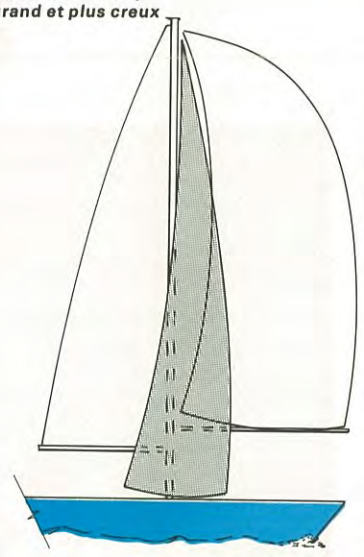


Fig. 2.704 : *Big-boy*

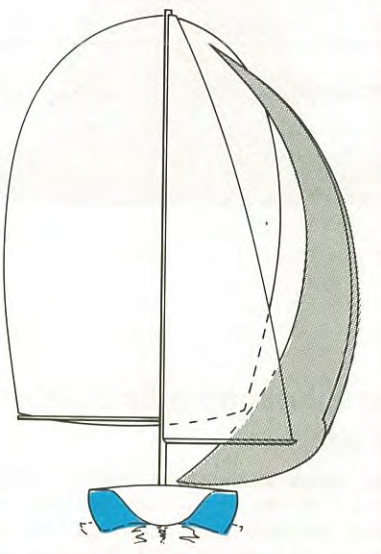


Fig. 2.701 : *Trinquette de spi de plus en plus remplacée par des voiles aux coupes plus modernes*

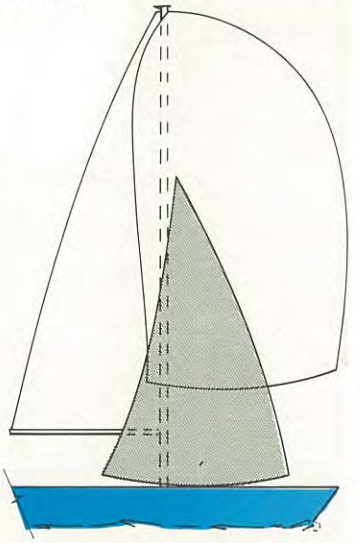
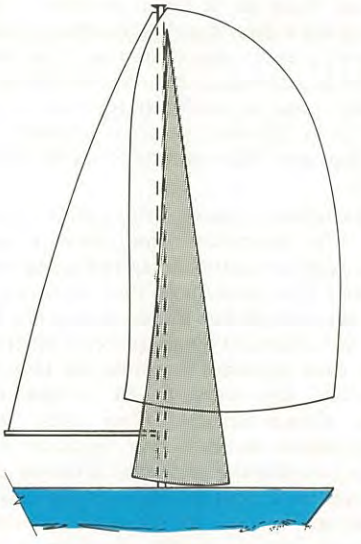


Fig. 2.702 : *Tall-boy amuré en travers du bateau*



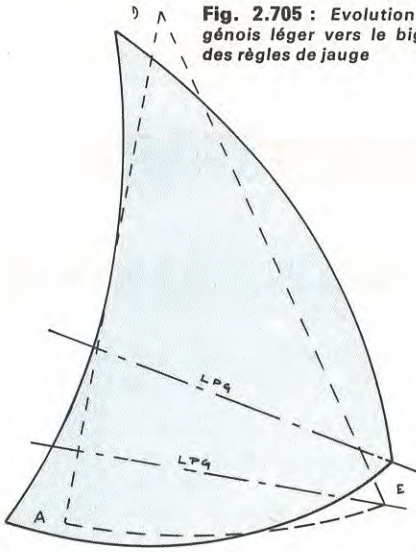


Fig. 2.705 : *Evolution de la forme du génois léger vers le big-boy en fonction des règles de jauge*

Fig. 2.706 : *Trinquette génoise pour le près ou le portant*

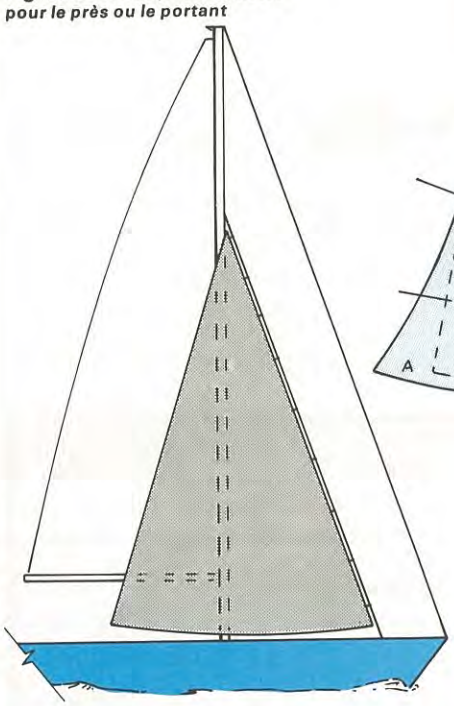


Fig. 2.707

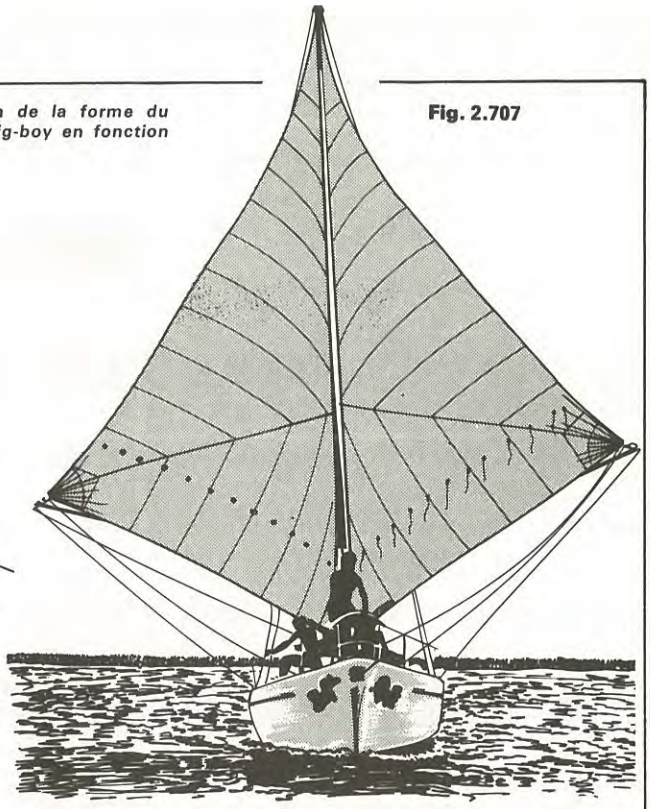
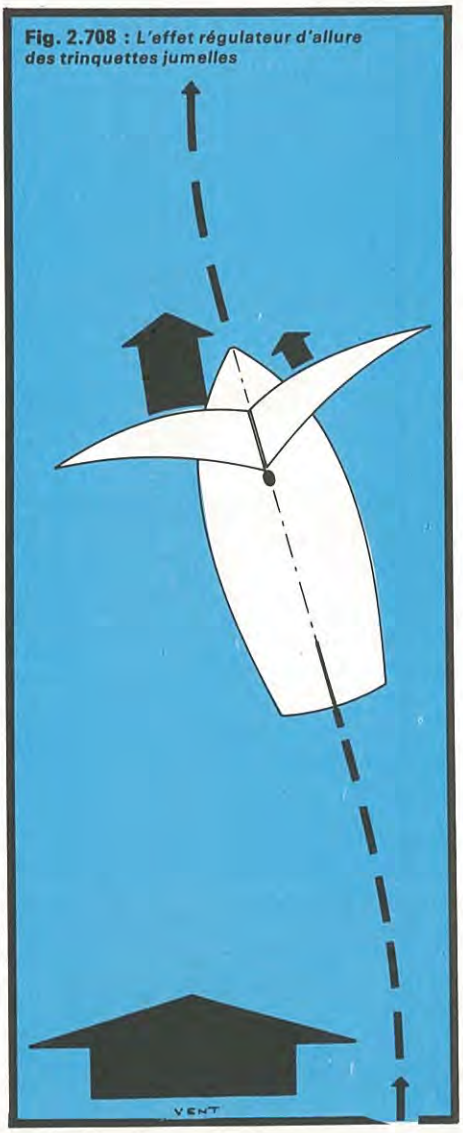


Fig. 2.708 : *L'effet régulateur d'allure des trinquettes jumelles*



Les voiles complémentaires du spi :

La trinquette de spi : Utilisée environ de 90° à 150° du vent, c'est une trinquette légère, envoyée sous le spi qui est alors porté assez haut, et dont elle récupère le vent *(fig. 2.701)*, jouant en même temps un rôle stabilisateur...

Afin de pouvoir bien en travailler les formes, on l'envoie le plus souvent « *en l'air* », c'est-à-dire en guindant libre, ce qui permet de creuser plus ou moins ce dernier (et donc la voile) en jouant sur la drisse... Toujours pour en maîtriser les formes, la chute et la bordure sont la plupart du temps équipées d'un nerf de chute (ou bordure !).

Le Tall-Boy : Celui-ci n'a, quant à lui, aucun effet propulsif direct, mais il est envoyé pour améliorer le rendement du spi et faciliter l'écoulement de l'air entre celui-ci et la grand-voile aux allures portantes, de 140 à 180°. Ainsi, il est envoyé en l'air *(fig. 2.702)*, avec un point de drisse en tête de mât, mais une bordure en travers du bateau, c'est-à-dire que l'on place son point d'amure au vent (sur le liston par exemple), tandis que son point d'écoute est bordé très verticalement. C'est donc l'effet de cheminée qui est ici recherché, le tall-boy étant pratiquement parallèle à la grand-voile...

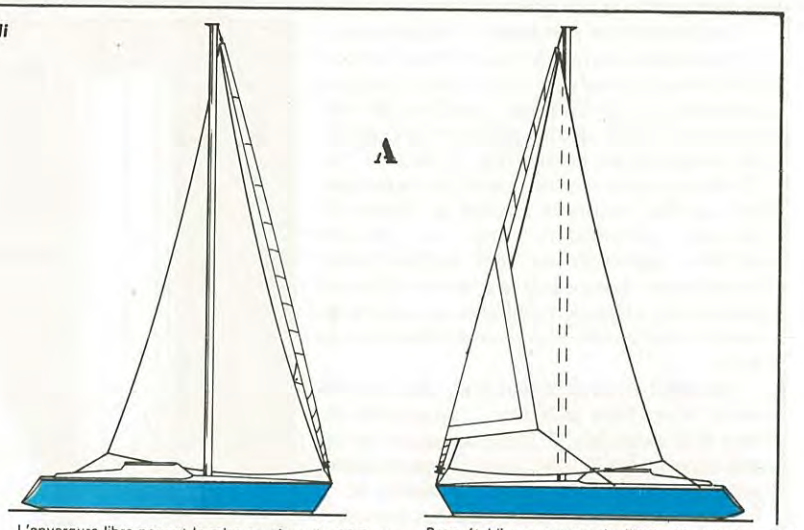
Le Banana : C'est une voile qui répond au même esprit que le Tall-boy, utilisée par des vents plus faibles ; il est donc réalisé en toile plus légère, et coupé avec davantage de creux et de rond, ce qui lui donne, en outre, une surface un peu plus grande *(fig. 2.703)*, et la forme qui lui a valu son nom !

Le Big-Boy : C'est là le rôle propulsif avec la possibilité de porter le maximum de toile par vent arrière qui sont visés *(fig. 2.704)*. Lui aussi envoyé en l'air, c'est, en fait, un grand génois très creux et déformé pour rentrer dans les règles de mesure de jauge, et réalisé en toile à spis *(fig. 2.705)*. On le porte à l'opposé du tangon de spi, c'est-à-dire sur le bord de la grand-voile, en se servant d'ailleurs souvent du bout de bôme pour déborder l'écoute. Toujours pour déborder cette voile au maximum (pour préserver l'air de la grand-voile et du spi), le point d'amure n'est pas à ras le pont, et le point de drisse est lui aussi éloigné, en choquant la drisse...

Outre les mesures de jauge, ces contraintes d'utilisation font du big-boy une voile de coupe assez complexe, très légère (puisque utilisée avec un vent apparent très faible, toujours arrière), et très creuse, avec malgré tout, des efforts assez importants aux trois points, ce qui explique des dispositions de laizes différentes d'un maître voilier à l'autre, chacun cherchant, en outre, à faire preuve d'originalité...



Fig. 2.709 : *Génois double pli*



L'envergure libre permet la mise en place du RDC sur les bateaux équipés d'un génois enrouleur

Pour établir ou amener le RDC, dérouler le génois enrouleur sous le vent

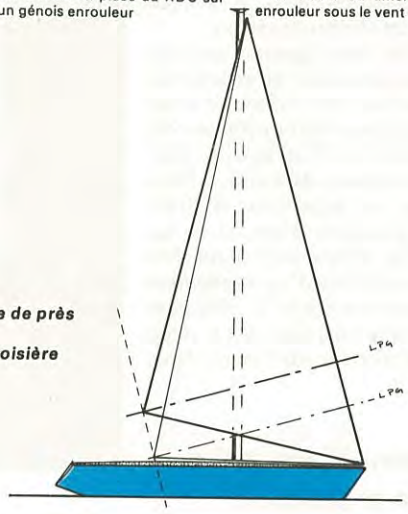


Fig. 2.712 : *Voile complémentaire de près par petit temps*
A = le RDC, Reacher Drifter de Croisière
B = Reacher

Toutes ces voiles complémentaires prennent d'ailleurs parfois des noms différents d'un voilier à l'autre, selon telle ou telle particularité apportée par chacun, bien qu'il s'agisse des mêmes familles de voilures !

Les voiles complémentaires traditionnelles :

La trinquette génoise : Nous avons eu déjà l'occasion d'en parler ; envoyée sous le grand yankee, endraillée sur le bas-étai, elle est là pour augmenter la surface de toile autant que la propulsivité du yankee, du près au largue, créant un effet de couloir entre les voiles, par recouvrement... C'est donc la complémentaire de la trinquette bômée *(fig. 2.706).*

Au portant toutefois, on peut également lui faire jouer le rôle approximatif de la trinquette de spi, bien qu'elle soit plus plate et réalisée dans un grammage plus fort. L'envoyer en l'air suppose qu'elle soit, dans son utilisation classique au près, montée sur ralingue avec un profil creux sur le bas-étai, à moins de pouvoir facilement démonter les mousquetons... La trinquette génoise peut donc être une voile complémentaire assez polyvalente en croisière, utile tant près du vent par vents modérés, qu'aux allures spiables où (avec un spi ou assimilé), envoyée en l'air, on la ballonnera plus ou moins en jouant sur sa drisse...

Fig. 2.710 : *Gennaker*

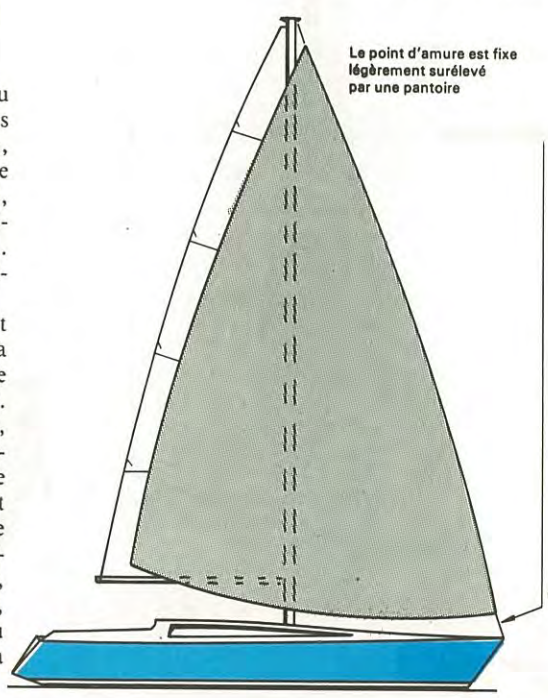
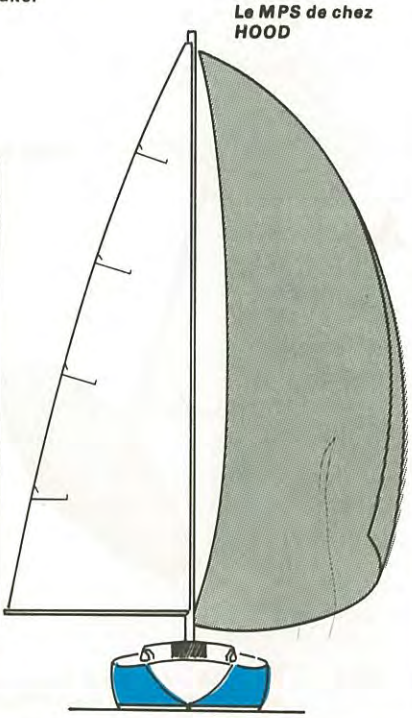


Fig. 2.711
Le MPS de chez HOOD



Les trinquettes jumelles : Très utilisées il y a quelques années, elles sont quelque peu tombées en désuétude ; leur rôle n'était pas seulement de développer la surface de toile par vent arrière, mais également de stabiliser la marche du bateau *(fig. 2.707)*... C'est d'ailleurs surtout pour cette dernière qualité qu'elles trouvent encore la faveur de certains plaisanciers, par la sécurité qu'elles apportent au vent arrière même fraîchissant. Leur surface n'est en effet pas démesurée, elles sont réalisées en toile résistante, et restent donc très maniables dans la brise.

Amurées en arrière de l'étai, elles stabilisaient alors bien le bateau, tangonnées de part et d'autre *(fig. 2.708)* ; ainsi par exemple, lorsque le vent de l'arrière passe légèrement sur bâbord, la trinquette établie de ce bord devient plus efficace que son opposée, et replace ainsi naturellement le bateau dans le lit du vent (et réciproquement)...

A une époque où l'on ignorait presque tout du pilote automatique et régulateur d'allure d'aujourd'hui, on comprend donc l'énorme intérêt que pouvaient présenter de telles voiles, d'autant que l'on pouvait également agir sur les drosses de barre... Mais ceci explique cela, un régulateur d'allure moderne est bien plus polyvalent, et un spi ou dérivé simplifié, même petit pour être facilement manœuvré, est d'un rendement aérodynamique bien supérieur !... On peut tout de même avoir la nostalgie de ces deux ailes de papillon déployées sur l'eau... Nostalgie... Nostalgie !

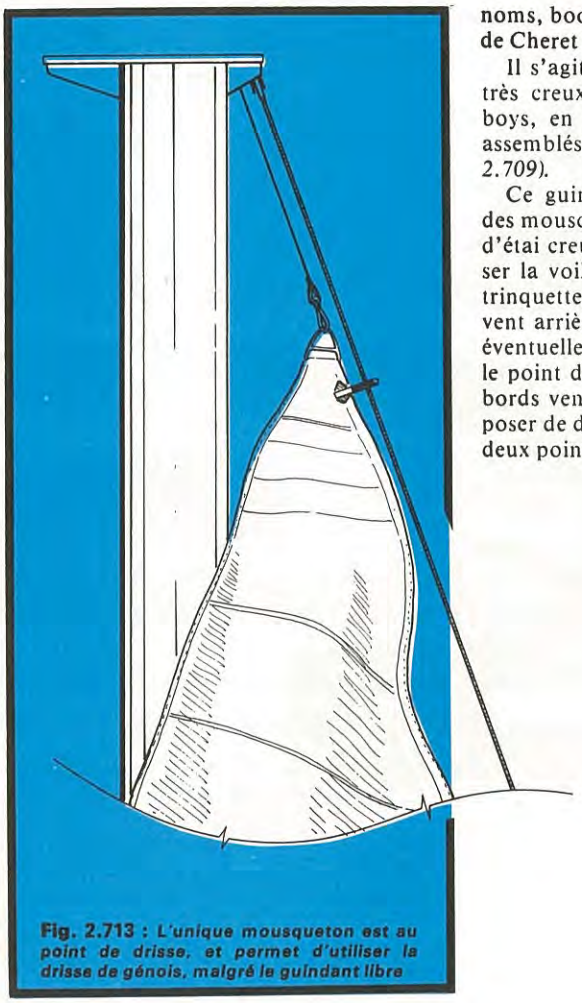


Fig. 2.713 : *L'unique mousqueton est au point de drisse, et permet d'utiliser la drisse de génois, malgré le guindant libre*

Les voiles complémentaires modernes de croisière :

Pour enchaîner avec nos bonnes vieilles trinquettes jumelles, on peut commencer ici par citer les grands **génois légers double pli,** retrouvés dans le commerce sous divers noms, boosters et autres gennakers doubles de Cheret Voiles, par exemple...

Il s'agit là de deux grands génois taillés très creux, un peu dans l'esprit des big-boys, en toile à spis (le plus souvent) et assemblés entre eux par le guindant *(fig. 2.709)*.

Ce guindant commun est endraillé par des mousquetons sur l'étai (ou une ralingue d'étai creux) à partir de quoi on peut utiliser la voile dépliée en deux parties, façon trinquettes jumelles, pour naviguer plein vent arrière en abaissant la grand-voile, et éventuellement grand largue en tangonnant le point d'écoute au vent. Pour les grands bords vent arrière, il est préférable de disposer de deux tangons et maintenir ainsi les deux points d'écoute...

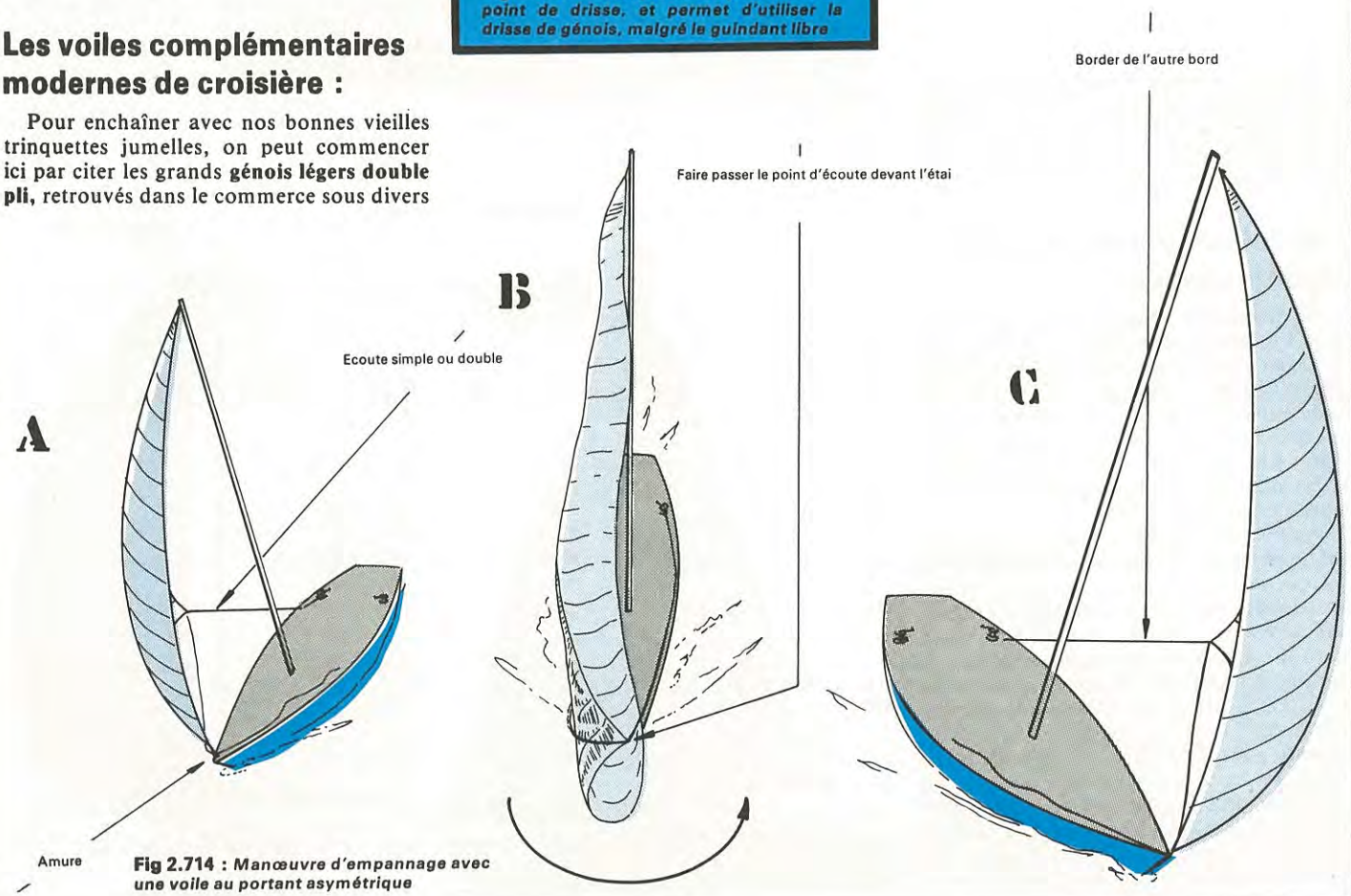


Fig 2.714 : *Manœuvre d'empannage avec une voile au portant asymétrique*

Il est évident que dans ces conditions, on obtient une grande surface déployée et non volage (à l'inverse de certains spis) puisque maintenue le long de son guindant ; son rendement vélique, en revanche, est nettement moindre qu'un spi, malgré sa surface importante, à cause de cette forme en « paire de fesses » peu aérodynamique ! Cette surface de toile est également moins polyvalente puisque en dehors des allures de vent arrière, il faut la replier en deux, superposant ainsi les deux toiles pour retomber dans la configuration d'un grand génois très rond, utilisable ainsi jusqu'au vent de travers.

Etant donné la surface de ce type de voile, environ deux fois et demie celle du grand génois, et le travail de coupe, puisque cela fait deux génois à réaliser, leur coût est bien évidemment assez élevé, en tout cas supérieur au prix de revient d'un spi, dont il dépasse généralement la surface de quelque 15 %.

Le Spinnaker domestiqué :

Le spi, voile très amusante et efficace mais qui requiert toute l'attention du barreur (et autre équipage éventuel), n'est pas sans poser de problème aux équipages réduits ou peu expérimentés en la matière, ou encore en grande et moyenne croisière où l'on doit pouvoir vaquer à d'autres occupations, ou simplement profiter du « *bon* » temps sans être omnubilé par la tenue ou le réglage de la toile portée...

Au moins la moitié de nos navigations sous voiles se faisant aux allures portantes, on a donc logiquement cherché, à partir notamment de l'expérience acquise dans le domaine des spis, à élaborer des voiles de portant plus « domesticables » pour répondre aux diverses conditions de navigation que l'on vient de voir.

Les particularités, d'où sont d'ailleurs issus les problèmes, du spi, peuvent se résumer en trois grandes lignes :

C'est une voile légère qui doit **tenir gonflée toute seule en l'air,** alors qu'elle n'est contrôlée que par trois points, tous trois « *flottants* ». Ainsi, si sur une voile « *classique* » le point d'amure est fixe, sur le spi, il a la faculté de se déplacer, guidé par l'extrémité du tangon, de sorte que cette voile peut être orientée et déplacée dans l'espace tout autour du mât à partir de son point de drisse.

Elle possède **un creux important,** nécessaire au développement d'une grande surface à partir de ses trois points d'ancrage, et **lui donnant la puissance considérable qui lui est caractéristique,** mais qui doit être maîtrisée quelle que soit sa configuration dans l'espace. Entre autres, tout ceci implique un accastillage supplémentaire...

Enfin, **elle est symétrique,** de sorte que ses points d'écoute et d'amure peuvent être alternativement inversés, ce qui, par contre, ici, constitue plus une facilité de manœuvre qu'un inconvénient, comme nous pourrons le voir, bien que ce point soit souvent abandonné dans ses homologues domestiqués...

Les griefs que l'on peut faire à l'utilisation du spi se résument donc à la difficulté de contrôle de son volume (et donc sa puissance) dans l'espace, et ses manœuvres d'envoi, de récupération et d'empannage (seul changement d'amure possible) au cours desquelles on a toujours au moins un ou deux des trois points de la voile qui ne sont pas stabilisés.

Partant de là, on a tout d'abord cherché à revenir, dans la pratique, vers **le type d'utilisation du génois,** tout en conservant la démarche de **l'augmentation de creux et de surface** favorisant les allures portantes.

De même, on garde le principe du guindant libre, pour travailler le creux de la voile mais, par contre, on maintient le point de drisse et **point d'amure contre l'étai,** ce qui évite les problèmes de contrôle posés sur les spis classiques *(fig. 2.710).*

Tout ceci définit en fait une famille de voiles de portant, à mi-chemin entre le génois et le spi, de coupe dissymétrique, fleurissant sous diverses appellations selon les voileries qui les proposent, mais répondant en fait toujours à la même démarche, à quelques particularités de personnalisation près, dans la disposition des laizes ou autres... On peut ainsi par exemple citer le « *Gennaker* » de Chéret, ou le « *MPS* » de Hood *(fig. 2.711).*

L'augmentation de surface par rapport à un génois classique est de 35 % en moyenne (soit environ 65 % d'un spi de croisière) obtenue, outre le creux, par un rond important donné aux trois côtés de la voile.

Il est d'ailleurs important de noter ici que sur le plan de l'utilisation notamment, **il ne faut surtout pas confondre ce type de voile avec un génois léger classique,** ni espérer remplacer l'un par l'autre en toutes circonstances : En effet, le génois est une voile de près, au guindant parfaitement étarquable, rectiligne, pour présenter dans ces conditions un bon bord d'attaque ; par contre, le rond de guindant de ces voiles de portant interdit une telle configuration, même étarquées ; nettement plus polyvalente aux diverses allures portantes qu'une voile à double pli par exemple, leur utilisation s'arrête donc, et tout à fait logiquement, du vent arrière au travers.

Ainsi, lorsque l'on cherche spécifiquement **une voile complémentaire de près pour le petit temps,** et pour suppléer à un foc sur enrouleur par exemple, c'est donc vers un grand génois très léger (éventuellement à guindant libre si l'on ne dispose pas de second étai) qu'il faut opter, dans le genre de ce qui est présenté sous le nom de « RDC » par Elvström, à titre d'exemple *(fig. 2.712),* prévu pour naviguer entre 50 et 100 degrés du vent...

Revenant au type « gennaker », hormis la coupe que nous avons vue plus haut, et pour permettre de placer ce « gros génois » dans la configuration d'une voile de portant, on utilise (lorsque l'on veut éviter le montage d'une drisse de spi), **un mousqueton coulissant le long de l'étai** *(fig. 2.713),* et placé **au point de drisse** de la voile, ce qui lui permet de s'orienter de quelque bord que ce soit (comme un spi) sans s'écarter, ni faire raguer la drisse sur les côtés du réa à la sortie de mât. Il est donc possible de choquer partiellement la drisse en naviguant grand largue ou vent arrière, pour ballonner davantage la voile... On peut, par contre, noter que ce type de montage n'est pas possible avec un étai équipé d'un enrouleur de foc, à moins de prévoir un second étai destiné à ce type de voile.

La manœuvre et le réglage des gennakers (et assimilés) se font par une écoute simple, bordée de la même manière qu'un génois, et éventuellement tangonnés par vent arrière (étant donné la cote importante de son « LP », c'est-à-dire, rappelons-le, sa perpendiculaire du point d'écoute au guindant).

Tout comme le génois, **ils se portent sur le côté,** y compris par vent arrière (contrairement au spi, symétrique, que l'on peut centrer dans l'axe du bateau) ; mais c'est là immanquablement le prix d'un point d'amure fixe le long de l'étai, dont la position ne peut varier qu'en hauteur ; c'est aussi un atout recherché pour ses facilités de manœuvres !...

On passe d'un bord à l'autre en empannant, bien sûr, ce qui implique avec ce genre de voile dissymétrique de grande taille, faire passer l'écoute par l'avant en contournant l'étai (et ce à plus forte raison s'il y a un second étai) *(fig. 2.714).*

La simple écoute (entendons par là qu'il n'y a d'écoute que sur un point de la voile, comme un génois, à l'inverse du spi où l'on a deux écoutes, points d'amure et d'écoute

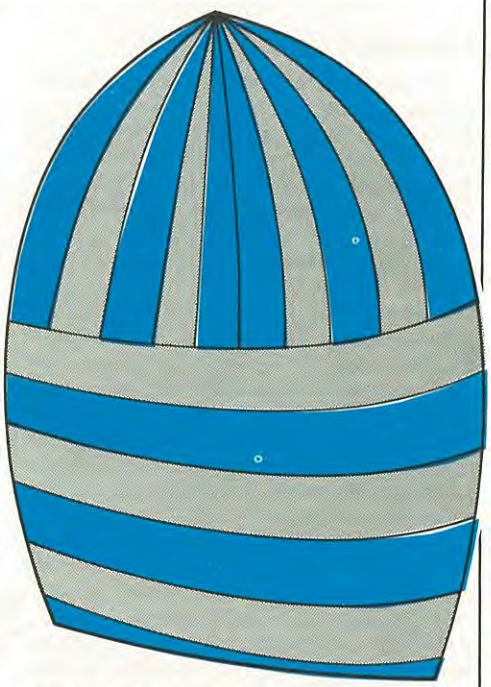


Fig. 2.715 : ***Spi asymétrique (croisière) de chez Technique Voile***

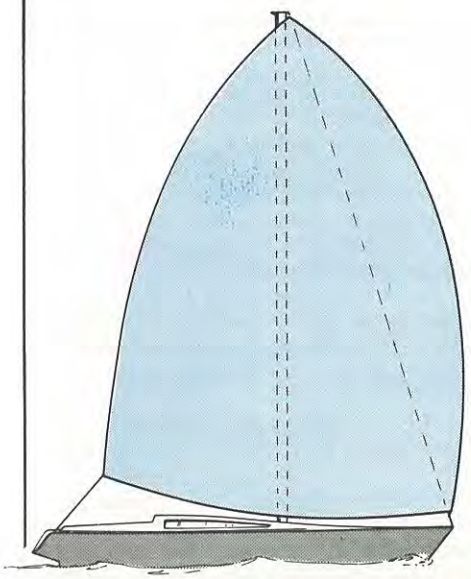


Fig. 2.716 : *Spi asymétrique Cheret*

étant confondus...) peut donc gagner à être doublée, en faisant passer le brin au vent, non utilisé, par l'avant de l'étai, ainsi à poste en vue d'un éventuel empannage ; il faut toutefois veiller à utiliser là un textile léger, pour ne pas risquer de nuire au bon gonflement de la voile par petit temps avec trop de poids au point d'écoute...

Les spis asymétriques :

Là encore commercialisé sous diverses dénominations, *« Buller »*, *« Stromer »*, etc, le spi de coupe asymétrique *(fig. 2.715)* trouve une application intéressante en croisière. Dans le même esprit que la démarche faite du génois au gennaker, le spi asymétrique se place à mi-chemin entre ce dernier et le spi traditionnel ; sa coupe est ainsi décalée sur le côté, afin que le point d'amure puisse se trouver à l'aplomb du point de drisse. Les ronds de chute et bordure sont encore plus accentués que dans le cas précédent *(fig. 2.716)*, ainsi que l'ampleur du creux ; on reprend en fait, ici, sensiblement les mêmes proportions que dans un spi classique, à part le fait que le creux ici n'est plus central, mais légèrement décalé sur l'avant.

Les principes de gréement et de maniement restent identiques à ce que l'on a vu précédemment, puisque l'on garde le principe du point d'amure solidaire de l'étai. La surface de la voile, par contre, est sensiblement augmentée, et atteint environ 85 % de celle du spi classique (chiffre variable selon les voileries et le type de spi avec lequel on fait la comparaison !), ce qui

Fig. 2.717 : *Le stromer, un spi asymétrique*

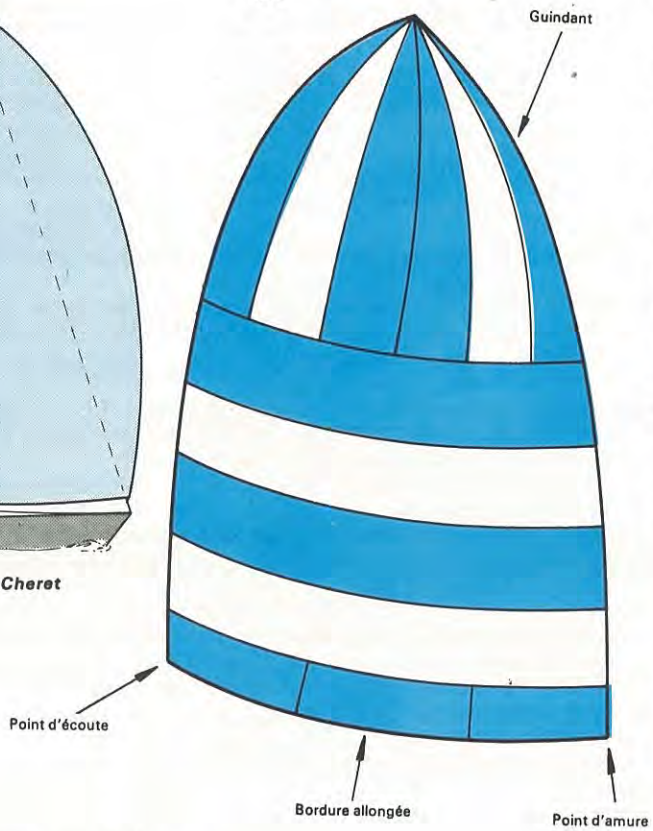
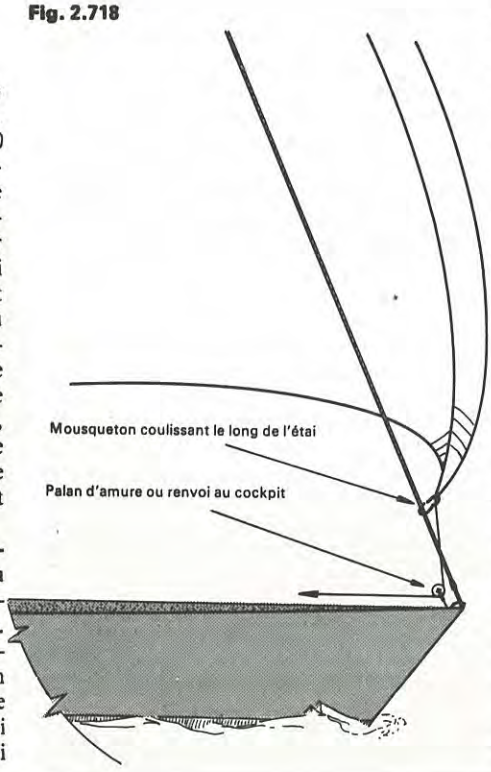


Fig. 2.718



implique un peu plus d'attention à la manœuvre, bien sûr... *(fig. 2.717)*.

Afin de réduire (autant que faire se peut) le creux lorsqu'on est bordé par vent de travers, et l'augmenter tout en éloignant le guindant, qui s'incurve, de la grand-voile par vent arrière, le point d'amure est frappé par un petit palan, ou éventuellement une drosse renvoyée à un petit winch au cockpit, outre le mousqueton qui maintient l'amure près de l'étai *(fig. 2.718)*.

On se retrouve donc ainsi en configuration de génois au travers (à part le creux et le rond de guindant importants qui subsistent) palan étarqué, alors qu'on se rapproche de celle du spi à partir du grand largue **avec le point d'amure relevé (ce dernier ne devant toutefois pas être monté plus haut que le point d'écoute)**...

Moins puissante en tête et moins développée que le spi, cette voile reste également d'un rendement inférieur, mais constitue notamment un bon spi de largue.

Le Fifter :

Il s'agit là d'une voile sensiblement différente des précédentes, en particulier caractérisée par sa symétrie dont elle tire une bonne part d'avantages...

Conçu par les Voileries Phocéennes, sa coupe lui permet, selon les réglages, d'être placé soit dans **la configuration d'un spi** *« domestiqué »* au portant *(fig. 2.719)* ou même d'un spi classique dans l'axe du bateau, soit d'un génois très léger à grand recouvrement et guindant libre, dont la ralingue peut être parfaitement étarquée **dans le petit temps pour remonter le vent** *(fig. 2.720)*.

Comme dans le cas du spi classique, le creux est centré ; la chute et la bordure étant symétriques, le point d'amure peut devenir point d'écoute lorsqu'il est placé sous le vent, et réciproquement. On a donc deux écoutes partant sur l'arrière et reprises aux winches de génois...

Pour cela, le *« point fixe »* d'amure tel que nous avons pu le voir avec les voiles asymétriques, solidaire de l'étai, a été remplacé **par une poulie d'étrave ouvrante**, par laquelle on fait passer l'écoute au vent (qui étarque plus ou moins l'amure de la voile) *(fig. 2.721)*.

La manœuvre d'empannage est donc très simple : on ouvre la poulie d'étrave pour libérer l'écoute d'amure, et la remplacer par l'autre écoute qui prend à son tour le rôle d'amure avec l'autre côté de la voile !

Ce point d'amure à la fois contrôlable et réglable permet ainsi de jouer avec beaucoup de souplesse sur la forme de la voile, et bien plus de quiétude et de sécurité quel que soit le temps, qu'avec un spi classique : **la coupe, et la surface modérée** du fifter (environ 75 % d'un spi de croisière), permettent en effet les tâtonnements aux réglages et à la manœuvre, et pardonnent volontiers l'erreur sans risque de chalutage ou départ au lof intempestif...

Réalisée dans des grammages de grand spi médium, on trouve ici, dans les conditions de vents portants, une voile de croi-

sière qui se porte encore très bien jusqu'à des forces 6 en équipage réduit (ou solitaire), et reste facile à rentrer, sous le vent, par le point d'écoute...

Moins puissant qu'un spi dans les vents modérés, bien sûr, de par sa surface, le fifter constitue, par contre, une voile de travers bien plus agréable (la composante latérale faisant gîter le bateau étant nettement moindre) et d'un excellent rendement.

En outre, la possibilité. dans les petits airs, de faire du près bon plein, fait du fifter **une très bonne voile complémentaire des voiles sur enrouleur** qui sont, par nature, pénalisées dans ces conditions par leur fort grammage et leur surface alors trop faible... sans nécessiter d'affaler cette dernière, qu'il suffit de rouler, ni de monter de second étai, puisqu'il n'y a pas de mousqueton sur le guindant, ni au point d'amure, ni au point de drisse (où l'on utilise une drisse de spi).

Voilà que va clore ce tour d'horizon des voiles complémentaires, qui pousse pour le moins à la réflexion quant à la physionomie moderne d'une garde-robe de petite ou grande croisière. Tout comme celui des enrouleurs de voiles, le phénomène des voiles complémentaires qui met entre autres le plaisir de « porter de la toile » et « tirer des milles » à la portée de tout équipage, est en effet un élément assez récent de l'évolution de la navigation de plaisance ces dernières années...

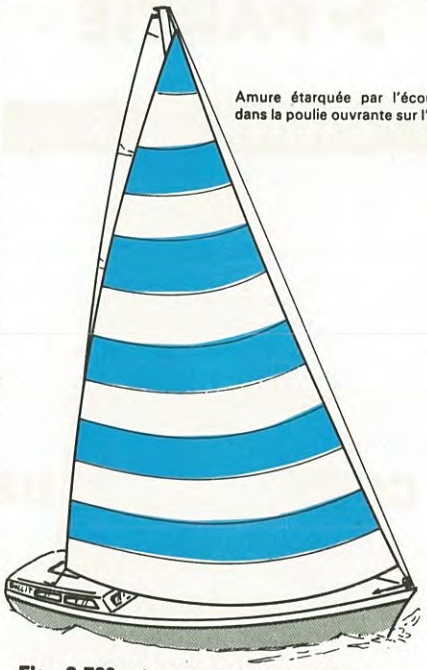
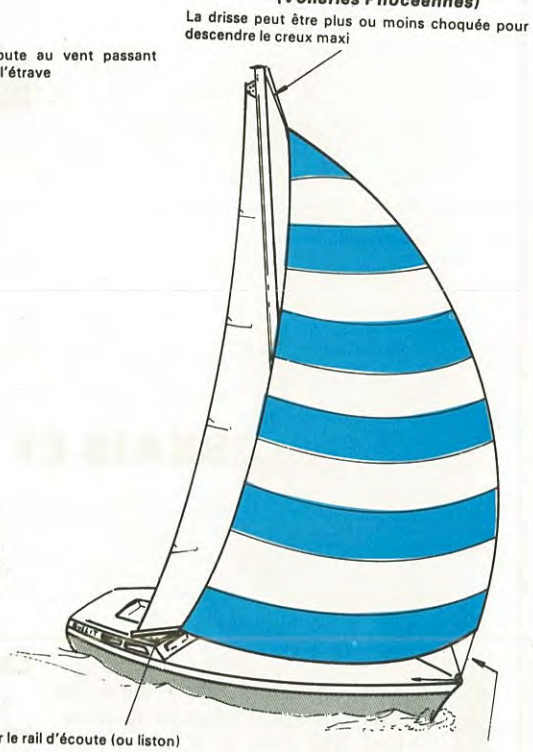


Fig. 2.720 : ***Le fifter (Voileries Phocéennes) en configuration du près bon plein par petit temps.***

Fig. 2.721 : ***Fifter au largue (Voileries Phocéennes)***



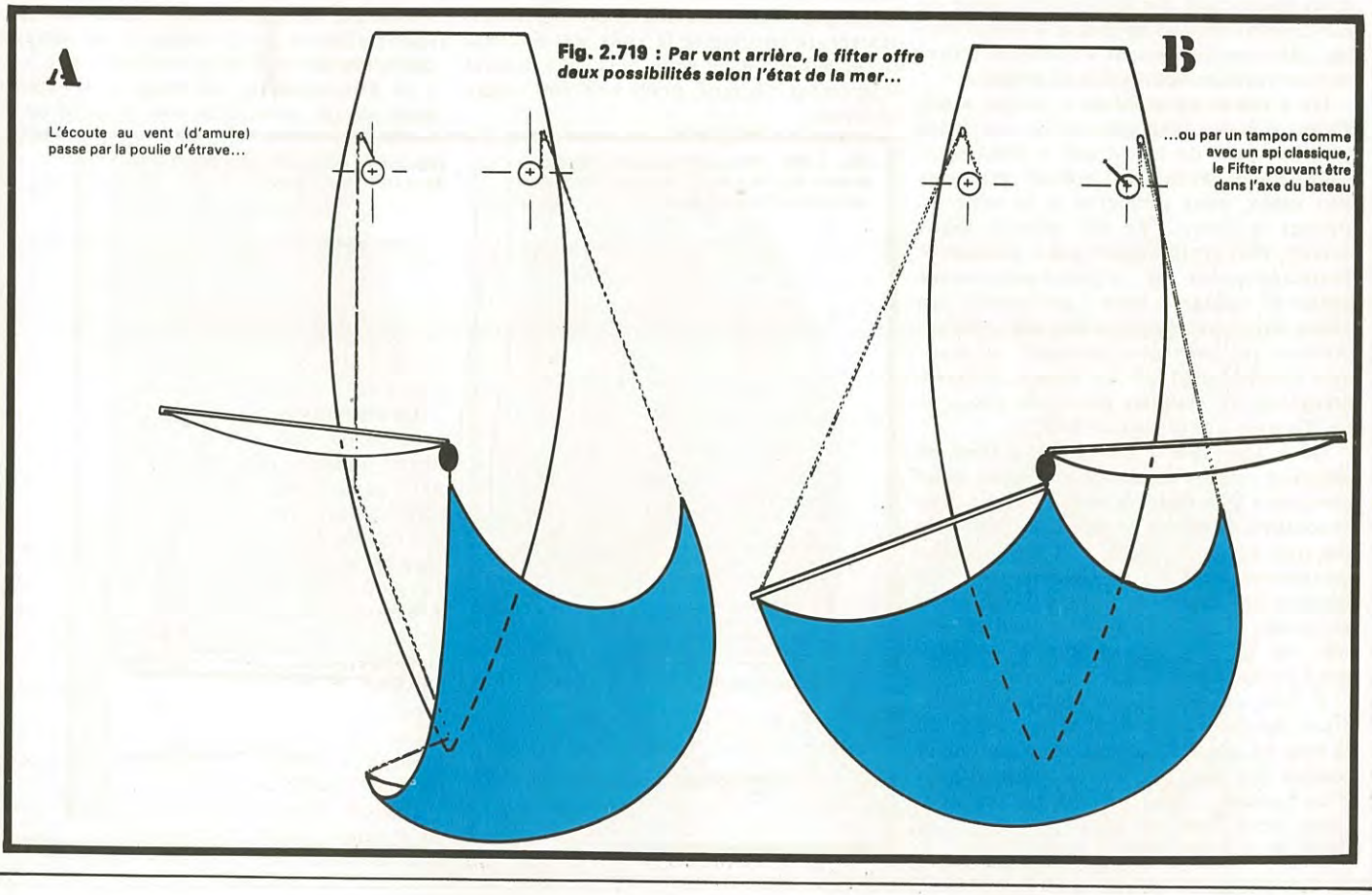


Fig. 2.719 : ***Par vent arrière, le fifter offre deux possibilités selon l'état de la mer...***

2e PARTIE

CHAPITRE 8

ESSAIS ET CORRECTIONS DES VOILES

LES voiles sont maintenant terminées, il n'y a plus qu'à les essayer ; après avoir eu la sensation que l'on a *« fait de son mieux »* pour tenter de maîtriser les différents paramètres, vient l'étrange impression que *« l'on va au résultat » !*

Pourtant, de même qu'un habit ne *« colle »* jamais parfaitement dès le premier essayage, une voile ne s'avère pas toujours impeccable dès sa première sortie en mer ; même sortant de chez le meilleur voilier, elle appelle souvent à quelques retouches ou réglages appropriés au bateau...

On a beaucoup parlé de *« rodage »* des voiles ; c'était en fait très vrai du temps des anciens tissus de coton qui *« prêtaient »* énormément avant de trouver vraiment leur place, pour permettre à la voile de trouver sa forme... En fait, avec les tissus actuels, tous synthétiques, qui *« donnent »* beaucoup moins, on n'a plus à proprement parler de rodage à faire ; par contre, ces voiles seront très sensibles aux plis et déformations que peuvent occasionner un mauvais établissement sur les espars, mauvais étarquage ou mauvais points de tire... et ce, d'autant que le vent est fort.

On a donc tout à fait intérêt à faire les premiers essais « en douceur », avec, pour chercher à bien régler la voile et laisser tissu et coutures se mettre en place, un petit vent pas trop agressif... Ceci dit, tissu et coutures trouvent très vite leur place et la voile ne bougera pratiquement plus (sauf utilisation anormale, bien sûr !), de sorte que l'on voit très vite les éventuels défauts et remèdes que l'on va pouvoir y apporter.

Il faut considérer ces réglages comme étant une chose normale et faisant partie de la mise au point du bateau, tout comme la tension des haubans, ou la compensation d'un compas... Quelques données élémentaires permettent de juger facilement, à l'œil, de ce comportement des voiles.

La grand-voile :

La grand-voile est mise en place en commençant par l'enverguer sur la bôme, puis on la hisse après avoir crocheté le point d'amure, en étarquant modérément le guindant : un léger creux apparaît alors le long du mât, pratiquement sur toute sa longueur, ce qui est normal au repos (il ne faut par contre pas chercher à trop étarquer la voile, ce qui se voit de suite à la *« gueule »* du tissu qui se déforme en plissant...).

On peut alors étarquer, toujours modérément, la bordure de la voile, par l'arrière de la bôme ; il ne reste plus qu'à border légèrement l'écoute pour voir son allure générale.

Défauts au point d'amure :

Ce sont ceux qui sautent les premiers aux yeux !

Si un pli apparaît depuis l'endroit où la ralingue de la voile s'engage dans le mât, dirigé vers l'arrière *(fig. 2.801)*, c'est le signe que **l'œil de point d'amure est situé trop en arrière** ; le plus simple est alors de modifier la ferrure de bôme pour le rapprocher du mât. Si l'on a équipé le point d'amure de la voile d'un triangle inox monté sur sangles, on peut également tricher en jouant sur la longueur des sangles pour repositionner ainsi le point de tire...

Si l'on observe, par contre, le même genre de pli, mais cette fois à partir de la

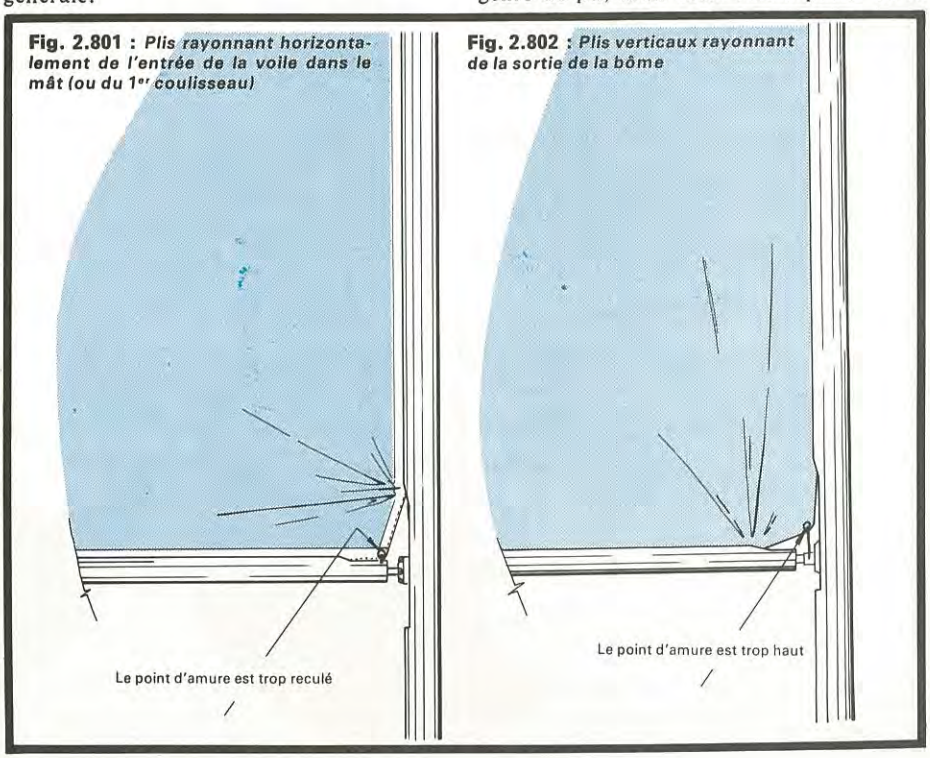


Fig. 2.801 : *Plis rayonnant horizontalement de l'entrée de la voile dans le mât (ou du 1er coulisseau)*

Fig. 2.802 : *Plis verticaux rayonnant de la sortie de la bôme*

sortie de bôme de la ralingue de bordure, et dirigé vers le haut *(fig. 2.802)*, c'est alors que **le point d'amure de la voile est trop haut.** Selon l'importance du phénomène, on peut reprendre la ferrure, ou poser un second œillet plus haut sur la voile, et retailler la voile dans cet angle...

Enfin, des plis rayonnant depuis le point d'amure vers le centre de la voile traduisent le défaut inverse : **le point d'amure est trop rentré,** *(fig. 2.803)* et une manille peut parfois simplement remédier au problème... Il faut noter qu'une bonne mesure des cotes et de la disposition du croc d'amure sur la bôme en place, comme on l'a vu au chapitre 3 avec la fig. 313, permet de s'affranchir en grande partie de ce genre de problèmes...

Défauts au point d'écoute :

On peut y observer le même type de phénomène qu'avec le point d'amure dans le cas de la *figure 802 :* un pli monte depuis l'endroit où la voile sort de la bôme ; cela est simplement dû au fait que **la voile n'est pas retenue vers le bas au niveau de l'œil du point d'écoute** *(fig. 2.804).* Si le profil de la bôme le permet, il faut alors ajouter un coulisseau au point d'écoute ; sinon, une ligature entourant la bôme et passant dans l'œillet peut faire l'affaire...

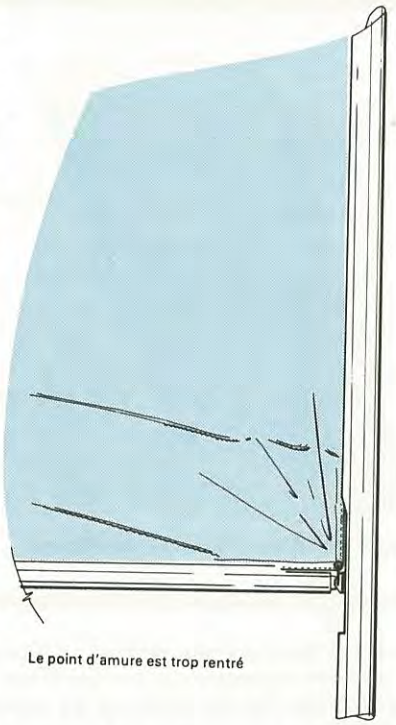


Fig. 2.803 : ***Plis rayonnant en éventail depuis le point d'amure de la voile***

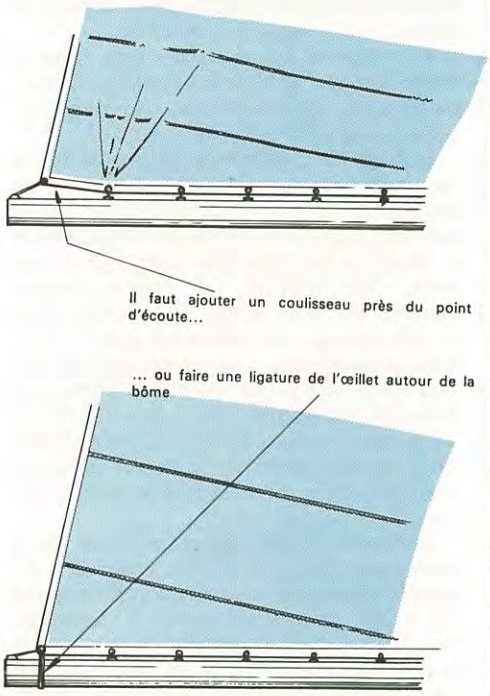


Fig. 2.804 : ***Plis montant du dernier coulisseau, ou de la sortie de la gorge, de la bôme au point d'écoute***

Défauts au point de drisse :

Il peut se produire un pli descendant de l'arrière de la têtière et venant buter en extrémité de la première latte du haut, pour repartir en direction du point d'écoute *(fig. 2.805)* ; c'est ici le signe que **la drisse prend trop sur l'arrière de la têtière,** ou, ce qui revient au même, que la voile monte trop près du réa de la sortie de drisse... Si l'on ne peut pas crocher la drisse dans un trou de têtière plus proche du mât, ou dans le cas d'une têtière particulièrement large, la solution, outre de raccourcir le haut de la voile, (ce qui implique pas mal de travail, refaire une têtière plus grande, etc.), consiste à monter une ferrure en tête de mât, avec un réa écartant le départ de la drisse *(fig. 2.806).*

Défauts sur la chute :

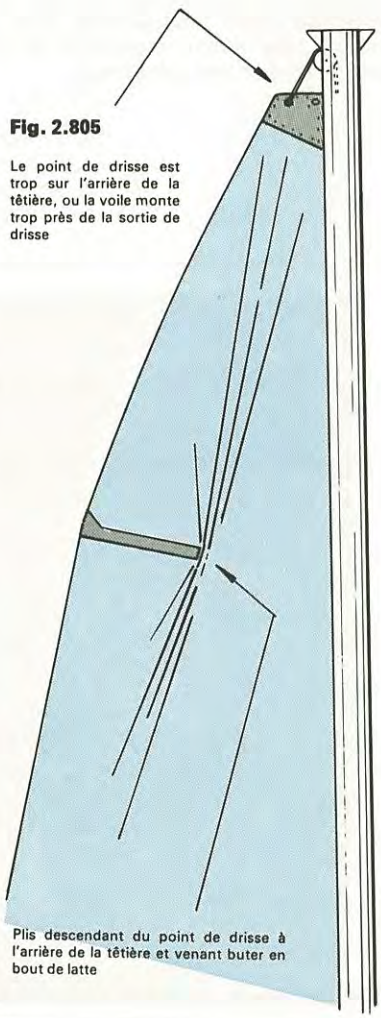
Le même défaut que celui que l'on vient de voir peut quelquefois provenir d'une latte supérieure que l'on aurait prévue un peu trop courte par rapport au rond de la chute (ou inversement, d'un rond de chute un peu trop accentué...).

Par ailleurs, lorsque de petits plis apparaissent en éventail au bout des autres lattes *(fig. 2.807),* **la latte est un peu trop longue pour son gousset.**

Sur la voile neuve, on a cependant intérêt à ce que les lattes forcent légèrement dans leur gousset, de façon à ce que, lors du premier essai, le tissu se mettant en place, celles-ci se trouvent alors adaptées à l'intérieur de leur gousset ; il sera toujours

Fig. 2.805

Le point de drisse est trop sur l'arrière de la têtière, ou la voile monte trop près de la sortie de drisse



Soit on croche la drisse sur un trou plus en avant de la têtière...

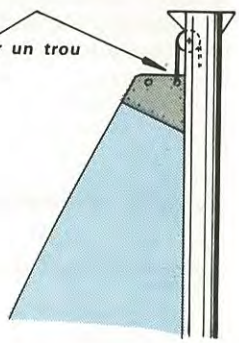
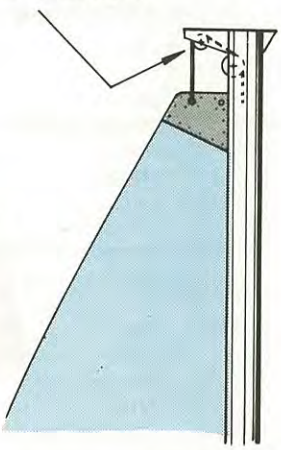


Fig. 2.806 :

... Soit, et notamment avec les voiles particulièrement larges au point de drisse, on ajoute une ferrure en tête de mât, avec un réa écartant le départ de la drisse



temps par la suite, de les recouper éventuellement si le besoin s'en fait sentir.

Par contre, **une latte trop courte** provoque une série de petits plis perpendiculaires au gousset, dus au tassement du tissu le long de la latte *(fig. 2.808)*...

D'autre part, si **la latte est trop raide,** le vent provoque une sorte de cassure dans la section de la voile, *(fig. 2.809)* formant un pli vertical et faisant déverser brutalement la chute de la voile, bien que celle-ci soit plate, par ailleurs, la même cassure demeure par vent faible, bien que la chute ne déverse plus. On remarque que la chute déverse également, mais alors avec une section en forme douce de « S », lorsque la latte est trop souple *(fig. 2.809.bis)*. Dans les mêmes conditions avec une latte forcée, on observe également le même résultat, avec toutefois davantage d'ampleur, sur toute la largeur de la voile...

Enfin, si **l'ourlet de chute roule** entre deux lattes *(fig. 2.810)*, cela provient vraisemblablement de ce que l'on aura coupé la chute avec un léger rond entre les lattes, au lieu de tirer droit ; il faudra alors recouper la chute à cet endroit en conséquence, ou éventuellement même avec une légère échancrure (rond négatif).

Si, malgré tous ces différends vérifiés et corrigés, la voile referme, ou déverse toujours, il se peut qu'en dernier recours, l'on doive ouvrir ou refermer certaines coutures entre les laizes, pour modifier la valeur de la pince. Dans la pratique, cela n'arrive vraiment que si le défaut constaté n'est pas constant sur toute la longueur de la chute ; mais il faut aussi prendre garde aux défauts que peuvent engendrer des erreurs d'étarquage du hale-bas de bôme ou du palan d'écoute !

En tout état de cause, il est alors bien plus prudent, avant de se lancer dans de telles retouches sur la voile, de faire appel à l'œil avisé d'un maître voilier professionnel, qui saura mieux vous conseiller sur l'opportunité d'une modification, tant il est vrai qu'une bonne expérience en la matière peut éviter bien des dégâts...

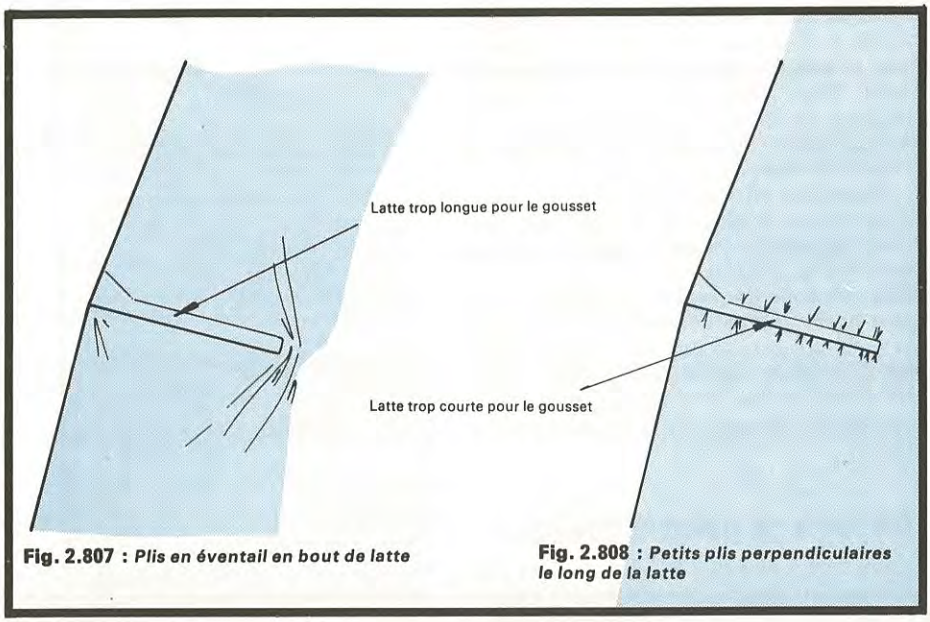


Fig. 2.807 : *Plis en éventail en bout de latte*

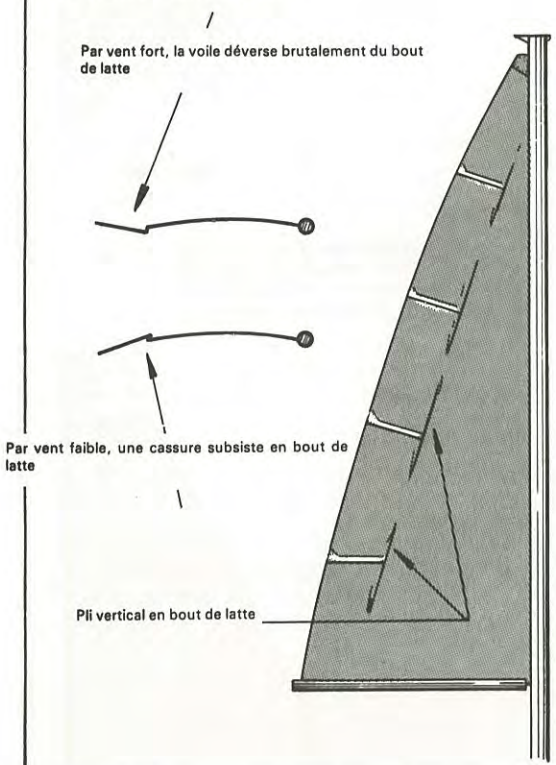
Fig. 2.808 : *Petits plis perpendiculaires le long de la latte*

Tension des ralingues et palans de bôme :

Nous avons vu à propos de l'établissement de la voile que, la ralingue de guindant étant étarquée, un léger creux apparaît le long du mât ; si cet étarquage est trop important, ce n'est plus alors simplement ce creux que l'on peut voir, mais un vilain pli, et ce, autant pour la ralingue de guindant que de bordure...

Par contre, **le long d'une ralingue insuffisamment étarquée,** on remarquera une série de petits plis perpendiculaires à celle-ci, ainsi éventuellement qu'un long pli allant du point de drisse au point d'écoute et venant buter sur les extrémités de lattes ;

Fig. 2.809 : *Latte trop raide*



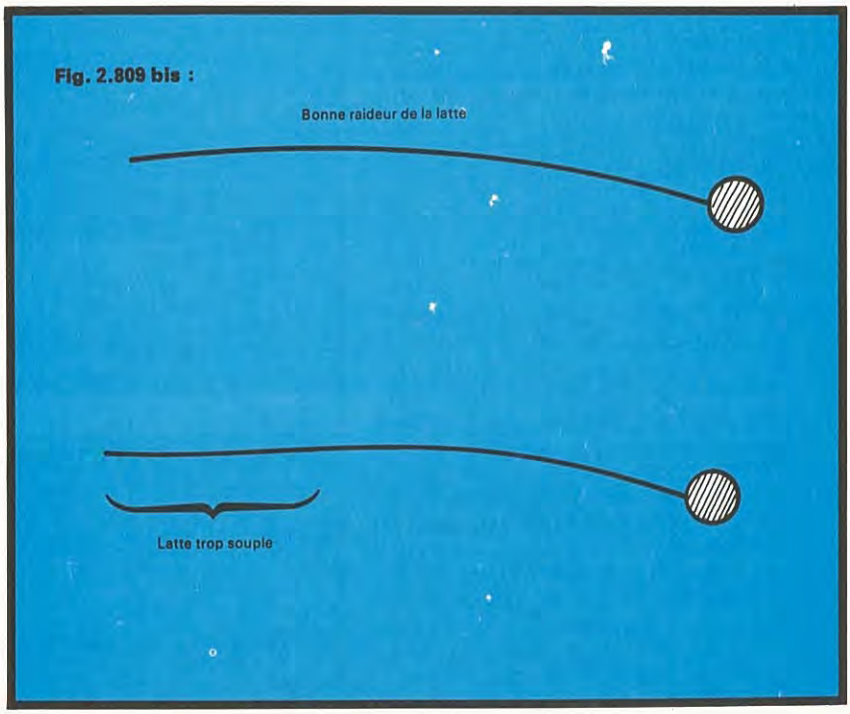


Fig. 2.810 : *L'ourlet de chute roule entre deux lattes*

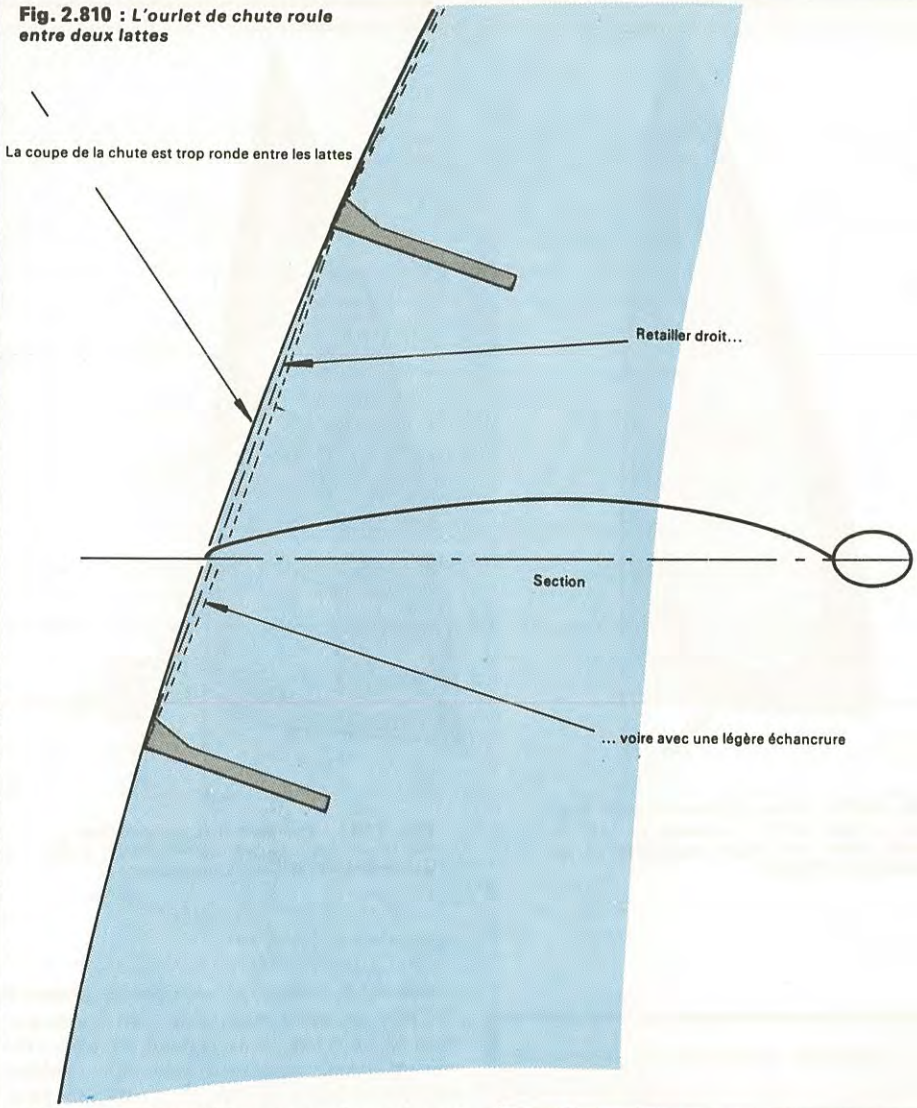
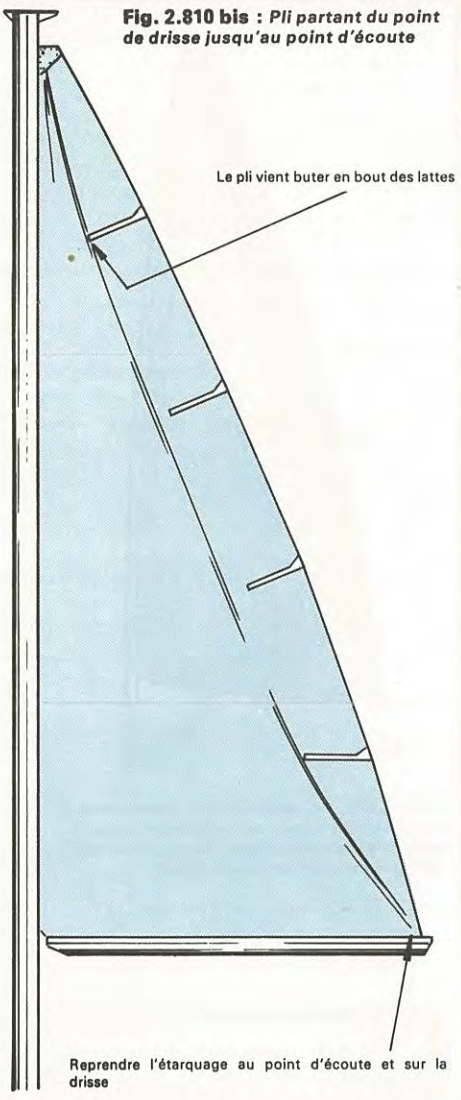


Fig. 2.810 bis : *Pli partant du point de drisse jusqu'au point d'écoute*



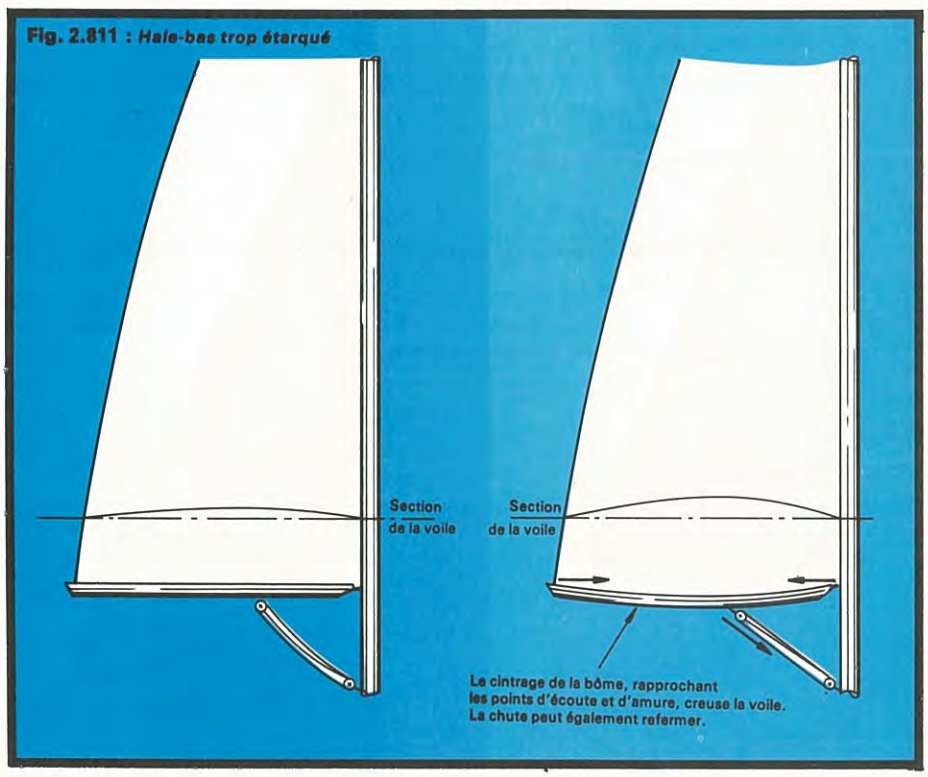
reprendre alors l'étarquage du point de drisse et, en bout de bôme, au point d'écoute, permet donc d'éliminer tout ça...

On voit que l'équilibre des diverses tensions dans la voile est primordial pour lui permettre de prendre une bonne forme ; il ne faut pas ici, oublier l'influence de celles du hale-bas, ni du palan d'écoute.

Un hale-bas trop étarqué *(fig. 2.811)*, par le cintrage de la bôme, aura tendance à faire refermer la chute, alors qu'une écoute insuffisamment bordée, et tirant trop au vent (par son point de tire sur le chariot de la barre d'écoute) aura tendance à la faire ouvrir... De même que le cintrage provoqué sur la bôme augmente le creux de la voile du fait du rapprochement du point d'amure et d'écoute de la voile qui en résulte.

Du fait de la variation des efforts du vent avec la force de celui-ci, on comprendra donc qu'il peut s'avérer nécessaire de modifier l'étarquage des ralingues et palans, pour garder des formes convenables dans la voile. Quant au cintrage volontaire de la bôme, ou du mât, il vaut mieux compter dessus pour déplacer le creux de la voile, plutôt que pour le réduire dans le cas d'une erreur de coupe...

Fig. 2.811 : *Hale-bas trop étarqué*



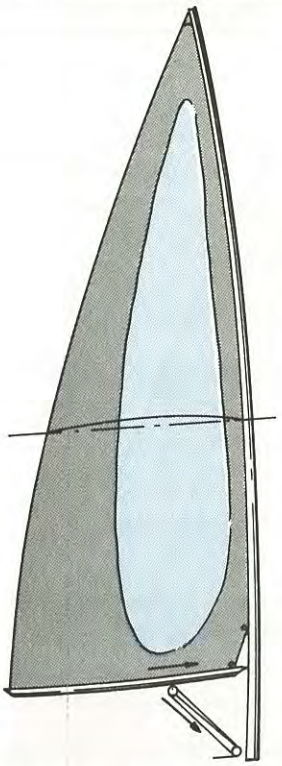


Fig. 2.812 : *Quand le vent commence à forcir légèrement, on peut provoquer un léger cintrage du mât en étarquant le hale-bas pour réduire un peu le creux*

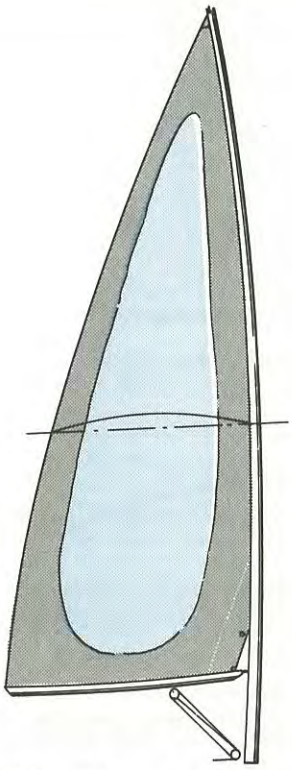


Fig. 2.813 : *Avec le même réglage, lorsque le vent forcit, le cintrage du mât ne suffit plus : le creux augmente et se déplace sur l'arrière*

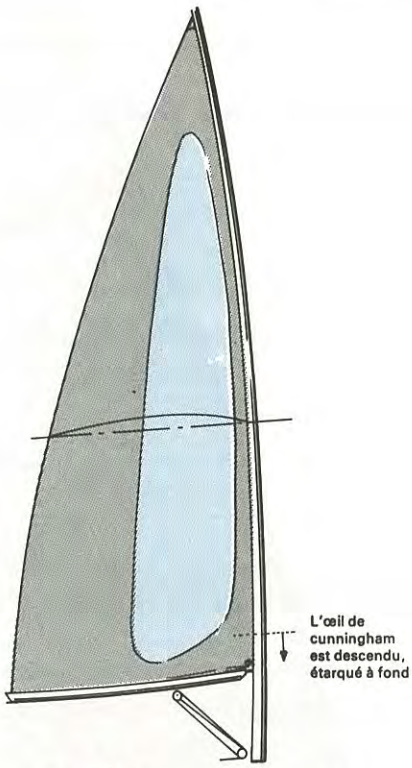


Fig. 2.814 : *Par vent fort, on peut ramener le creux sur l'avant de la voile en étarquant à fond l'œil de cunningham.*

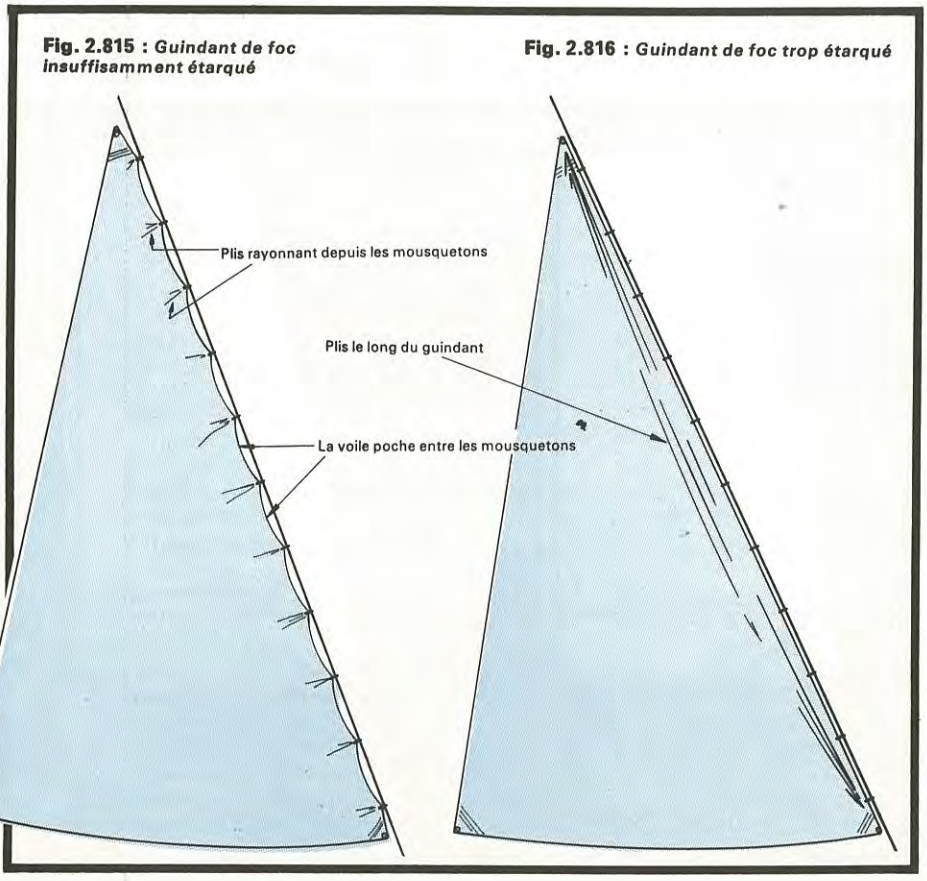


Fig. 2.815 : *Guindant de foc insuffisamment étarqué*

Fig. 2.816 : *Guindant de foc trop étarqué*

Par vents faibles, on essaiera de donner à la voile un creux maximum ; en étarquant bien le hale-bas, sans cependant trop cintrer la bôme (qui doit être assez raide), quand le vent forcit légèrement, on peut toutefois provoquer un léger cintrage du mât vers l'avant (en appuyant ainsi sur celui-ci), **ce qui aboutit à diminuer légèrement le creux** *(fig. 2.812).*

Par vents forts, ce cintrage du mât n'est plus suffisant pour reprendre ce creux (même l'utilisation d'un pataras réglable a ses limites !) que l'on voit alors se déplacer sur l'arrière *(fig. 2.813)* ; on peut alors, **en étarquant fortement le point d'amure de la voile par l'œil de cunningham,** ramener sensiblement le creux vers l'avant de la voile *(fig. 2.814).*

Tout ceci requiert un minimum d'expérience qui, heureusement, vient assez vite, pour peu que l'on ait l'occasion d'embarquer une fois ou deux un équipier déjà habitué aux « peaufinages » de régate, dont les éléments de base sont toutefois bien utiles en croisière... Il en va d'ailleurs de même pour ce qui est des voiles d'avant.

Les voiles d'avant :

Tout comme nous l'avons vu avec la grand-voile, le premier point à vérifier, avant de pouvoir contrôler un quelconque éventuel défaut des focs, génois, yankees etc., est l'étarquage correct de son guindant.

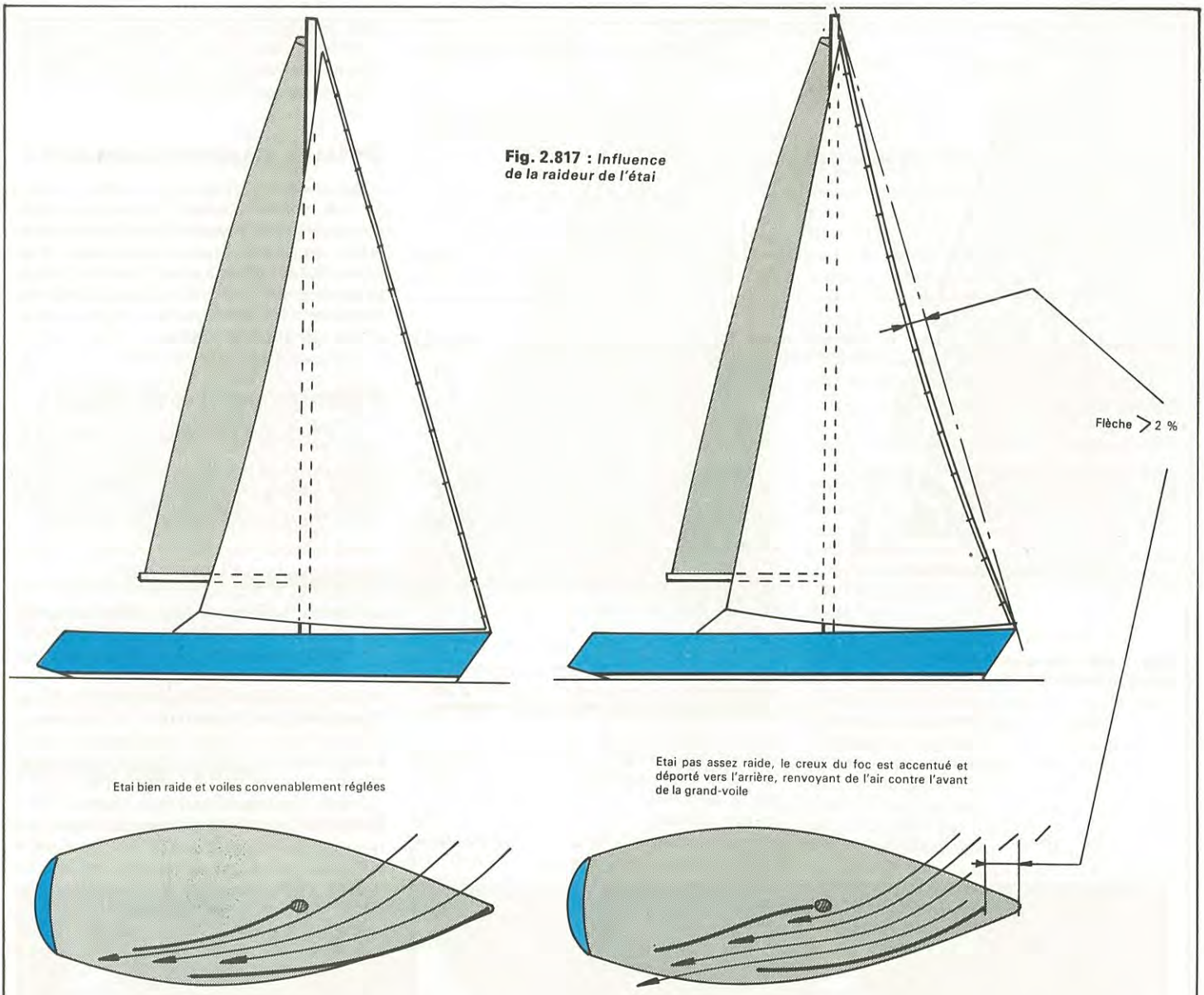


Fig. 2.817 : *Influence de la raideur de l'étai*

Une fois le foc endraillé, tous les mousquetons étant crochetés à l'étai (ou enverguè, dans le cas d'un étai à gorge...), cet étarquage par la drisse, (ou éventuellement par un petit palan au point d'amure dans le cas d'absence de winch de drisse), doit être assez ferme : plus étarqué dans le cas classique de guindant sur mousquetons, il faut le préciser, que dans le cas de profil d'étai à gorge qui nous donne déjà, par nature, un profil aérodynamique du bord d'attaque droit et régulier.

En effet, comme sur toutes voiles, le bord d'attaque doit être aussi parfaitement rectiligne que possible ; or, on s'aperçoit qu'**un foc insuffisamment étarqué** voit son guindant « pocher » entre les mousquetons, avec de surcroît de petits plis rayonnant de chaque mousqueton *(fig. 2.815)*.

Il faut noter d'ailleurs à ce sujet, que même bien étarqué, après un premier bord de navigation, le tissu et la ralingue se *« mettant en place »*, il convient de reprendre l'étarquage ; c'est également toujours vrai avec les drisses en textile (qui, par ailleurs, se généralisent !...) même pré-étiré qui donnent un peu au début.

Trop étarqué, on verra le même *« méchant pli »* que dans le cas de la grand-voile, se former le long du guindant *(fig. 2.816)*.

Défauts sur le guindant :

Convenablement étarqué, le foc ne doit présenter ici aucun défaut ; ainsi, s'il se trouve quelques **petits plis irrégulièrement répartis le long du guindant,** sans pour autant correspondre nécessairement aux mousquetons, c'est que la tension de la ralingue dans la voile n'est pas régulière, cas d'une ralingue étranglée. C'est pour cette raison (et pour vous éviter ce type de défaut), que nous ne conseillons pas, dans le montage du chapitre 4, d'étrangler les ralingues de guindant sur les voiles d'avant...

Si ce défaut est observé, il faut alors défaire la couture d'étranglement, et soit régulariser la tension si l'on tient à refaire une couture étranglant la ralingue, soit simplement faire une couture zigzag pour la remplacer...

Ce type de défaut peut également arriver avec des guindants sans ralingue, où l'on a cousu une sangle à l'intérieur de l'ourlet rapporté, pour les mêmes raisons... Mêmes remèdes donc, il faut alors la découdre et vérifier que les repères le long de la voile, soient bien en face de ceux sur la sangle, pour recoudre...

D'autre part, lorsque l'on tire les premiers bords pour voir l'allure de la voile, il est bien évident que l'on doit **s'assurer que l'étai est suffisamment raidi,** pour ne pas prendre plus de flèche que ce n'est tolérable, c'est-à-dire : pas du tout par le petit temps des premiers essais, et pas plus de 2 % par temps frais, comme on l'a vu au chapitre 4... Sans cela, on verra automatiquement le creux de la voile accentué, et déporté sur l'arrière *(fig. 2.817)*, ce qui lui

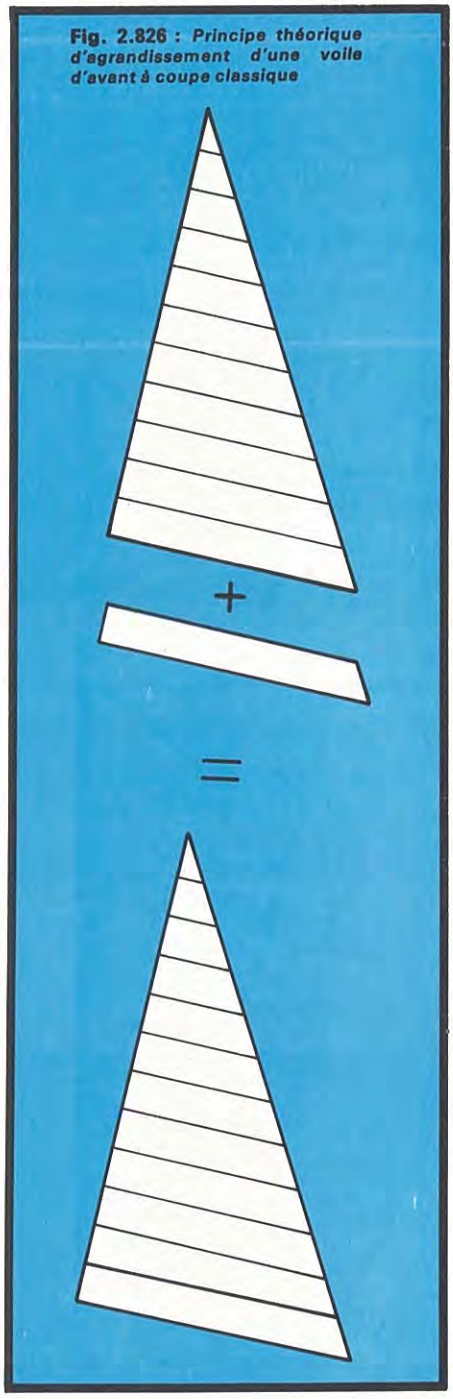


Fig. 2.826 : *Principe théorique d'agrandissement d'une voile d'avant à coupe classique*

gé de faire ici une distinction entre la coupe classique, à laizes horizontales et celle en épine (ou coupe anglaise)...

Coupe classique :

Le principe initial est simple : il s'agit d'ajouter une laize en bas de la voile *(fig. 2.826)* ; en fait, la laize inférieure représentant la bordure, avec des pinces particulières, différentes du reste de la voile, il faut la supprimer, pour ajouter la laize supplémentaire au niveau de ce que l'on a appelé la ligne de première laize dans la *figure 413* du chapitre 4.

La voile étant ainsi élargie à sa base, *la « laize de bordure »* de la voile initiale est alors trop courte ; il convient donc d'en retailler une nouvelle *(fig. 2.827)*.

Dans la pratique, après avoir démonté l'ourlet de chute et la ralingue de guindant, le plus sûr est de démonter la laize inférieure, **en prenant soin de relever les cotes de ses pinces,** à l'avant et l'arrière de la voile, ainsi que ce centrage de leur point zéro.

On peut alors tailler la nouvelle laize, en lui donnant les mêmes valeurs de pinces que ce qu'on vient de relever.

On passe ensuite à la nouvelle laize inférieure, lui donnant une valeur de pinces légèrement supérieure à la précédente, selon le même principe que ce qu'on a vu au chapitre 4 (c'est-à-dire plus 5 mm). Le creux des pinces supplémentaires verticales se fait alors de façon classique.

On peut également traiter cette laize inférieure comme nous l'avons vu avec la coupe en pointe, en se reportant là aussi au chapitre 4.

Il reste alors à couper le rond de bordure, poser les renforts, puis reprendre l'ourlet de chute et la ralingue de guindant comme nous l'avons vu plus haut...

Fig. 2.825 : *Si l'on réduit exagérément les proportions d'une voile, la nouvelle chute se trouve alors trop rapprochée de la ligne de creux initialement prévue pour les anciennes cotes de la voile*

Coupe anglaise :

L'apport de toile se fait ici le long de la plus grande laize inférieure et supérieure *(fig. 2.828)*.

Là encore, il faudra relever les différentes valeurs de pinces existantes, pour intercaler des valeurs de pinces moyennes avec la nouvelle laize supérieure et inférieure, de façon à ce qu'on ait une ligne de creux filant bien, sans cassure.

Une fois coupées, les deux laizes sont d'abord assemblées entre elles, selon la technique que nous avons vue pour l'assemblage de l'épine, puis assemblées aux deux parties de la voile.

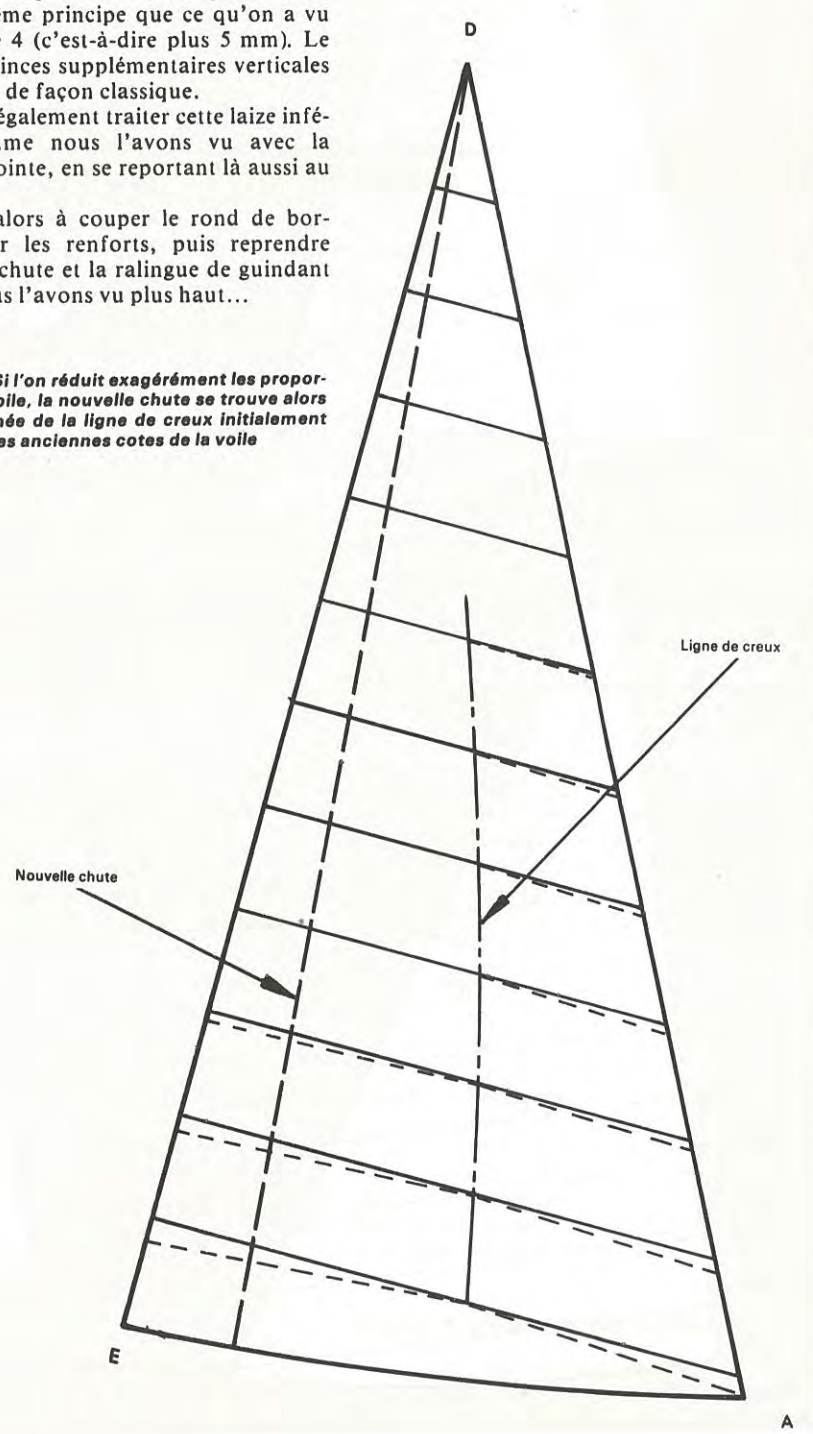


Fig. 2.827 : *Opérations réelles d'agrandissement*

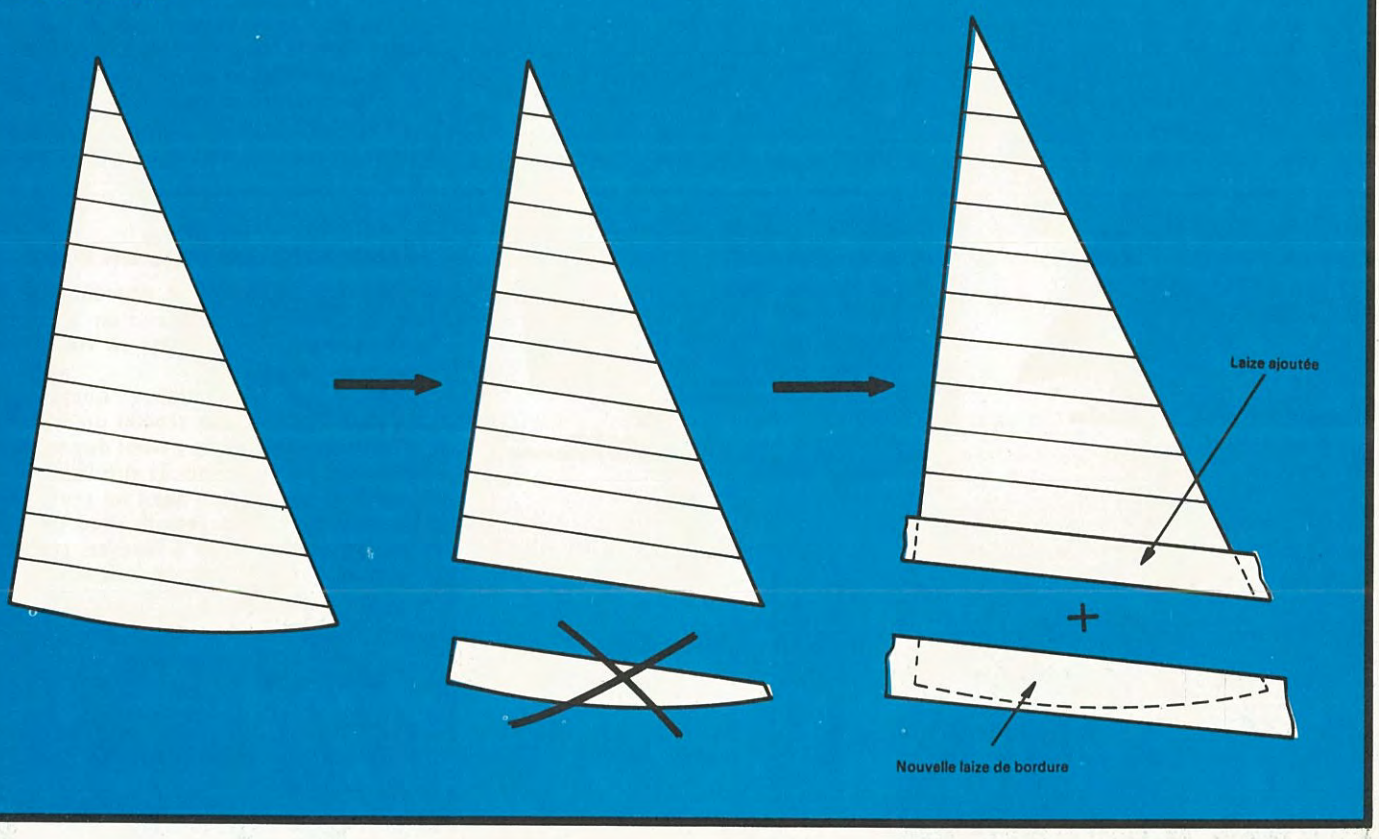
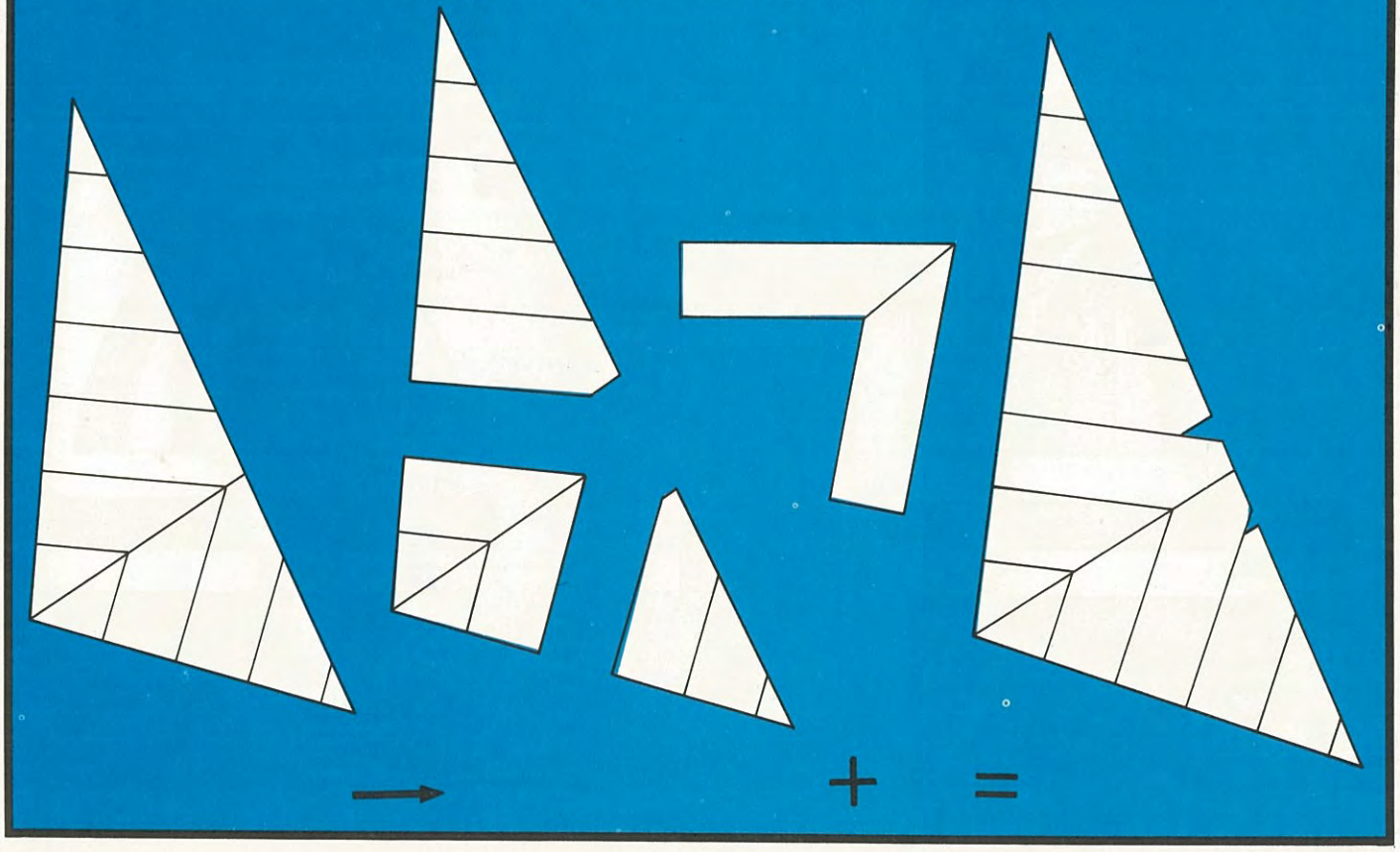


Fig. 2.828 : *Principe d'agrandissement d'un yankee à coupe anglaise*



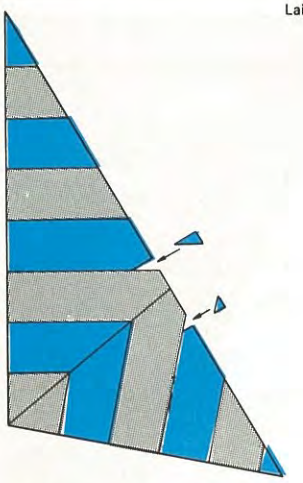


Fig. 2.829 : ***Pièces rapportées contre le guindant***

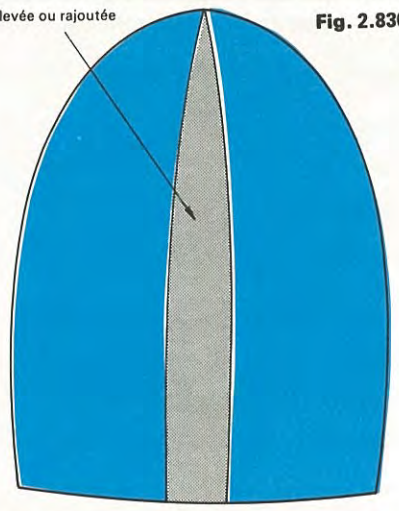


Fig. 2.830 :

Pas très « orthodoxe », l'opération qui consiste à réduire ou élargir un spi par un fuseau central peut constituer une opération de dépannage sur un spi bon marché.

D'autre pat, une petite pièce devra également être rapportée, au niveau du guindant *(fig. 2.829)* en bas de la partie supérieure et en haut de la partie inférieure, pour reprendre la différence de longueur de raccordement entre les laizes initiales, et les nouvelles, plus grandes...

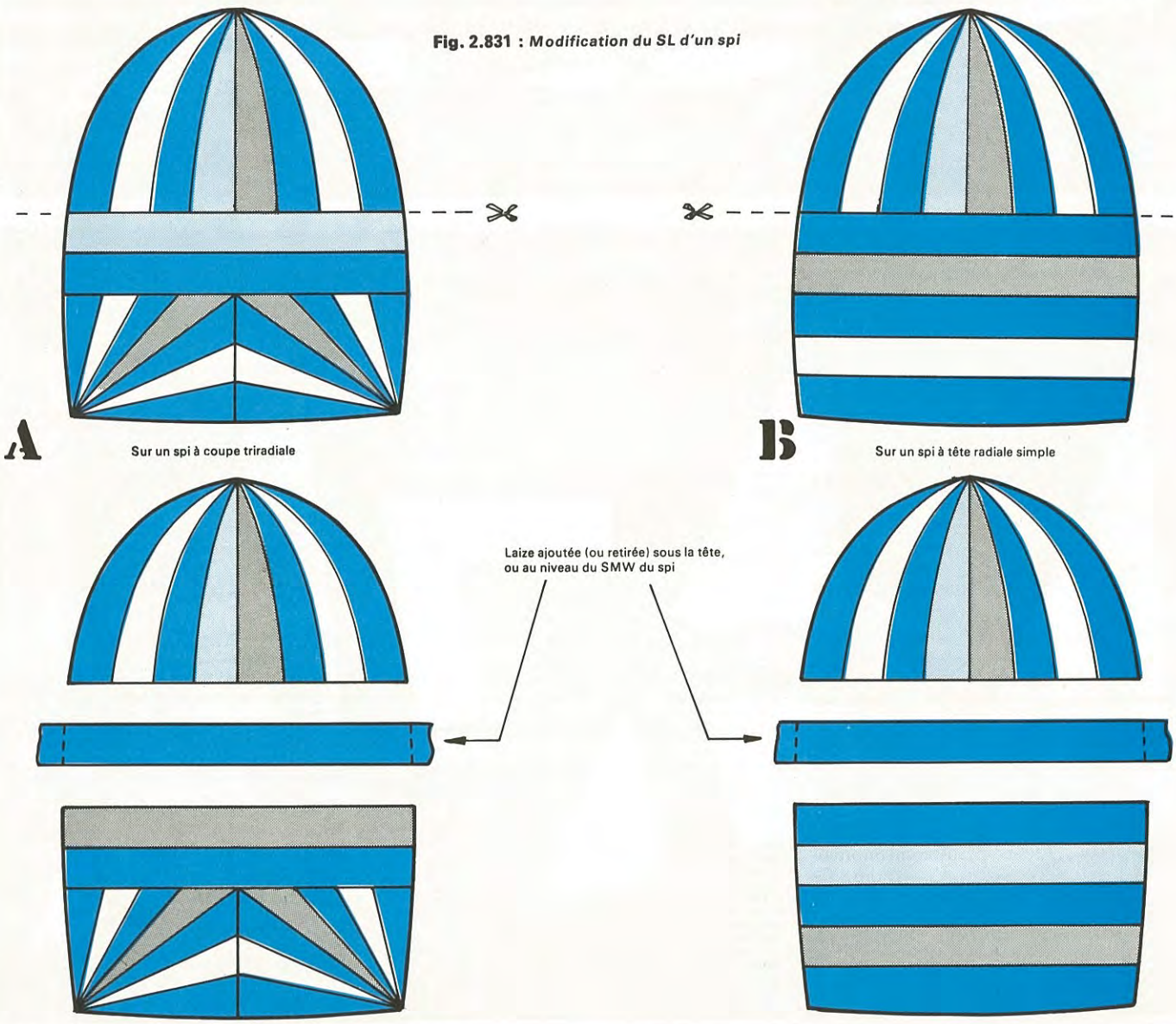
Il restera alors à reprendre la finition de la chute, du guindant, ainsi que de la bordure, qu'il aura, bien sûr, fallu démonter pour commencer les travaux...

Transformation d'un spi :

Il arrive relativement souvent que l'on ait à modifier les cotes d'un spinnaker, notamment pour la régate en vue de nouveaux jaugeages.

Au risque de paraître quelque peu « *rabat-joie* », il faut répéter qu'il s'agit là d'opérations délicates ; étant donné les différentes coupes de spis, la spécialisation de leurs formes, et selon que l'on veuille creuser ou aplatir ces formes, recouper une chute qui a tendance à faseyer, réduire la hauteur d'un spi, ou, au contraire, l'aug-

Fig. 2.831 : ***Modification du SL d'un spi***



menter... Bref, il n'existe pas là de règle générale, tant chaque transformation représente un cas particulier !

Il faut la plupart du temps pas mal d'expérience, dans la coupe, et bien « *sentir* » la voile, pour être capable d'aborder avec succès ce genre de travail...

Lorsqu'il s'agit de changer les cotes d'un spi acheté d'occasion, pour l'adapter à son propre bateau, en réalisant le travail soi-même, le seul type de transformation que l'on puisse raisonnablement conseiller d'entreprendre, est l'augmentation ou la réduction de la hauteur du spi.

Modification du SMW :

L'opération qui consiste, pour modifier sa largeur, à couper le spi en deux pour y ajouter une laize verticale relève, à mon sens, plus d'un bricolage que d'une transformation sérieuse ; cela peut certes dépanner, mais risque fort d'être dommage pour les qualités du spi... *(fig. 2.830)*. Il faut vraiment que ce soit une occasion bon marché, et que l'on ne risque pas grand chose ! Dans ces conditions, on peut même envisager l'opération inverse pour le rétrécir, en lui enlevant une bande de tissu par le milieu.

Modification du SL :

Qu'il s'agisse d'un triradial ou simplement d'un spi radial comme nous l'avons vu dans le chapitre 6, il est toujours possible d'en modifier la hauteur, en ajoutant ou supprimant une laize horizontale au milieu du spi *(fig. 2.831 A et B)*.

S'il s'agit d'ajouter une laize, on prendra soin, comme on a pu le voir avec les autres voiles, de relever les valeurs de pinces afin de les reprendre pour tracer la nouvelle laize... Les coutures seront faites, bien sûr, comme nous l'avons vu au chapitre 6, en assemblant le tissu avec environ 8 mm de recouvrement, au point droit, pour le retourner ensuite et faire le point zigzag. Le tissu à spis étant assez fin, on n'a pas besoin, ainsi, de machine à coudre spéciale ; une machine ménagère peut convenir...

De toute manière, et **quelle que soit la transformation envisagée, sur quelque voile que ce soit,** il ne saurait être trop recommandé, après en avoir soigneusement relevé les cotes, de commencer par en faire un dessin au 10e sur papier millimétré, comme nous l'avons fait avant de commencer toute fabrication de voile neuve dans les chapitres précédents.

On peut ainsi dessiner alors la voile avec la modification envisagée, pour mieux visualiser le résultat ; ensuite, il est bon également de se faire une liste chronologique des différentes phases d'opérations de démontage, de transformation, puis de remontage, pour être sûr de ne rien oublier ensuite en faisant les travaux, comme, par exemple, monter les épaisseurs de renforts en oubliant d'y inclure le montage d'un triangle inox sur sangles !...

KIT COQUE NUE

Une « mine » de renseignements qui vous seront très utiles dans le choix et l'achat de votre bateau

1re PARTIE : L'ACHAT

Le marché du KIT et de la COQUE NUE

ESSAI DE NORMALISATION

JURIDICTION
- Plan
- Formalités
- Permis de naviguer

LES BUDGETS
- Coût d'achat
- Equipement
- Etude graphique des différents postes
- Budget de temps

LES CAPACITÉS REQUISES
- Le choix

2e PARTIE : CONSTRUCTION

EN KIT : • Processus • Cas pratiques

Bateaux à terminer :
- Coque en contreplaqué
- Coque en polyester
- Coque en acier
- Coque en alliage léger
- Coque en ferro-ciment

Équipement-Armement :
- Moteur
- Conception du pont
- Gréement
- Voiles
- Equipement

OU construire entièrement, à partir d'un plan, son propre bateau ? Mais cette dernière solution très avantageuse pour ceux qui ont les compétences pour réussir, n'est sûrement pas à la portée de la plupart des postulants. Alors, ils se posent des questions : *kit ou coque nue ?*

Mais peut-être que confusément ils pensent que ces deux solutions sont au-dessus de leur force et dans ce cas, il leur reste l'achat neuf et trop cher, ou ancien et risqué... alors vraiment n'y-a-t-il pas une solution avec le kit ou la coque nue ?

C'est pour répondre à ce torturant problème que se posent, de plus en plus, nombreux ceux qui rêvent de posséder leur bateau que *Loisirs Nautiques* a mis sous presse un numéro hors série intitulé précisément **« Kit et coque nue ».**

En 290 pages de texte abondamment illustré de photos et de croquis, vous y trouverez les réponses aux questions que vous vous posez, aussi bien au stade du choix d'un kit ou d'une coque à aménager qu'à de l'armement, de la motorisation. *Kit et coque nue* est un ouvrage complet, entièrement original, qui vous sortira de la confusion où le marché vous plonge et vous fera faire un choix lucide.

Essai de normalisation : Sur le marché, le nombre des chantiers vendant du kit ou de la coque est aussi important que les chantiers construisant les bateaux barre en main. Chacun a sa façon de définir son produit. Le vocabulaire est utilisé sans accord sur la définition des termes. Le nombre des solutions techniques est presque infini car chaque partie d'un bateau peut être « comprise ou non » dans le prix. Nous essayons ici de sérier les principales formules proposées et de les définir. Ainsi, vous aurez la possibilité de faire des comparaisons lors de la préparation de votre achat. Vous éviterez les pièges de l'omission dans les descriptifs. Vous serez mieux armé pour comprendre votre fournisseur... et les limites de sa fourniture.

Les formalités : Ce sont parfois les formalités et les paperasseries qui arrêtent celui qui pourtant a les compétences manuelles nécessaires à la réalisation. Il ne faut cependant pas en faire un drame. Tous les aspects administratifs de la question sont abordés. Vous y apprendrez le genre de documents et de plans que vous êtes en droit d'obtenir dans les différentes formules de kit ou de coque nue, les rapports avec l'administration, les Affaires Maritimes, la douane, y sont définis très simplement et vous saurez que faire pour ne pas vous heurter à des incompréhensions.

Les budgets : La réalisation d'un bateau en kit ou la finition d'une coque nue est-elle seulement une question d'argent ? Certains l'ont cru parce que là était leur problème le plus cuisant. Ils ont oublié de bien étudier leur budget « temps » et l'ont regretté. « Temps et argent » sont les deux budgets de l'amateur. Vous trouverez dans ce chapitre, la façon d'organiser votre temps, la recherche de l'équilibre entre l'« acheté » et le « fait soi-même ». Par une méthode simple, vous pourrez optimaliser vos dépenses d'argent et de temps. De plus, de nombreux conseils, provenant d'expériences vécues, vous aideront à tirer parti de votre temps libre pour mener efficacement votre chantier.

Le marché : Une étude jamais réalisée auparavant sous cette forme. Les prix du marché des kits, des coques, des moteurs, des gréements, de l'accastillage, des voiles et des équipements ont été recensés et présentés anonymement sous forme de graphiques. D'un coup d'œil, vous pourrez juger par exemple de la fourchette es prix pour les coques en acier selon leur taille, leur prix moyen, leur comparaison, avec les autres matériaux. Toujours selon la même méthode graphique, vous pourrez déterminer immédiatement le prix moyen d'un mât, d'un gréement, des voile, des équipements de sécurité selon la taille du bateau et sa catégorie de navigation. Votre chantier ne doit pas être une aventure financière : vos dépenses avec l'aide de cette étude pourront être prévues objectivement et programmées dans le temps.

Les kits : Mais qu'est-ce qu'un kit... autant de formules que de vendeurs. Même à définitions égales et à nomenclatures égales, les différences importantes, subsistent quant à la qualité des matériaux, la précision des cotes des éléments, le degré d'avancement de la préfabrication. Vous serez surpris de la différence entre des kits qui ne sont qu'un tas de bois à peine dégrossi et ceux qui présentent des éléments découpés en série et préassemblés.

On y aborde aussi bien dans le cas des petites embarcations, des dériveurs, des kits pour les jeunes et les clubs que celui des bateaux de grande croisière. Le kit, c'est le plus souvent du bois mais vous apprendrez qu'il existe aussi des kits métalliques.

Les coques nues : Elles constituent un chapitre important. Tous les matériaux y sont représentés et, selon le cas, la façon d'y fixer les emménagements diffère. Comment fixer cloisons et équipets sur une coque en polyester ou en ferro-ciment ? Comment vaigrer une coque en acier ou en alliage léger ? On y explique les avantages et les inconvénients, les facilités et les complications de chaque matériau.

Mais aussi, la coque nue peut représenter différentes fournitures selon le chantier, avec ou sans pont, lestée ou pas, cloisonnée ou non ?

Les superstructures pont, rouf, méritent un soin et des compétences particulières. **Kit et coque nue** explique comment habiller un pont, le rendre antidérapant, joli et étanche.



2e PARTIE

CHAPITRE 9

LES VOILES ET LEUR VIEILLISSEMENT

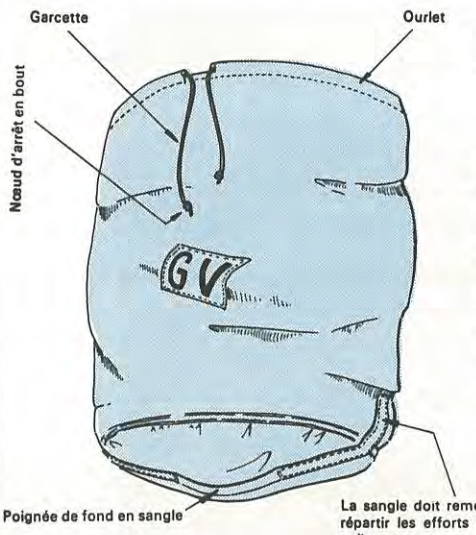
LA vie des voiles ne tient pas seulement à leur type d'utilisation, mais aussi, pour beaucoup, à la façon dont elles sont rangées, pliées, protégées des diverses agressivités du monde marin tels que les U.V., le soleil, et les nombreux points de ragage, tant il est vrai qu'un bateau, si l'on n'y prend pas particulièrement garde, comporte un maximum de pièges pour nos voiles, à cet égard...

A) LE STOCKAGE :

Le tissu dans lequel vous allez faire **vos sacs à voiles** doit répondre à quelques impératifs élémentaires, mais qui doivent être rappelés tant on rencontre de sacs inopérants !

Ils doivent être réalisés dans **un tissu qui laisse passer l'air et l'eau,** pour ne pas qu'il y ait à l'intérieur de risque de moisissure ni d'altération des différentes pièces métalliques de la voile (inox, bronze, laiton, alu).

Fig. 2.901 : ***Sac à voile***



Dans une moindre mesure, surtout s'ils sont stockés dans une soute, les sacs auront également pour mission de protéger les voiles du soleil. Enfin, leur tissu ne doit pas non plus être sujet à la pourriture !

On lui demande de surcroît d'être super solide et souple pour que les doigts puissent bien le crocheter.

Evitez de faire vos sacs dans des chutes de toile à voiles trop étanche ; le Dracon convient très bien, réunissant tous les impératifs énumérés plus haut.

Nous avons dit « *perméable à l'eau* » : la libre circulation de l'air et de l'eau est primordiale ; il faut remarquer au passage que le sel, et donc l'eau de mer, n'altèrent absolument pas la toile à voiles. Il est donc inutile de les rincer constamment, comme on le faisait autrefois, et encore plus de les faire sècher en les envoyant, libres, en l'air, claquant au vent. Il n'y a rien de plus mauvais pour elles que de claquer ainsi comme des drapeaux !

N'hésitez donc pas à ranger vos voiles telles quelles dans un endroit ventilé, elles ne risquent rien et vous leur épargnerez des misères... Il n'y a guère qu'en vue d'un stockage prolongé, pour la durée d'un hivernage par exemple, que l'on a, bien sûr, intérêt à ranger des voiles sèches, mais alors séchez-les en douceur, par tout petit temps, au mieux étalées par terre, sur une pelouse par exemple.

Pour en revenir à nos sacs à voiles, leurs dimensions ne sont jamais assez grandes ! Une voile pliée ne prend pas beaucoup de place ; mais en naviguant, une voile n'est jamais rangée pliée dans son sac, on l'enfile en tapon, et en vitesse, opération rarement facilitée par la taille du sac alors trop exiguë dans lequel il faut « *bourrer* » la toile, en la tassant parfois même au pied !

N'hésitez donc pas là à voir grand, et au besoin, disposez votre voile en tapon sur le sol pour vous faire une idée de son encombrement...

Coudre une poignée en sangle sur le fond est assez pratique lorsque l'on veut extraire la voile ; malheureusement, la plupart du temps, on se retrouve un jour ou l'autre avec la poignée entre les mains et (ou) le sac déchiré. La sangle doit, en fait, remonter d'une quinzaine de centimètres sur les côtés du sac pour que les efforts (assez considérables) de traction soient suffisamment répartis *(fig. 2.901)* et non simplement être cousue sur le fond.

Les voiles ferlées à poste :

Les deux principaux ennemis de la voile ferlée sont alors le vent, qui défait le ferlage et fait battre le tissu, et le soleil...

Pour être pratique, le système de ferlage doit être rapide ; il doit, de plus, permettre de bien maintenir la voile sans que le vent puisse s'y engouffrer. Pour ferler une grand-voile sur la bôme, une série de petits sandows disposés « en mitraillette » le long d'un sandow plus grand pouvant être crocheté à chaque bout de la bôme, constitue une solution commode *(fig. 2.902).*

Il est toujours possible aussi de ferler la voile avec l'écoute restant du palan étarqué... Bref, chacun y trouvera ses petites habitudes !

Pour plier la voile sur la bôme, plusieurs méthodes sont possibles, à commencer par la plus expéditive, qui consiste à faire une poche avec le bas de la voile le long de la bordure, pour y placer ensuite, au fur et à mesure que l'on affale, le reste du tissu comme il se présente *(fig. 2.903).*

Le plier, toujours à mesure que l'on affale, en accordéon, à plat sur la bôme, prend moins de place *(fig. 2.904)*... Il faut vite le ferler avant qu'il ne tombe !

Les bômes à rouleau n'ont pas ce souci !

Lorsque la voile est ferlée, il est important de la protéger du soleil, sans quoi les rayons ultraviolets auront vite fait de cuire le tissu. Etant donné que, de par la forme triangulaire de la voile, une fois ferlée, il y a davantage d'épaisseur de tissu au niveau du mât qu'en bout de bôme, le taud de grand-voile doit au moins avoir une forme conique.

Dans la pratique, et dans le cas où l'on ferle totalement la voile sur la bôme, avec la têtière également à plat et non laissée engagée sur le mât, le plus simple consiste à réaliser **un taud en forme de trapèze allongé.** La plus grande base a pour largeur la circonférence mesurée près du mât sur la voile ferlée, et la base la plus petite du trapèze correspondra au diamètre de la bôme en bout.

Pour se garder une marge de serrage du taud en place, on réduira ces mesures de quelque 6 cm pour avoir les cotes du taud fini. Par contre, il faudra prévoir un ourlet tout autour, simple mais assez large, deux centimètres, sur lequel on fixera une série d'œillets pour le laçage *(fig. 2.905).* On peut aussi préférer le principe des pattes velcro ; par contre, il faut être vraiment sûr de son coup au niveau des cotes pour envisager des fermetures à glissière (nylon impératif !).

Lorsque, comme c'est souvent le cas, la voile est ferlée prête à hisser, avec donc la têtière engagée, la forme du taud est un peu plus complexe, remontant autour du mât. La *figure 2.906* donne les différentes cotes à relever pour arriver à une forme ajustée, chose importante car le taud ne doit pas battre au vent.

En tout état de cause, il devra, en outre, être réalisé dans le même type de tissu que décrit à propos des sacs à voiles...

Les voiles sur enrouleur, sur la bôme ou dans le mât n'ont, bien sûr, pas ce type de problèmes ; s'il n'y a pas d'emmagasineur de voile, nous avons vu qu'une bande de tissu anti-uv le long de la chute de la grand-voile à rouleau fait tout à fait l'affaire... (même type de remarque quant aux génois et yankees sur enrouleur).

Il faut éviter de garder stockée longtemps une voile d'avant à plat pont, ferlée dans les filières : non seulement elle se trouve alors exposée à l'agression des ultra-violets, mais le tissu s'use énormément par ragage au contact du pont, surtout si celui-ci est peint avec un antidérapant au sable ou autre poudre analogue.

D'une manière générale, et pour la longévité des voiles, on ne saurait trop déconseiller ce type d'antidérapant sur la pointe avant des bateaux, endroit où, par définition, les voiles sont appelées à être posées de quelque façon que ce soit...

Les filières équipées d'une longue poche en filet destinée à recevoir le génois ne résout qu'une partie du problème, car il reste le soleil, mais constitue une solution pratique de manœuvre... *(fig. 2.907).*

B) PROTECTION CONTRE LE RAGAGE :

Dès les premiers essais des voiles sur le bateau, les principaux points critiques apparaissent ; il y en a certains que l'on peut parer dans l'agencement même de l'équipement de pont, d'autres auxquels on peut facilement remédier après coup, et d'autres enfin qui nécessitent des aménagements sur les voiles *(fig. 2.907 bis).*

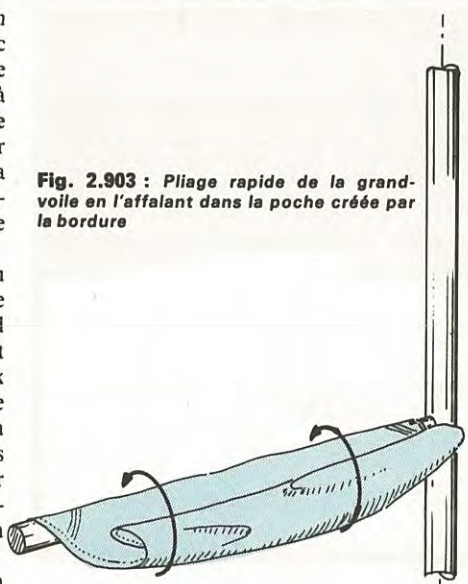


Fig. 2.903 : ***Pliage rapide de la grand-voile en l'affalant dans la poche créée par la bordure***

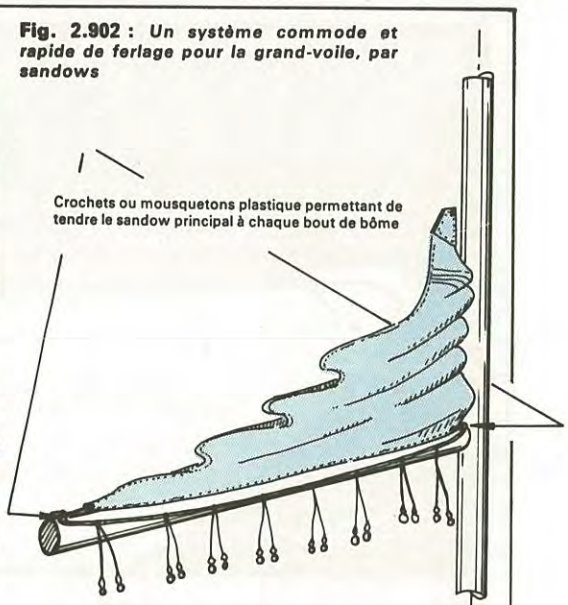


Fig. 2.902 : ***Un système commode et rapide de ferlage pour la grand-voile, par sandows***

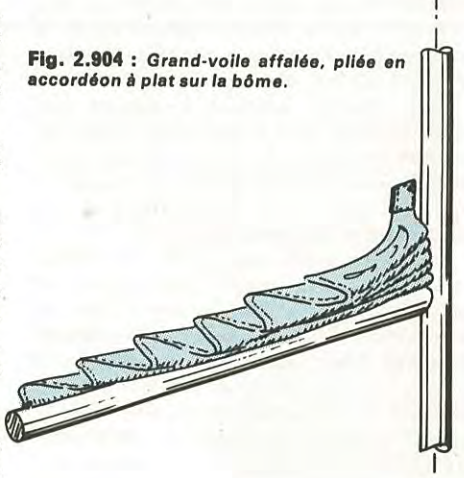
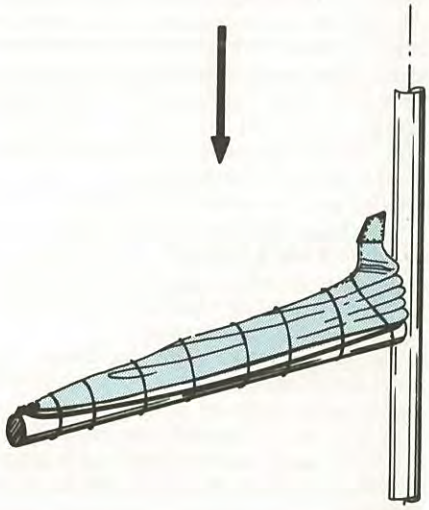


Fig. 2.904 : ***Grand-voile affalée, pliée en accordéon à plat sur la bôme.***



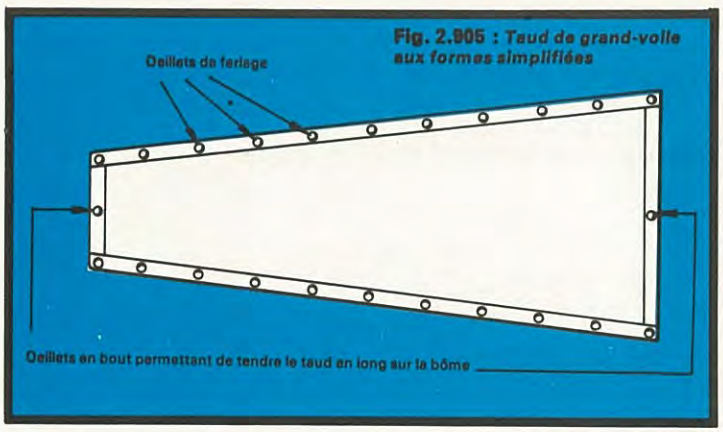


Fig. 2.905 : ***Taud de grand-voile aux formes simplifiées***

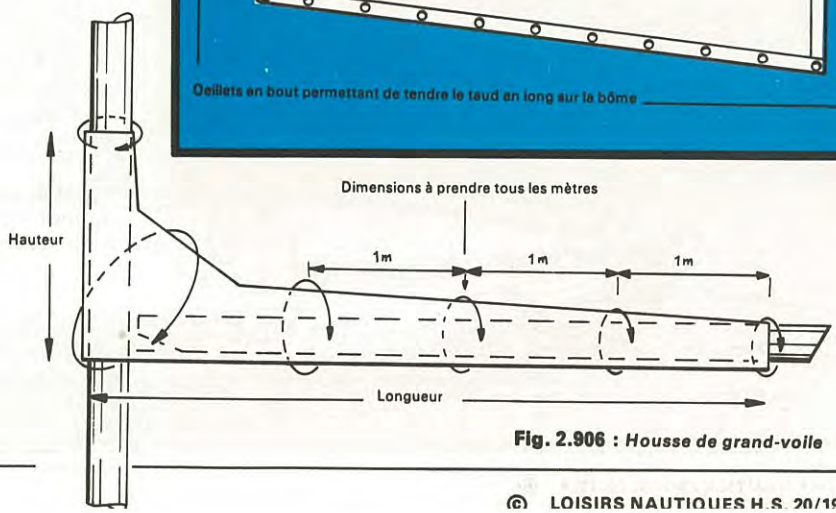


Fig. 2.906 : ***Housse de grand-voile***

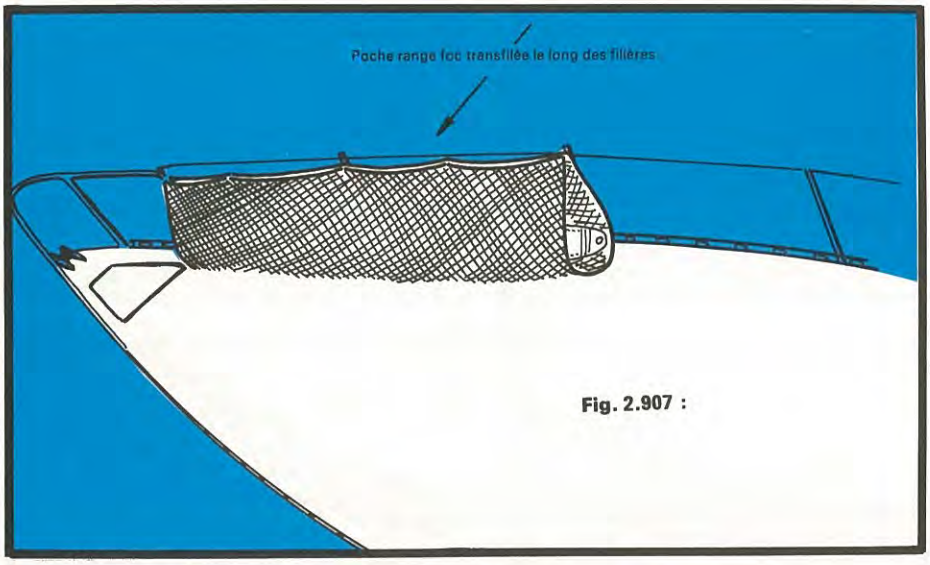


Fig. 2.907 :

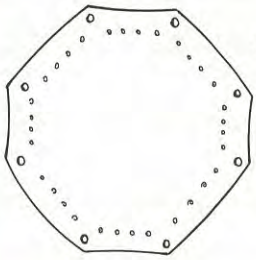
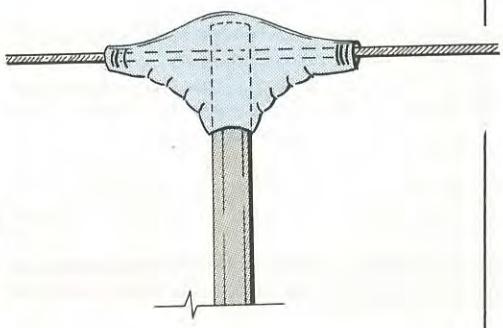


Fig. 2.911 : *Protection sur la tête de chandelier par une pièce de cuir cousue*



C'est ainsi qu'il vaut mieux se méfier des bittes d'amarrage centrales, toujours agressives de par leur emplacement sur la pointe avant du pont, lors des virements de bord ; idem, pour les guindeaux qui ne sont pas encastrés dans les soutes à mouillage, comme on le fait maintenant de plus en plus. Pensez également, lorsque que vous placez vos boîtes à dorades sur le pont, à vérifier qu'elles ne tombent pas sur le chemin de balayage d'un génois à ras le pont, ou autre voile à bavette... Arrondissez-en bien les angles (ça fait également moins mal en cas de chute !) et choisissez des manches à air souples, de préférence.

Le balcon avant gêne quasiment toujours les génois au près et au portant lorsque le point d'amure et le point d'écoute sont très bas ; c'est pourquoi les voiles un peu hautes sont mieux adaptées à la grande croisière (ce n'est, bien sûr, pas le cas en régate !).

Un balcon en deux parties permettant à la voile de passer, ou des filières avant détachables (*fig. 2.908*), permettent de limiter le phénomène, qui par ailleurs rompt le profil de la voile dans sa partie basse, dans certaines allures, mais jamais toutes...

Une solution consiste **à ajouter une bande de tissu léger à cheval sur l'ourlet de bordure** du génois, de façon à ce que ce soit lui qui encaisse les agressions du ragage, et non la voile ; ce « tissu-martyre » sera donc à renouveler périodiquement.

Pour être moins agressives, les filières ont, d'autre part, intérêt à être gainées de plastique. Il n'y a rien de pire ici que les vieux câbles dont les gendarmes (entendez les petits bouts de torons coupés qui se dressent en échardes) sont particulièrement mauvais au ragage pour le bas des voiles. Si donc c'est le cas, les filières en câble ordinaire (fût-il inox) gagneront à être gainées sur l'avant du bateau, de tuyau souple

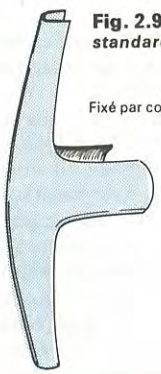


Fig. 2.912 : *Embout de barre de flèche standard en plastique souple blanc*

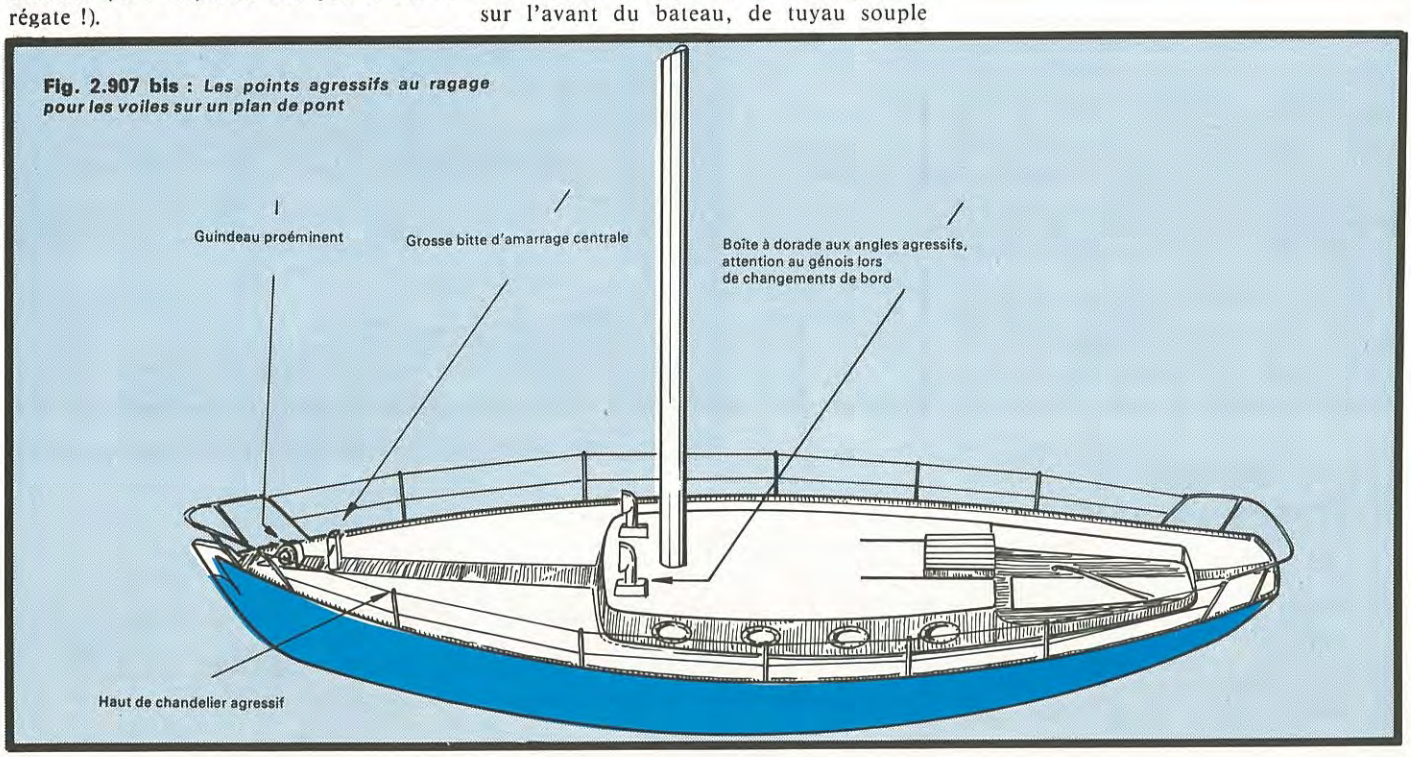


Fig. 2.907 bis : *Les points agressifs au ragage pour les voiles sur un plan de pont*

enfilé, ou PVC tournant librement (ce qui est moins esthétique...) *(fig. 2.909)*.

Les hauts de chandeliers peuvent également être redoutables pour les bordures de voiles s'ils ne sont pas terminés par un embout arrondi. Cela pourra être un capuchon en plastique *(fig. 2.910)*, ou un pommeau en bois, etc... Une autre solution consiste également à ligaturer avec du fil à voile ou à surlier, un petit carré de cuir souple sur la filière de part et d'autre du chandelier, passant par-dessus celui-ci *(fig. 2.910 bis)*. On peut également faire *(fig. 2.911)* un montage cousu.

Les ridoirs eux aussi, entre leurs épingles de goupilles (que l'on peut remplacer par des anneaux brisés), le filetage apparent de leur tige, et autres angles plus ou moins vifs, méritent d'être habillés pour épargner les génois autant que les écoutes, qui vieilliront moins vite... Il existe pour cela des protections standards en plastique souple blanc, mais aussi quantités de recettes de bricolage... Tube PVC ou gros bout de tuyau souple, ruban adhésif (assez peu durable il est vrai), certains n'hésitent pas à les gainer avec de la chambre à air !...

Les barres de flèche : Leurs extrémités sont particulièrement agressives pour les voiles au près, qu'elles soient en bois ou en alu, et rares sont les modèles sur lesquels les embouts, avec la fixation du passage de hauban, soient convenablement étudiés à cet égard.

On a donc toujours intérêt à les habiller ; là encore, il existe des embouts de différentes dimensions standardisées en plastique souple, blanc *(fig. 2.912)* ; fendus, on peut les placer une fois le gréement en place. On peut alors éventuellement coller à la colle PVC les bords de leurs ouvertures ensemble, ou simplement ligaturer leurs extrémités sur le hauban et sur la barre de flèche... Evitez toutefois ici les colliers de serrage, qui peuvent à leur tour devenir agressifs.

Une multitude d'autres bricolages peuvent également être très efficaces, tel **un arceau en petit tube inox,** *aplati en bout et riveté de part et d'autre du profilé alu (fig. 2.913)...*

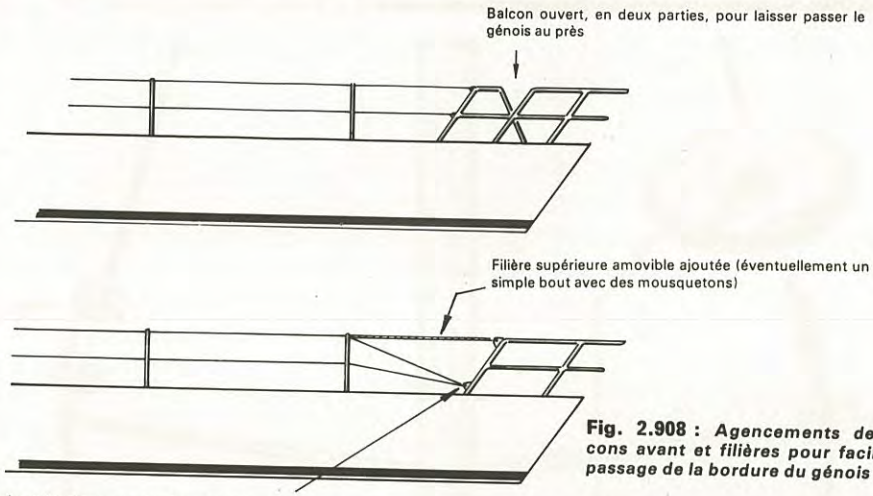
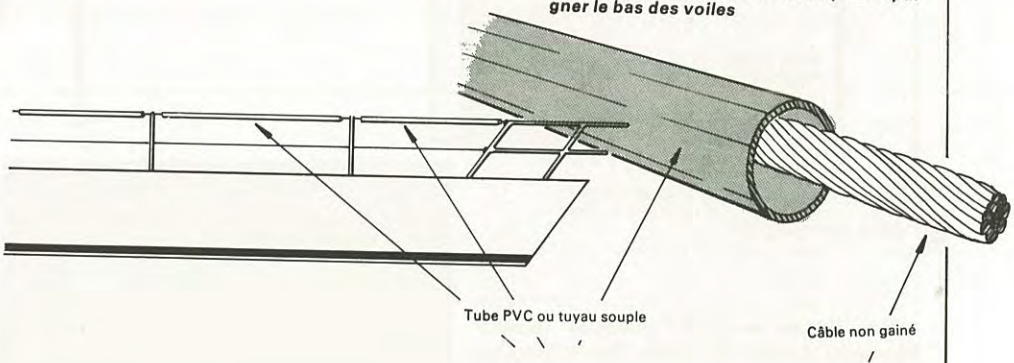


Fig. 2.908 : ***Agencements des balcons avant et filières pour faciliter le passage de la bordure du génois***

Fig. 2.909 : ***Si les filières supérieures sont réalisées en câble ordinaire, il faut les habiller sur l'avant du bateau pour épargner le bas des voiles***



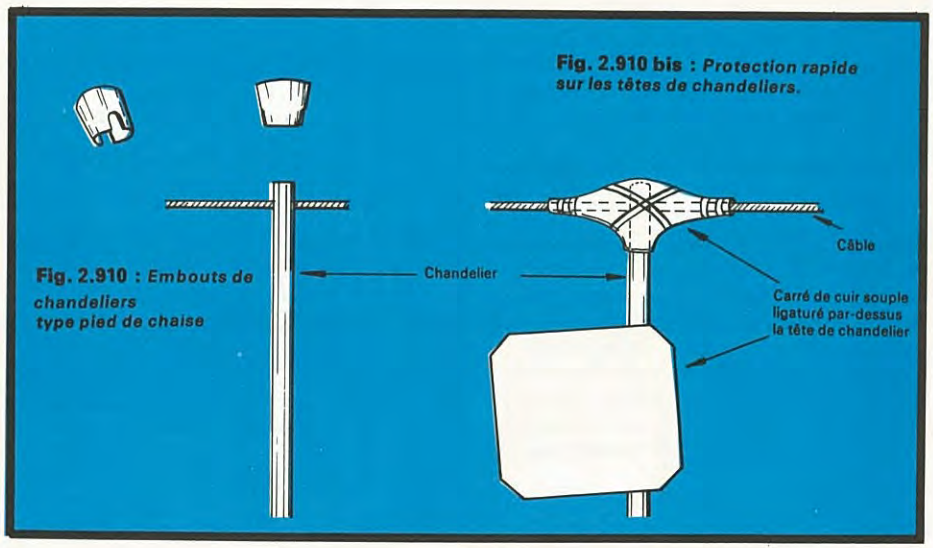


Fig. 2.910 : ***Embouts de chandeliers type pied de chaise***

Fig. 2.910 bis : ***Protection rapide sur les têtes de chandeliers.***

Fig. 2.913 : ***Protection en bout de barre de flèche avec un arceau inox***

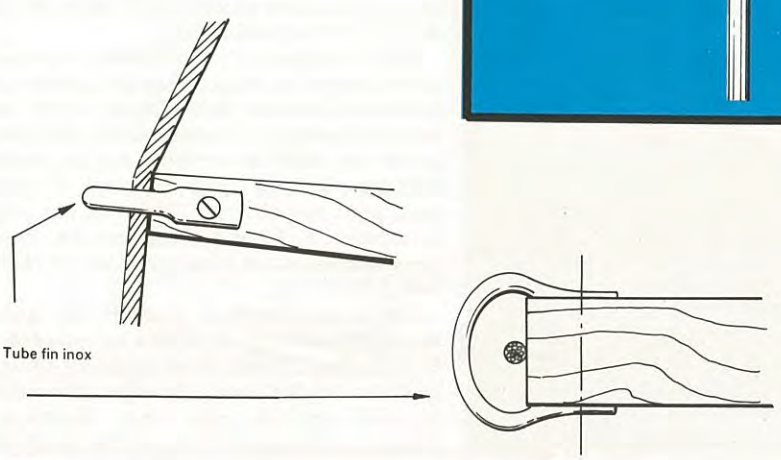
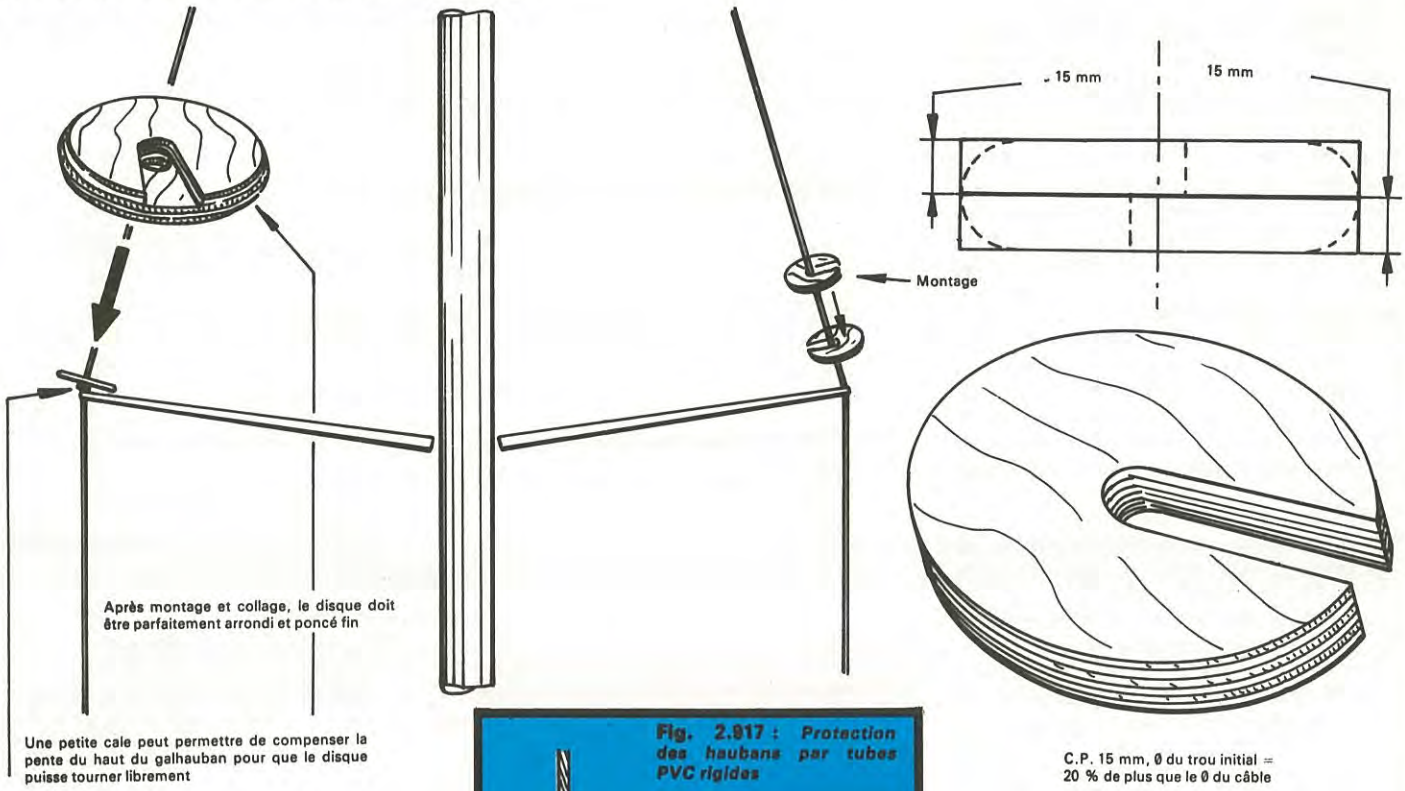


Fig. 2.914 : *Protection de barre de flèche par disque en bois*



Un disque en bois, pouvant tourner librement autour du câble, fait également l'affaire pourvu qu'il soit parfaitement poncé *(fig. 2.914)*. Pour ce faire, on découpe deux disques dans du contre-plaqué de 15 mm, que l'on perce au centre avec un diamètre d'environ 20 % supérieur à celui du câble (soit, par exemple, à 9,5 mm pour du câble de Ø 8 mm, 12 mm pour du Ø 10 mm, etc.). Deux traits à la scie sauteuse permettent de faire ainsi une fente sur la longueur du rayon du disque, pour enfiler les deux disques, au-dessus de la barre de flèche ; en décalant alors ces fentes de 180°, les deux disques sont alors collés à la PPU ou autre colle marine, maintenus par trois vis ou serre-joints puis poncés pour arrondir le chant de l'ensemble...

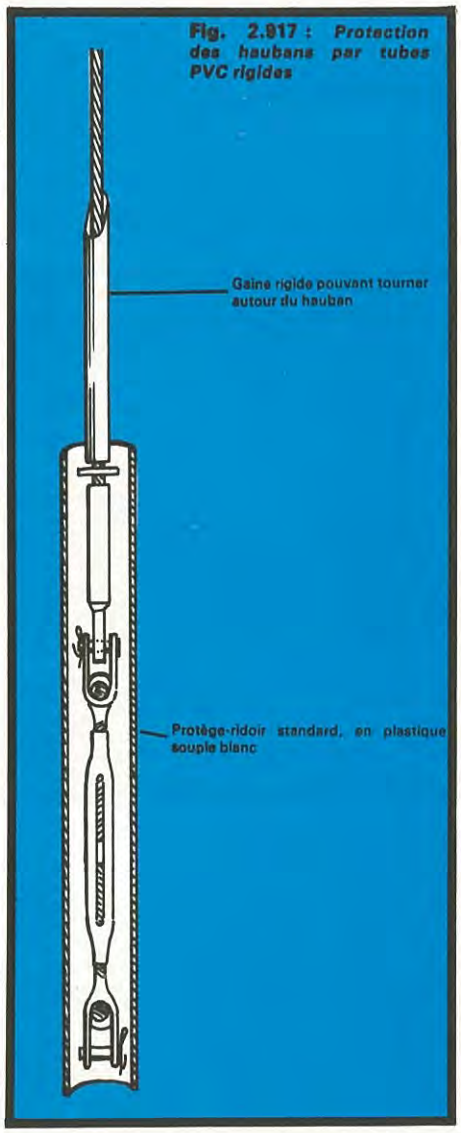
Le même principe peut être repris avec une boule de bois *(fig. 2.915)*, coupée en deux par son diamètre, percée et fendue de la même manière pour être recollée ensuite en place...

Une balle de tennis, découpée puis cousue autour de l'extrémité de la barre de flèche et des haubans, constitue également une bonne solution *(fig. 2.916)*...

Par contre, entortiller du ruban adhésif n'est qu'une solution rapide de dépannage, pas très durable dans le temps, car le ruban s'use vite...

La solution du carré de cuir ligaturé (voire même la peau de mouton à l'ancienne, qui a cependant l'inconvénient de se salir vite, et donc de salir les voiles à leur tour) ou cousu, de la même manière que ce que nous avons vu à propos des chandeliers, fait également l'affaire...

Fig. 2.917 : *Protection des haubans par tubes PVC rigides*



Enfin, lorsque la grand-voile est débordée au vent arrière, le tissu vient en contact avec le bas-hauban arrière ou la bastaque. **Le génois ou grand yankee bordé plat** au près fait de même sur le galhauban ; **la trinquette génoise** (éventuelle) peut en faire autant contre le bas-hauban avant. Il faut donc gainer ces câbles sur leur partie basse concernée, avec un tube souple fendu en spirale, que l'on enfile facilement autour du câble, le haubanage étant terminé.

Lorsque le sertissage (ou autre montage) des câbles n'est pas encore fait, une autre solution consiste à enfiler un petit tube PVC mi-dur (moins fragile au choc que le dur) ; une rondelle inox à la base permet une bonne assise du tube contre l'embout de ridoir (serre-câble, ou épissure) lui permettant de bien pivoter *(fig. 2.917)*, limitant ainsi au mieux les frottements. Le diamètre du tube ne doit guère dépasser ici de 20 à 25 % celui du câble.

Sur les gréements à l'ancienne, on a coutume de voir ces protections de haubans et bastaques réalisées en touffes de coton, ou peau de mouton... Ces protections donnent certes une belle note vieille marine, mais elles ont tendance à salir les voiles. D'autre part, pour être efficaces, il ne faut pas trop les espacer, de façon à ce que la voile, entre deux, ne puisse pas appuyer contre le câble *(fig. 2.918)*.

Sur la grand-voile, il faut prévoir, pour la grande croisière, de coudre des placards, en toile fine ; gardez donc quelques chutes de tissu à voiles léger : En effet, débordée au vent arrière, elle vient également s'appuyer contre une partie du bord de

fuite de la barre de flèche ; la marque, avec la salissure, au bout d'un mois de navigation est très pratique pour localiser la position où il faut placer ces pièces de tissu, qui ne feront pas nécessairement la longueur totale de la barre de flèche, d'ailleurs (à vérifier sur place !).

La largeur de ce placard sera égale à 4 ou 5 fois l'épaisseur de la barre de flèche *(fig. 2.919)* ; il faut le coudre à plat, mais assez lâche pour s'affranchir d'éventuels problèmes de différence d'élasticité des tissus (sans aller jusqu'à créer une poche, bien sûr !). On posera bien entendu un placard de chaque côté de la voile...

Fig. 2.915 : *Montage analogue à la fig. 914 avec une boule en bois*

Fig. 2.916 : *Balle de tennis coupée et recousue en bout de barre de flèche*

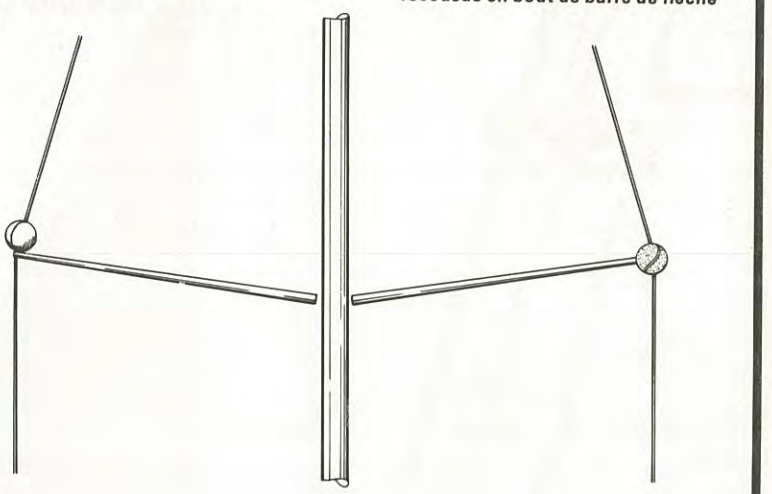
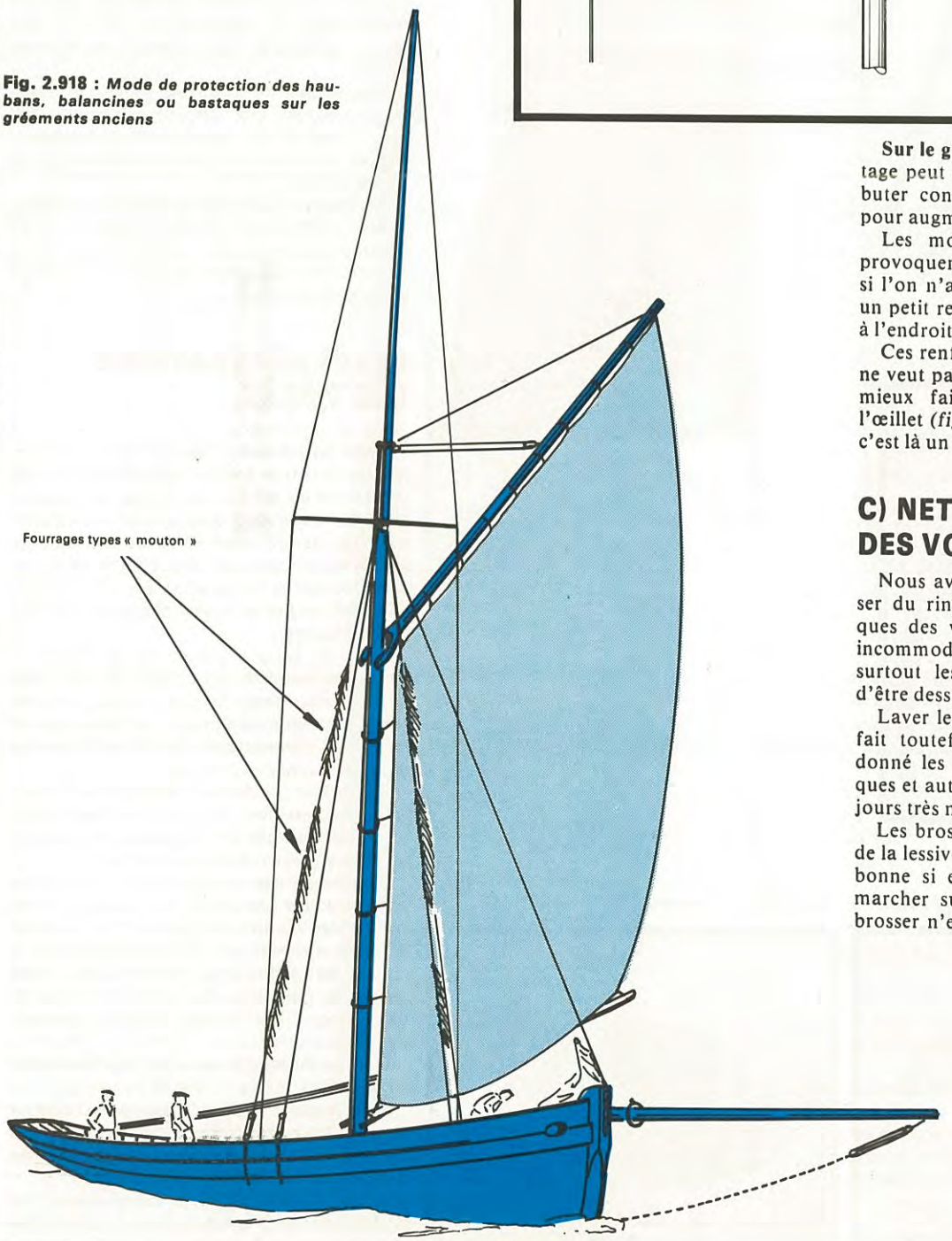


Fig. 2.918 : *Mode de protection des haubans, balancines ou bastaques sur les gréements anciens*



Sur le génois (ou yankee), le même montage peut être repris à l'endroit où il vient buter contre le bout de barre de flèche, pour augmenter sa protection...

Les mousquetons de ralingue, enfin, provoquent une usure assez rapide du tissu si l'on n'a pas pris la précaution de poser un petit renfort de toile, ou de cuir souple, à l'endroit de l'œillet.

Ces renforts peuvent être ajoutés, si l'on ne veut pas changer tous les œillets, il vaut mieux faire quelques points autour de l'œillet *(fig. 2.920)* pour se dépanner, mais c'est là un surcroît de travail fastidieux !

C) NETTOYAGE DES VOILES :

Nous avons vu ce que l'on pouvait penser du rinçage et séchage trop systématiques des voiles, par ailleurs pas du tout incommodées par le sel... En fait, ce sont surtout les mousquetons qui ont besoin d'être dessalés de temps en temps.

Laver les voiles de temps à autre ne leur fait toutefois pas de mal, surtout étant donné les diverses pollutions atmosphériques et autres éclaboussures d'eau pas toujours très nette aux abords des ports...

Les brosser à plat au balai de pont avec de la lessive peut être une solution rapide et bonne si elle n'est pas trop répétée, car marcher sur les voiles par terre pour les brosser n'est pas très bon tout de même...

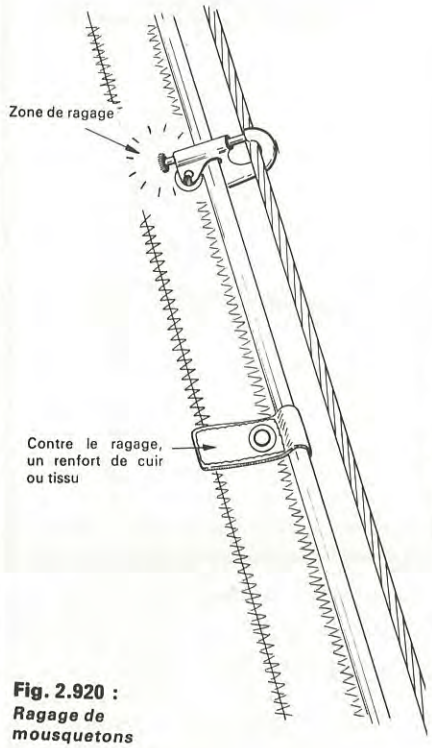


Fig. 2.920 : ***Ragage de mousquetons***

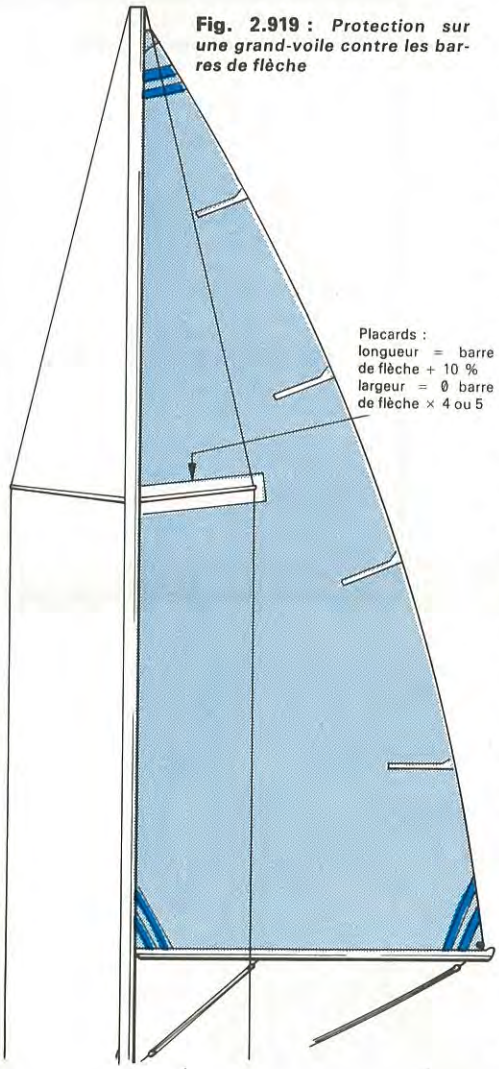
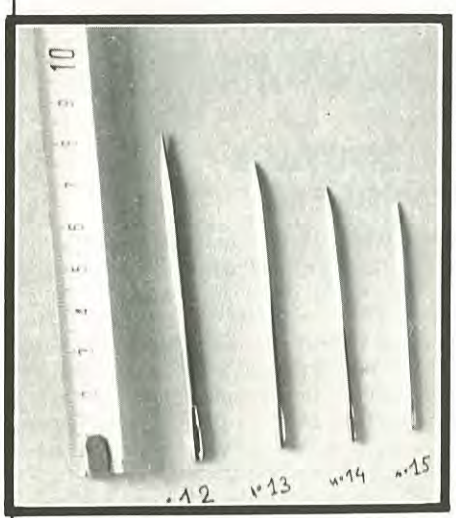


Fig. 2.919 : ***Protection sur une grand-voile contre les barres de flèche***



Les aiguilles pour voilier

Fig. 2.921 : ***Paumelle de voilier avec dé plat***



Fig. 2.922 : ***Paumelle de voilier avec dé incliné***



Le sacrifice de la baignoire peut être préférable, bien que moins expéditif !

N'utilisez jamais de détersifs en poudre, bien trop agressifs même sur les grosses taches, mais des produits plus doux, comme le savon de Marseille, éventuellement en paillettes ou en poudre, ou la lessive Saint Marc (publicité gratuite, merci !), ou bien un produit spécialisé pour le nettoyage des voiles comme le Sailnet par exemple, qui agit par trempage d'une douzaine d'heures, à l'eau froide ou tiède contre les taches bitumineuses et les petites traces de rouille entre autres salissures, mais ne contient pas de chlore... Peut être utilisé à l'eau douce ou à l'eau de mer, mais revient tout de même plus cher qu'un produit classique.

Avant de procéder au lavage général d'une voile, il vaut mieux, s'il y a des taches notoires, les traiter séparément avant.

Les taches de goudron et autres cambouis peuvent être diluées avec un corps gras, avant d'être passées au trichloréthylène (à éviter sur les tissus de couleur), brossées et rincées.

En ce qui concerne **les taches de rouille,** il faut passer une solution d'eau et 10 % d'acide chlorhydrique sur la tache, puis frotter et rincer avant de passer au lavage général de la voile...

D) LES RÉPARATIONS DES VOILES :

Il est bon de surveiller ses voiles régulièrement et *« sur toutes les coutures »* ; ce travail n'a en fait rien de fastidieux, et peut très bien se faire en navigation. Il est facile en effet de regarder l'état d'un point de drisse au moment d'envoyer une voile, et d'en vérifier la ralingue au fur et à mesure que l'on croche les mousquetons ou engage les coulisseaux...

Jetez un coup d'œil de temps en temps sur les coutures de laizes, qui peuvent être abîmées par ragage ou simplement par fatigue ; surveillez également les goussets de lattes, les empointures de ris ainsi que les différents renforts et œillets...

Le travail d'entretien courant des voiles se réduit, en fait, à quelques opérations assez simples, car on a vite fait le tour des incidents qui peuvent se produire :

Reprendre une couture : A la main, on se sert d'une paumelle de voilier ; il en existe pour droitier et gaucher, car ce n'est ni plus ni moins que le principe du dé à coudre de ménage qui est repris ici, placé contre la paume de la main afin d'avoir davantage de force pour pousser l'aiguille...

Lorsqu'il s'agit de ne percer qu'une seule épaisseur de tissu à voiles, la paumelle n'est toutefois pas nécessaire tant que la toile ne dépasse pas les 300 grammes au mètre carré. Par contre, à partir de deux ou trois épaisseurs, elle devient indispensable.

Pour les travaux de réparation, les modèles en cuir souple avec le dé à plat

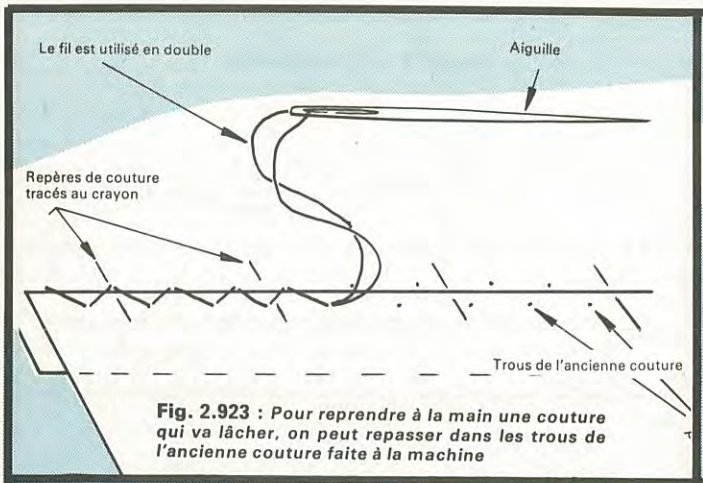


Fig. 2.923 : *Pour reprendre à la main une couture qui va lâcher, on peut repasser dans les trous de l'ancienne couture faite à la machine*

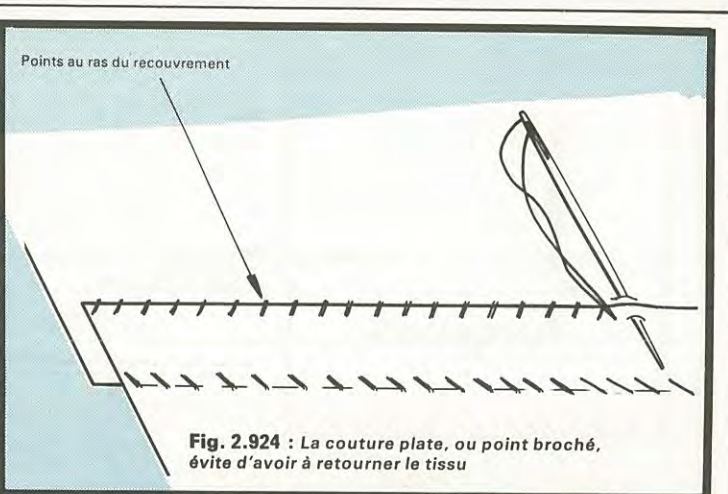


Fig. 2.924 : *La couture plate, ou point broché, évite d'avoir à retourner le tissu*

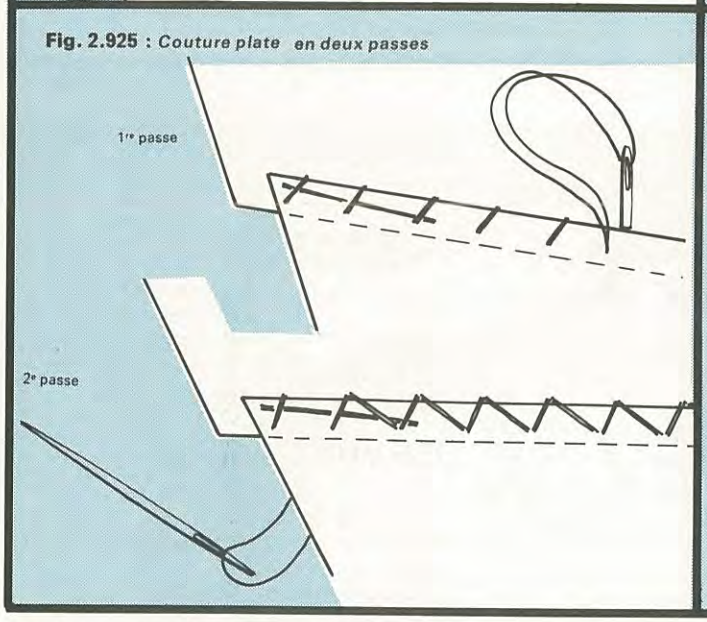


Fig. 2.925 : *Couture plate en deux passes*

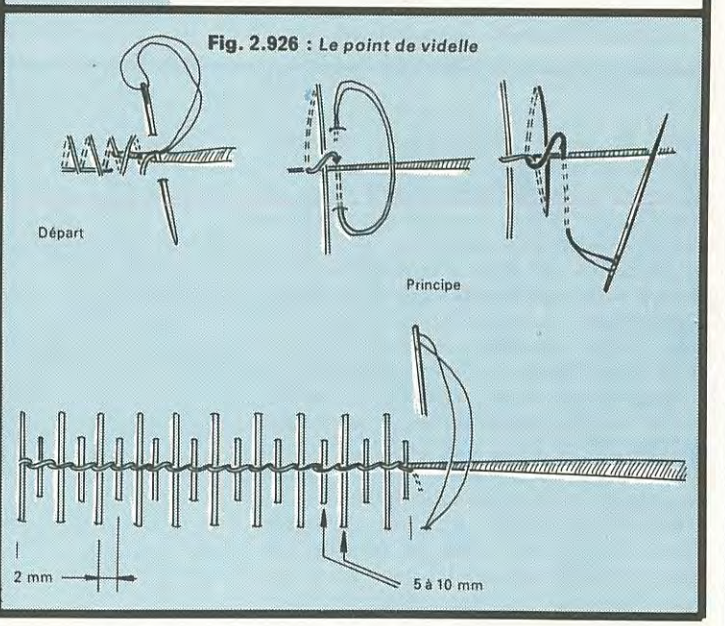


Fig. 2.926 : *Le point de videlle*

conviennent parfaitement, que ce soit pour les coutures classiques, les reprises de ralingue ou autres opérations, car elles sont très maniables... *(fig. 2.921)*.

Il en existe toutefois de plus fortes, avec le cuir de la poignée plus raide, et un dé incliné *(fig. 2.922)* permettant les travaux les plus difficiles dans lesquels il faut percer de nombreuses épaisseurs de tissu de 400 g et plus !...

Lorsque l'on fait une couture à la main, on utilise le fil en double ; le nœud d'arrêt en bout de l'aiguillée réunit alors les deux brins qui sortent de part et d'autre du chas de l'aiguille. Pour que ces deux brins restent collés l'un à l'autre, il est utile de cirer le fil ; les points de couture ont ainsi, d'autre part, moins tendance à glisser pendant la réparation.

Pour déterminer la longueur de fil nécessaire pour reprendre une couture en une seule aiguillée, on peut approximativement multiplier la longueur de la réparation par trois.

Lorsque celle-ci est trop longue pour que l'on puisse envisager une couture d'un seul fil continu, entre les deux aiguillées, on torsade entre elles les deux extrémités de fils, puis on les emprisonne ainsi sous les quelque trois points suivants...

En commençant la couture, on laisse un petit bout de fil avec le nœud dépasser du premier point, que l'on pose à plat sur le tissu pour l'emprisonner avec les points suivants afin qu'il soit bien maintenu.

Quant au point de couture, le plus simple est de se contenter **de repasser dans les trous de l'ancienne couture** que l'on reprend *(fig. 2.923)*, car la taille du point peut très bien être la même que celle du point-machine.

Notons qu'avant d'entreprendre une couture, il vaut mieux se tracer de petits repères au crayon sur les deux pièces à assembler, tous les 5 ou 8 cm, pour s'assurer que les tissus ne glissent pas au cours du travail, ce qui créerait de petits plis...

Lorsque l'on veut arrêter la couture en bout, il faut faire quelques points plus serrés, puis on glisse l'aiguille en arrière, sur 3 ou 4 cm, entre les deux épaisseurs de tissu ou sous les points précédents, puis on coupe le fil au fer chaud ou au briquet, en appuyant le bout ainsi fondu avec un doigt mouillé pour le souder au reste...

Selon l'endroit où se place la couture, si l'on veut éviter d'avoir à retourner le tissu à chaque point, on peut exécuter une « couture plate », ou « point broché », en piquant l'aiguille verticalement, pour la faire ressortir un peu plus loin, juste de l'autre côté de la lisière, et ainsi de suite pour les points suivants *(fig. 2.924)*.

Sur les voiles de grande surface, on peut également faire une deuxième passe dans l'autre sens, afin d'avoir une couture plus solide (fig. 2.925), ce qui lui donne une allure de zigzag...

Les petites déchirures :

Lorsqu'il s'agit de reprendre une petite déchirure droite, simple, le « **point de videlle** » convient tout à fait : l'aiguille doit, entre chaque point, ressortir au milieu par la déchirure pour nouer le fil avant d'aller faire le point suivant *(fig. 2.926)*. L'écartement entre chaque point n'est guère que de 2 mm, et leur largeur de 5 à 10 mm ; pour bien répartir les efforts, il faut prendre soin d'autre part d'intercaler un point large avec un point plus étroit...

Il y a de fortes chances pour qu'une petite déchirure droite toute simple, si elle n'est pas réparée rapidement, se prolonge, restant dans le sens (de la chaîne ou de la trame) dans lequel elle s'est produite ; si toutefois elle rencontre un obstacle (un œillet ou un placard de renfort par exem-

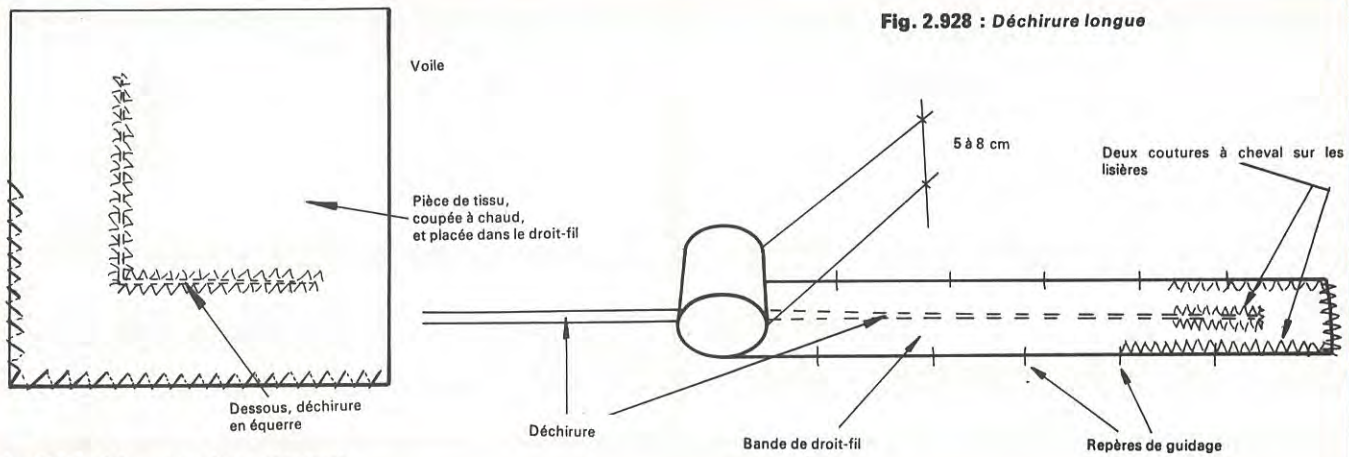


Fig. 2.927 : *Réparation d'une déchirure*

Fig. 2.928 : *Déchirure longue*

ple), la déchirure va se poursuivre en changeant de direction, pour repartir perpendiculairement à la première (dans un sens ou dans l'autre selon la répartition des efforts à cet endroit sur la voile).

Lorsqu'il s'agit d'un accroc franc sur la voile, il arrive également fréquemment que la déchirure se produise simultanément dans deux directions perpendiculaires, l'une suivant la trame, l'autre la chaîne...

Dans un cas comme dans l'autre, et dès qu'une déchirure dépasse les 3 cm, il faut se résoudre à poser une pièce rapportée afin de réparer convenablement la voile en ayant à nouveau un ensemble solide.

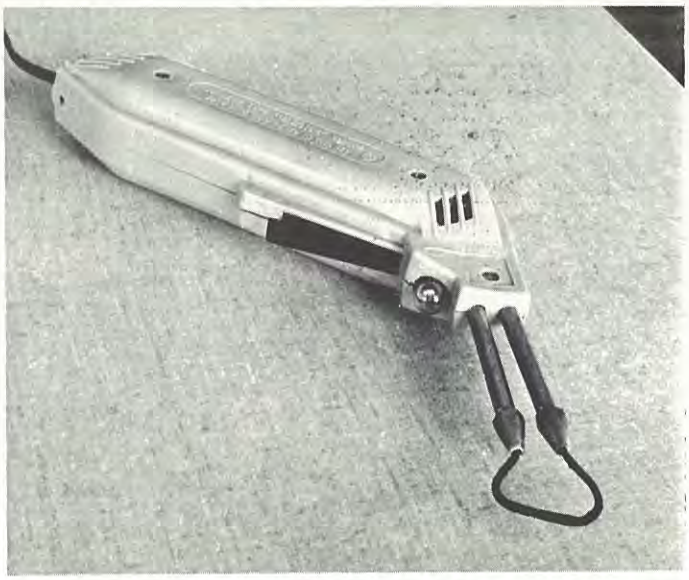
Pose d'une pièce : Sur une déchirure simple, droite, ou même en équerre, on peut très bien recoudre les deux bords du tissu ensemble tout en cousant la pièce pour se faciliter le travail.

L'empiècement peut, bien sûr, être cousu à la main, mais il faut tout de même noter qu'en ce qui concerne les déchirures importantes, on ne peut guère considérer une réparation comme définitive que lorsqu'elle a été faite à la machine ; la réparation à la main ne constitue alors qu'une solution de dépannage à moyen terme ! Il faut noter d'ailleurs qu'à court terme en navigation, les pièces de tissu à voiles autocollantes sont d'un excellent secours, et ne lâchent pas si facilement que cela !

Avant de poser une pièce, il est important de brûler au briquet les bords de la déchirure pour arrêter les fils. **La pièce est ensuite découpée en prenant soin de bien placer sa chaîne et sa trame dans le même sens que sur la voile** afin que les deux travaillent dans les mêmes conditions.

Là encore, si l'on ne peut couper au fer chaud, on passera les bords du tissu au briquet (à moins d'utiliser un couteau que l'on chauffe sur le feu) puis, après avoir fait les repères de couture au crayon, il faut faire une couture tout autour de la pièce, à cheval sur sa lisière, ainsi que sur chaque bord de la déchirure *(fig. 2.927).*

Lorsqu'il s'agit d'une déchirure particulièrement longue (de un mètre et plus), on a intérêt à utiliser, pour faire la pièce, de la bande droit-fil *(fig. 2.928) de 5 à 8 cm de large,* que n'importe quel voilier pourra vous fournir ; là encore, la réparation définitive devra être réalisée à la machine, afin que la tension et la régularité des points soient rigoureuses.



Fer à couper à chaud

Lorsque la déchirure fait pratiquement un trou dans la voile, la façon de procéder est légèrement différente.

En fait, on va découper nettement la voile autour de l'accroc en lui cousant une pièce de dimensions légèrement supérieures. Pour ce faire, on commence par coudre la pièce sur la voile, après l'avoir découpée, en lui donnant les dimensions lui permettant de recouvrir largement la partie abîmée *(fig. 2.929)* (à peu près trois centimètres de plus).

On trace ensuite sur la voile un rectangle de 2 ou 3 cm plus petit que la pièce posée ; pour pouvoir couper proprement au fer chaud (ou au couteau chauffé sur le réchaud...), on glisse alors une petite plaque métallique entre la partie de la voile que l'on va enlever et la pièce ; la voile

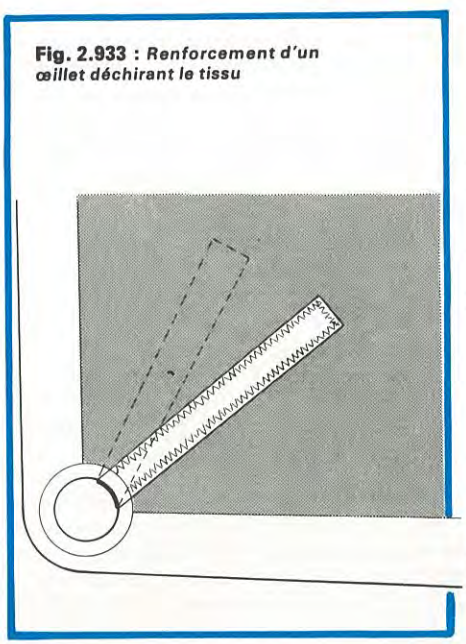


Fig. 2.933 : *Renforcement d'un œillet déchirant le tissu*

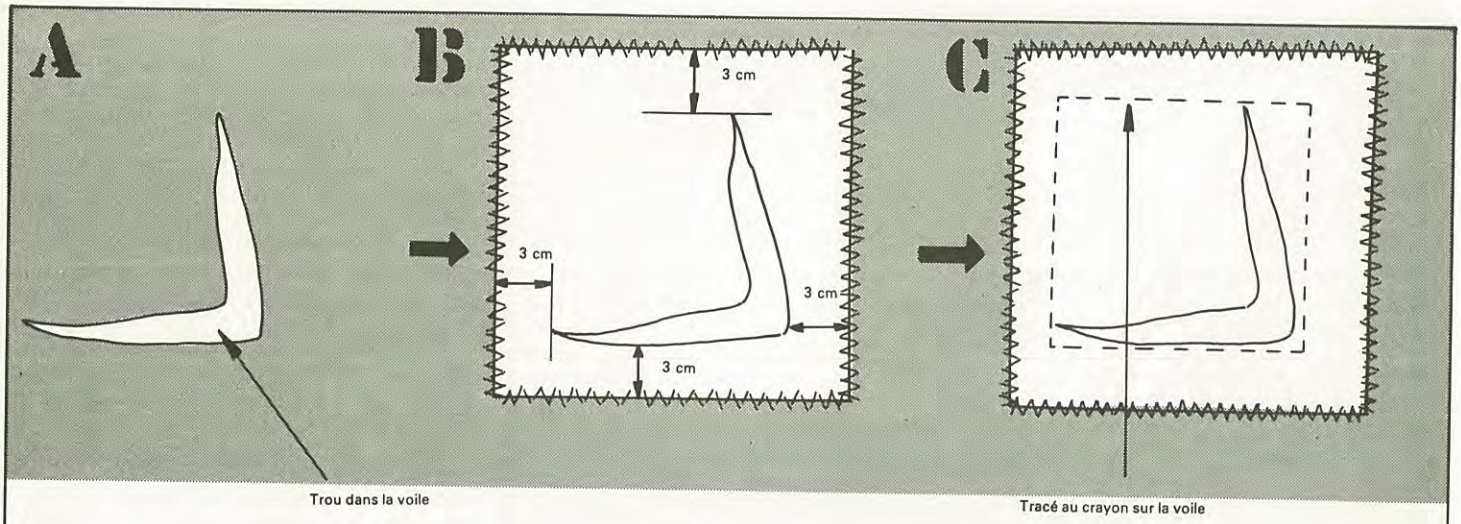
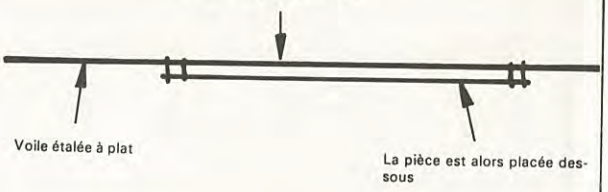


Fig. 2.929 : *Début de réparation d'un trou dans la voile*



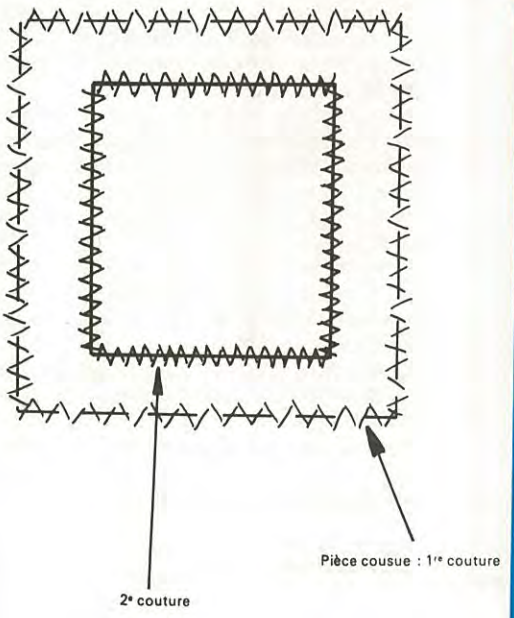


Fig. 2.931 : *Pose de la pièce terminée*

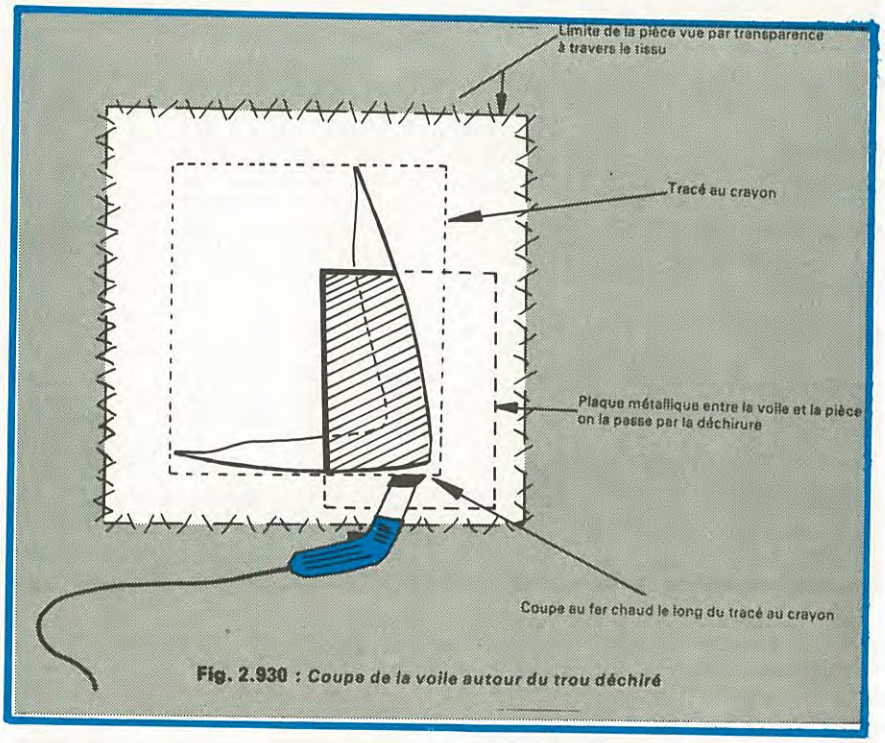


Fig. 2.930 : *Coupe de la voile autour du trou déchiré*

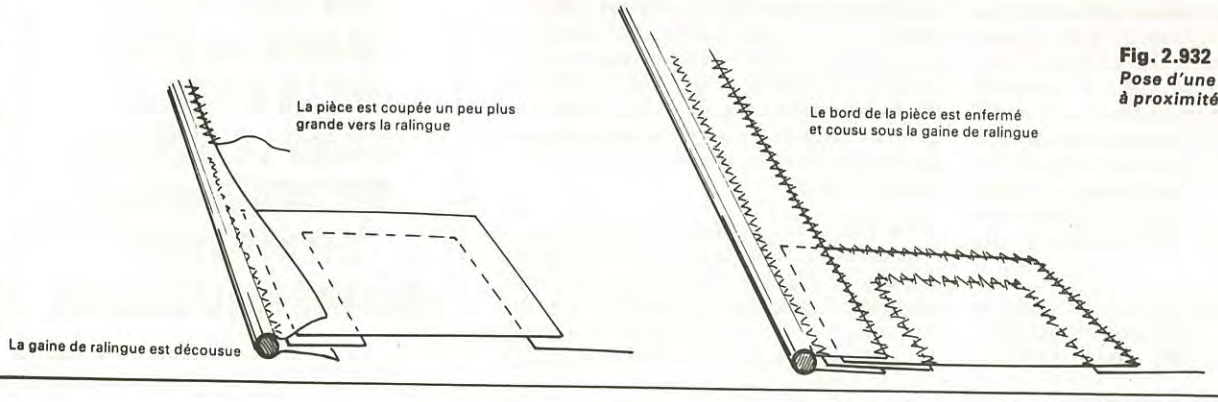


Fig. 2.932
Pose d'une pièce à proximité d'une ralingue

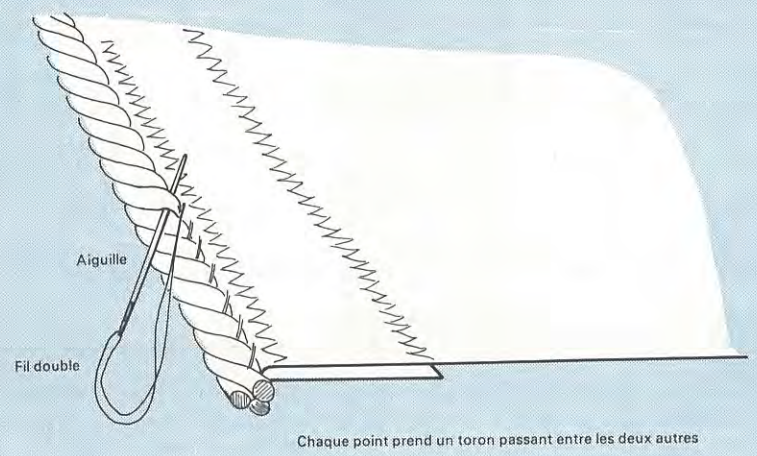


Fig. 2.934 : *Reprendre une couture de ralingue extérieure*

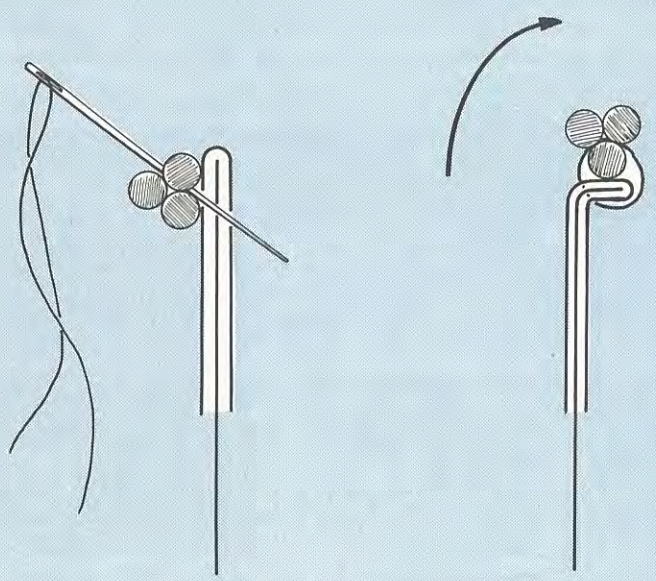


Fig. 2.935 : *Pour faciliter l'accès au travail, on fait basculer la ralingue*

pour cela a été retournée, posée à plat avec la pièce située dessous. En s'appuyant sur la plaque sans craindre ainsi de couper la pièce de l'autre côté, on peut alors découper la voile le long du trait... *(fig. 2.930).*

Il ne reste plus ensuite qu'à faire une deuxième couture, le long du bord de cette coupe, pour terminer le travail *(fig II.931).*

Lorsque l'accroc se situe à proximité d'une ralingue ou d'un ourlet par exemple, il faut prévoir la pièce un peu plus grande, de façon à ce qu'ayant défait la couture de la bande de gaine de ralingue, on puisse glisser le bord de la pièce dessous pour recoudre ensuite le tout ensemble *(fig. 2.932).*

Pour réparer les goussets de lattes déchirés, il est souvent préférable de découdre une partie du gousset pour reprendre l'accroc, et le recoudre ensuite, après la pose de la pièce.

Les œillets par bague (ou œil de pie) ne travaillant guère que sur la moitié de leur circonférence, il peut se produire une déchirure en demi-cercle au ras. Pour le renforcer, on peut passer un morceau de sangle dans l'œillet et le coudre ainsi de chaque côté de la voile *(fig. 2.933).* Les deux bouts de la sangle devront être décalés l'un par rapport à l'autre, afin notamment que les coutures ne tombent pas en face et répartir l'effort.

Pour que cette opération soit efficace, il faut prendre garde à ce que les tensions puissent se répartir d'abord sur la sangle avant de s'appliquer au tissu de la voile ; pour cela, on donne une légère tension à la sangle en la cousant. Une fois que la première partie de celle-ci est cousue, jusqu'à l'œillet, il faut donc commencer la couture de la seconde partie par son extrémité, en tirant légèrement dessus tout en faisant les premiers points...

En dépannage, si l'on ne dispose pas de sangle pour ce type de réparation, on peut très bien utiliser une bande de tissu à voiles épais, coupée dans le droit-fil, que l'on roule sur elle-même dans le sens de la longueur, sur quelque 5 épaisseurs, en l'aplatissant.

Enfin, un dernier petit problème qui peut se produire, parmi les opérations d'entretien des voiles, concerne **les ralingues extérieures.**

Il leur arrive de se découdre ; pour en reprendre la couture, on commence par faire quelques repères au crayon, afin de respecter, par la suite, sa tension ; **la ralingue sera cousue à la voile toron par toron,** non pas en piquant les torons eux-mêmes, mais en passant entre eux. Il sera donc plus simple pour ce travail de prendre une vieille aiguille à la pointe un peu émoussée. Chaque point ne prend donc qu'un seul toron à la fois, de sorte qu'au bout du troisième point, le bout est entièrement solidarisé au tissu par ses trois torons... *(fig. 2.934).*

Pour faciliter l'opération, on fait basculer la ralingue sur le côté pendant la couture, pour la redresser ensuite, le travail terminé... *(fig. 2.935).*

Lorsque cette couture est terminée, on peut, pour arrêter le fil, le noyer en le faisant passer dans les torons, et le brûler en coupant au ras l'extrémité dépassant... Ou terminer par une petite surliure avec quelques demi-clefs...

Nous avons ainsi fait le tour des différents types de réparations que l'on peut être amené à faire dans l'entretien courant des voiles en navigation...

Le chapitre suivant donnera, en complément de celui-ci, et des précédents, les listes de matériel et outillage nécessaires selon l'ampleur des travaux envisagés (confection ou entretien), ainsi que quelques éléments de matelotage de voilerie...

SI VOUS AVEZ LA CROISIERE DANS LA TÊTE ET LE BATEAU DANS LE CŒUR, ABONNEZ-VOUS AU MENSUEL LOISIRS NAUTIQUES

2e PARTIE

CHAPITRE 10

OUTILLAGE ET MATELOTAGE DE VOILERIE

DANS un premier temps, plaçons-nous ici dans l'optique de réaliser soi-même quelques voiles et (ou) de retailler celles achetées d'occasion ; pour tout faire de façon autonome, le matériel nécessaire sera donc plus important que dans la trousse de réparations (manuelles), par ailleurs indispensable à bord en grande croisière...

Pour faire ses voiles, il faudra donc se procurer :

— **des alènes** ; comptez-en 2 par laize, en prenant pour nombre de base celui des laizes devant composer la plus grande de vos voiles à réaliser. A manche en bois ou en plastique, elles sont en fait montées comme des poinçons sur un manche de tournevis... ;

— **une règle souple :** en PVC ou autre, d'une longueur d'environ 20 mètres (pour les grandes voiles), et d'un seul tenant pour donner des courbures régulières ;

— **une règle rigide** bien droite, d'environ 2 mètres de long, éventuellement graduée (ce qui n'est pas absolument nécessaire, mais peut être pratique) ;

— **un décamètre,** absolument nécessaire quant à lui, ou éventuellement même un double-décamètre, pour prendre les grandes mesures en une seule fois, et sans trop de marge d'erreur ; il sera également pratique à envoyer dans le gréement lorsqu'il s'agit de relever une cote sur place... ;

— **une équerre,** dont le grand côté doit bien faire 50 centimètres... ;

— **un cordeau,** d'à peu près 50 mètres de long, car il faut pouvoir faire éventuellement le tour d'une voile avec (à voir, donc, selon les dimensions de voiles à faire)... ;

— **des craies de couturier,** ou crayons à papier ;

— **un fer chauffant,** pour couper le tissu ; il s'agit là d'un fer rapide d'électricien sur lequel on adapte une panne pour couper à chaud tant les toiles synthétiques que les divers cordages et garcettes... Il peut être utile de le garder à bord par la suite, si l'on possède un groupe, ou même pour faire des réparations à terre ;

— **une grosse agrafeuse,** qu'il faut choisir avec un bras long ;

— **du papier adhésif double face,** quasiment indispensable lui aussi tant il est pratique, surtout en confection amateur ;

— **un jeu d'emporte-pièce,** pour faire les trous dans la voile et les renforts, destinés aux divers œillets ;

— **un tas en plomb,** que l'on placera sous ladite voile en utilisant l'emporte-pièce ; ce tas est facilement réalisé en coulant quelques bouts de plomb dans une boîte de conserve plate, par exemple... ;

— **un marteau,** et une paire de pinces universelles ;

— **un jeu de matrices** pour la pose des petits œillets à bâche, dont on se servira pour les coulisseaux, garcettes de ris, etc., posés au marteau.

Si l'on veut poser les gros œillets de points d'amure, de drisse, d'écoute..., il convient d'acheter également les matrices correspondant aux diamètres utilisés ; on peut éventuellement se cantonner à un seul diamètre, et standardiser ainsi ces œillets sur toutes les voiles.

— Pour poser ces œillets, on peut se bricoler une presse en utilisant **un cric hydraulique,** qui doit faire 10 ou 12 tonnes minimum...

Il reste à ce propos, que l'on peut tout à fait envisager de porter ces poses d'œillets à faire chez un voilier professionnel, donc équipé, outre les divers montages d'anneaux et triangles inox sur sangles qui permettent aussi bien, comme on a pu le voir, de se tirer d'affaire dans la plupart des cas... ;

— **une machine à coudre :** là, il s'agit de trouver un modèle capable de coudre plusieurs épaisseurs de tissu, et de faire le point droit et zigzag. Une simple machine à coudre ménagère ne convient donc pas (sauf s'il ne s'agit que de réaliser des spis, donc en toile fine). Les machines professionnelles de voilerie coûtent, bien entendu, un peu cher pour envisager un tel achat neuf, lorsqu'il ne s'agit que de réaliser quelques voiles, puisque les prix vont grosso modo de 7.000 à 20.000 F et plus ! Il peut, toutefois, se présenter de bonnes occasions, dont il est préférable de faire réviser l'état de la tête, à partir (raisonnablement, car il ne faut pas trop croire au père Noël, quoique... !) de quelque 5.000 F.

Certaines marques commercialisent également des modèles relativement petits, destinés aux travaux de voilerie amateurs et réparations, à des prix plus abordables... Entre autres marques, on peut citer par exemple Pfaff, Adler, Necchi, la « 7e Merveille » japonaise, la Read's, etc...

Voilà pour ce qui est du gros du matériel ; il vous faudra aussi **trouver un local** auquel vous puissiez accéder pour tailler vos voiles, donc suffisamment grand pour que l'on puisse étaler la voile, avec un sol en parquet (ou autre agglo de bois) ne craignant pas grand-chose quant à son aspect, c'est-à-dire sur lequel on puisse couper à chaud (ce qui laisse des traces noires sur le bois) et planter les alènes... Sans quoi il faudra s'arranger !...

La trousse de réparation :

Bien que l'on puisse très bien envisager d'embarquer une petite machine à coudre à bord et autre fer à couper à chaud, nous regroupons ici l'outillage manuel de voilerie :

— **une paumelle,** à choisir pour gaucher ou droitier selon le cas ; il faut bien l'avoir en main, la tension du cuir permet de la régler sensiblement... ;

— **des aiguilles :** il faut en prévoir une vingtaine de différentes tailles assorties. Les plus couramment utilisées dans les épaisseurs moyennes sont les n° 15 et 16, tandis que les aiguilles ménagères conviennent pour les petits grammages. Il en faut également de plus grosses, n° 12 à 14 pour reprendre une ralingue par exemple, ou un œil de pie... Emportez également une ou deux aiguilles courbes, qui peuvent se révé-

Fig. 2.1001 : *Démarrage d'une surliure classique*

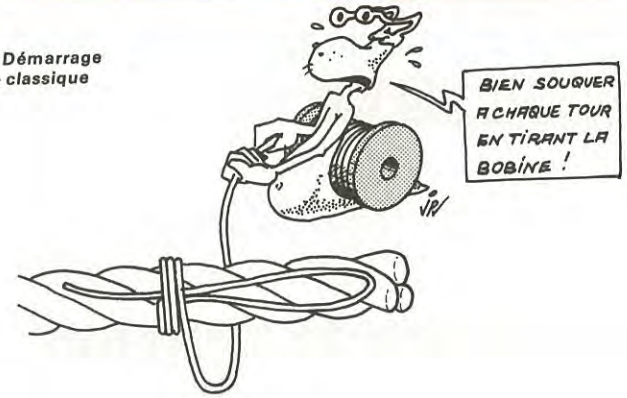


Fig. 2.1002 : *Couper avec une surlongueur le fil de la bobine et le faire passer dans la boucle*

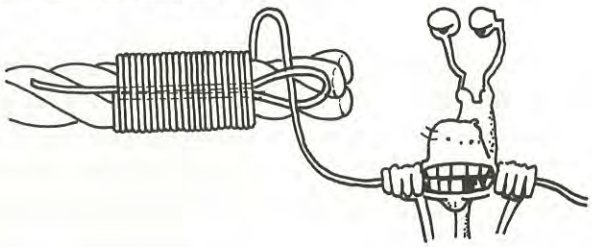
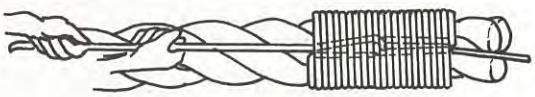


Fig. 2.1003 : *Surliure classique terminée*



Arrêter de tirer la boucle à mi-longueur de la surliure

Fig. 2.1004 : *Démarrage d'une surliure longue*

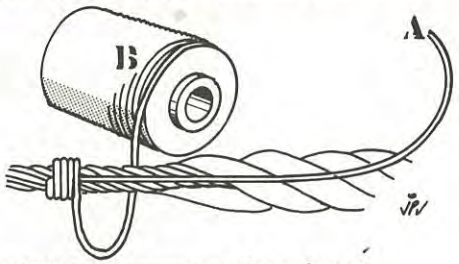


Fig. 2.1005 : *On ne commence à emprisonner la boucle sous la surliure qu'à 3 cm de la fin*

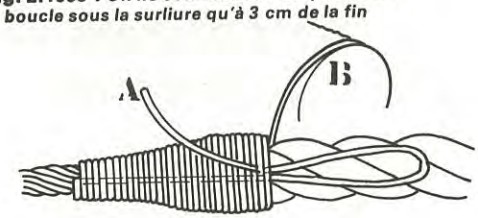
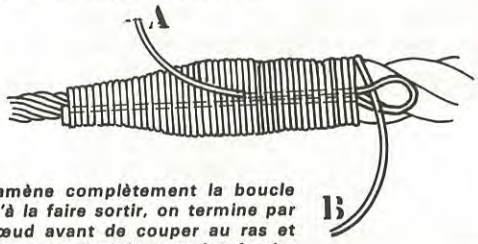


Fig. 2.1006 : *On passe le fil dans la boucle après l'avoir coupé de la bobine...*



On ramène complètement la boucle jusqu'à la faire sortir, on termine par un nœud avant de couper au ras et brûler les extrémités pour les fondre ensemble



ler pratiques... Le tout sera rangé dans un chiffon huilé ;

— **de la sangle légère,** qui peut dépanner ; prenez-en à peu près 5 mètres, en polyester ;

— **quelques mètres de garcette** de 3 et 5 mm ;

— **du fil polyester,** Ø 81, pour reprendre à peu près toutes les coutures, et 51 pour les divers renforts ;

— **du fil à surlier,** poissé ou suiffé, d'1,6 de diamètre, complément à tout faire... ;

— **quelques anneaux inox,** Ø 40 par exemple ;

— **quelques chutes de cuir souple,** pour les protections contre le ragage à reprendre éventuellement... ;

— **quelques chutes de tissus** de différentes tailles et différents grammages utilisés dans les voiles, ainsi qu'un peu de **bande droit-fil** (environ trois mètres par exemple) et des chutes de toile à spis dans les différentes couleurs éventuellement utilisées... ;

— **une bonne paire de ciseaux,** grand modèle, du genre « *Fiskars* » par exemple, en tout cas avec de bonnes prises pour la main et le pouce ;

— **un couteau,** inox ou non, c'est une affaire de choix personnel avant tout, car si l'inox ne rouille pas, il perd, par contre, son fil rapidement ; difficile à réaffûter avec un simple fusil, il lui faut une meule, alors que la lame d'un couteau en acier doux se réaffûte aisément, (et fréquemment), et doit être rangé essuyé, passé au chiffon gras, moyennant quoi il reste un merveilleux outil... A quand l'inox facilement réaffûtable ?... Choisissez-le avec une lame au tranchant remontant sur l'avant, genre Opinel par exemple, ou assimilés, plutôt qu'à lame droite ;

— **un briquet... ;**

— **un épissoir,** en bois ou métallique... ;

— **deux ou trois alènes,** ainsi que quelques punaises ;

— **du scotch double face** (bien sûr !) ;

— **un morceau de cire** d'abeilles peut être bienvenu ! enfin, la **boîte étanche** qui pourra contenir le tout !

N'oubliez pas d'embarquer également quelques mousquetons et lattes de rechange, et vous devriez pouvoir parer à toute éventualité...

Notions de matelotage : Nous n'allons pas là dresser une liste non-exhaustive de tout ce qui peut être fait (à la main) en la matière, mais il s'agit simplement de voir les quelques tours de main permettant de réaliser les différents montages et assemblages qui peuvent être couramment utilisés dans la fabrication à bord, dans la maintenance des voiles, et autres opérations sur le gréement courant servant à manœuvrer ces dernières...

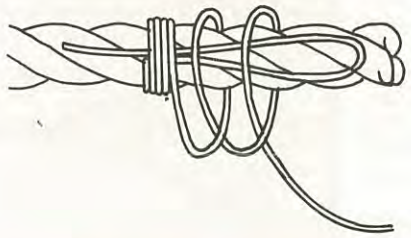
Les surliures :

Précieuses et simples à réaliser, les surliures trouvent à bord quantités d'applications, en finition au bout d'un cordage, précaution utile même si celui-ci a été coupé à chaud, pour empêcher les torons de se décommettre ; sur les ralingues, les amarrages divers, mais aussi en utilisation provisoire dans le démarrage de certains travaux d'épissure, comme nous pourrons le voir... Elles peuvent également servir de protection, pour fourrer une épissure ou un sertissage, et parfois même remplacer les épissures, notamment sur les textiles tressés... Nous en avons plus loin quelques exemples d'application...

Selon les cas, il y a plusieurs façons de procéder, entre la surliure classique, longue, nouée, ou cousue...

Pour démarrer une surliure classique, on commence par faire une simple boucle avec l'extrémité du fil de la bobine, que l'on pose à plat sur le cordage (*fig. 2.1001*). En la maintenant ainsi avec le pouce, on commence alors la surliure en enroulant le fil par-dessus cette boucle, ainsi emprisonnée.

Fig. 2.1007 : *Surliure nouée : Le départ reste classique mais tous les 4 ou 5 tours, nouer 2 tours successifs en passant la bobine à l'intérieur, ce qui revient à faire 2 demi-clefs*



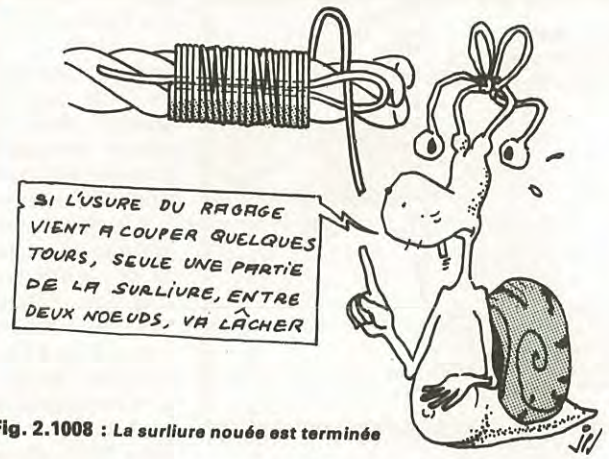


Fig. 2.1008 : *La surliure nouée est terminée*

La longueur de cette boucle doit dépasser d'environ 1 centimètre celle de la surliure prévue, laquelle fait généralement 2 fois le diamètre du cordage...

Pour bien serrer les torons du cordage sur lequel on fait la surliure, il est important d'enrouler cette dernière dans le même sens que le commettage des torons du bout, de même que l'on tire sur le fil à surlier à chaque tour...

Les spires doivent ainsi être régulières, et bien jointives, jusqu'au bout de la surliure, que l'on arrête à 1 cm de la fin de la boucle. On peut alors couper le fil de la bobine, en se réservant une surlongueur de quelque 3 ou 4 centimètres, que l'on enfile dans la boucle *(fig. 2.1002)*.

Il reste alors à tirer l'extrémité du fil dépassant du départ de la surliure pour rentrer la boucle à l'intérieur, et emprisonner du même coup le bout de fil de la deuxième extrémité sous la surliure, ainsi bloquée. Dans la pratique, il faut tirer cette boucle jusqu'à mi-longueur de la surliure *(fig. 2.1003)*.

Lorsque la surliure est bien serrée, pour mieux tirer le bout de la boucle, il peut être pratique de l'enrouler de quelques tours sur la tige d'un tournevis, par exemple ; on a ainsi davantage de prise pour tirer. Les bouts de fil sont alors coupés au ras de la surliure et brûlés...

On comprend dès lors que, si la surliure réalisée est longue, il devient très difficile de tirer cette boucle pour la ramener à l'intérieur, le frottement sous les spires étant trop grand à cause de sa longueur... Prendre une paire de pinces n'apporte pas grand-chose, tant le coefficient de friction est important, et le fil casse alors purement et simplement, et ce, d'autant que les spires auront été serrées, comme il se doit...

C'est pourquoi, lorsque l'on veut faire une surliure très longue, pour faire un fourrage par exemple, ou pour plus de résistance s'il s'agit d'un assemblage, on n'emprisonne pas la boucle dès le départ, comme nous venons de le voir, mais simplement un seul de ses brins *(fig. 2.1004)*.

La surlongueur de ce brin de départ doit alors faire à peu près deux fois la longueur prévue de la surliure, pour une bonne marge de manœuvre par la suite...

Lorsque l'on est arrivé à quelque 3 centimètres de la fin, on dispose alors ce brin en forme de boucle à plat sur le cordage, et l'on termine classiquement la surliure en l'enfermant dans les spires suivantes *(fig. 2.1005)*.

En fin de surliure, on coupe le brin de la bobine, avec une surlongueur que l'on passe dans la boucle ; mais cette fois-ci, il faut tirer le brin de la boucle (qui dépasse de l'endroit où l'on a commencé à noyer cette dernière) jusqu'à la faire ressortir complètement. Il reste alors à faire un nœud plat avec les deux brins en présence, pour couper ensuite ceux-ci à chaud et noyer ainsi les bouts fondus contre la surliure *(fig. 2.1006)*.

On peut reprocher aux surliures réalisées classiquement comme on vient de le voir, un défaut qui n'est parfois pas négligeable ; ne serait-ce qu'une des spires qui la composent qui vient à se couper au ragage, si c'est alors quasiment toute la surliure qui peut se défaire !

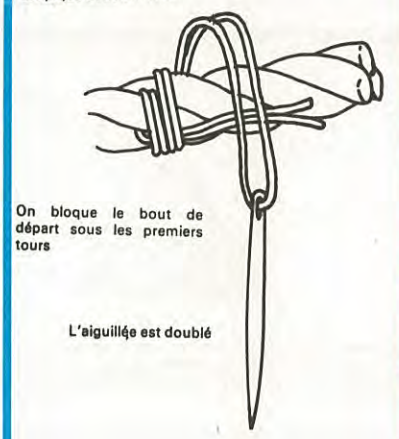
Pour parer à cela, une solution simple consiste, tout en s'y prenant de la même manière que ce que l'on a vu classiquement, à **nouer environ une spire sur quatre,** en faisant simplement passer la bobine à l'intérieur avant de serrer sans changer le sens dans lequel on enroule la surliure *(fig. 2.1007)*.

En recommençant l'opération aussitôt avec la spire suivante, on a ainsi réalisé un nœud de cabestan ; les quatre spires suivantes sont alors tournées classiquement, puis on renouvelle le nœud, quatre spires, etc. jusqu'au bout, et l'on termine classiquement, bien sûr, en ramenant la boucle avec l'extrémité du brin final sous la surliure... *(fig. 2.1008)*.

Le résultat esthétique est certes moins « pur » qu'une surliure simple, mais le résultat pratique, lui, est loin d'être dénué d'intérêt, et simple à réaliser...

La surliure cousue, quant à elle, est une technique traditionnelle de voilier, réalisée avec un fil double et une aiguille. Piquée à travers le cordage, elle est ainsi particulièrement sûre, et principalement utilisée pour terminer l'extrémité des ralingues extérieures...

Fig. 2.1009 : *Démarrage d'une « surliure de voilier »*



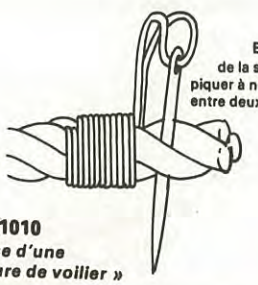
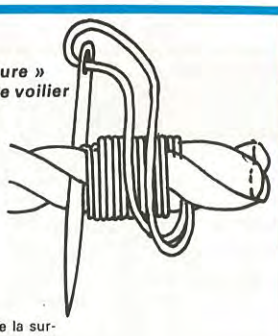


Fig. 2.1010
2e phase d'une « surliure de voilier »

L'aiguille, au départ de cette surliure, est tout d'abord passée sous un toron, puis on enroule normalement les spires suivantes (toujours dans le sens du commettage du bout, bien sûr), en les serrant fortement. Sous les premiers tours *(fig. 2.1009)*, on emprisonne en même temps la surlongueur de départ pour les bloquer ; d'autre part, puisque l'on enroule deux brins à la fois, il faut faire attention à ce que ceux-ci restent bien à plat et parallèles entre eux, et donc ne se croisent (et ne se chevauchent) pas...

Lorsque l'on arrive **au bout de la surliure,** on repique alors l'aiguille entre deux torons *(fig. 2.1010)* et l'on serre. Il faut

Fig. 2.1011 :
Première « bridure » d'une surliure de voilier



Piquer en arrière de la surliure sous le toron voisin pour allonger les fils dans le sillon formé par les 2 torons voisins

ensuite repartir en arrière et en diagonale (en quelque sorte !) pour repiquer l'aiguille entre deux torons du côté du début de la surliure, de façon à ce qu'une fois tendus, les deux brins de l'aiguillée se trouvent allongés dans le sillon formé entre les torons correspondants du cordage *(fig. 2.1011)*, formant ainsi ce que l'on a coutume d'appeler **une « bridure ».**

L'opération est à nouveau renouvelée entre les deux torons voisins, vers l'avant de la surliure cette fois, puis une dernière fois, vers l'arrière, de sorte que l'on est ainsi passé dans chaque sillon formé par les trois torons du cordage *(fig. 2.1012)*.

Après avoir ressorti ainsi l'aiguille d'entre les deux derniers torons, on termine en faisant une demi-clef en passant sous les deux brins allongés dans le dernier sillon, puis on enfile l'aiguille sous la surliure, on tire et l'on coupe les fils au ras de celle-ci *fig. 2.1013)*.

Fig. 2.1012 : ***Surliure de voilier cousue.***

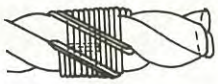
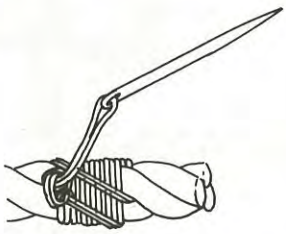


Fig. 2.1013 : ***Finition de la surliure de voilier.***



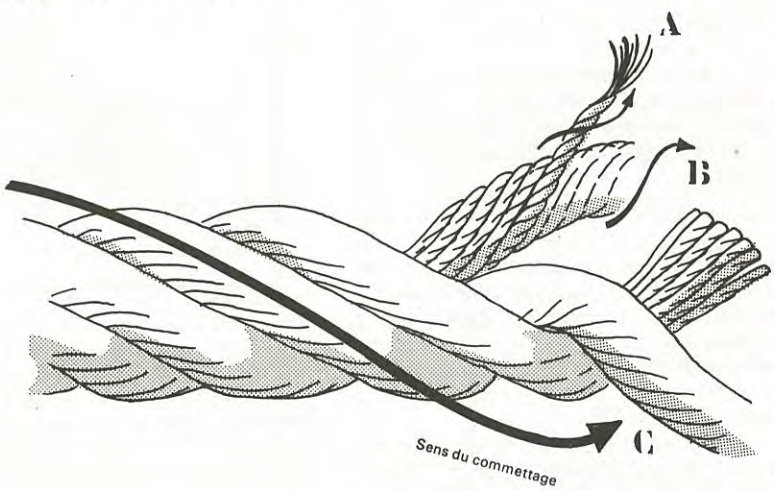
Terminer par un nœud autour des brins de départ, que l'on a emprisonnés sous les premiers tours, en piquant à plat en bout. Puis couper à ras et fondre le bout à la flamme.

Les épissures :

Pour fabriquer les cordages toronnés, il faut savoir qu'après avoir torsadé les fibres dans un sens (par exemple, à droite) pour constituer le fil, on torsade ces fils en sens inverse (à gauche) pour former les torons ; en fait de « *torsader* », le terme exact est d'ailleurs « *commettre* » ; ainsi, les torons obtenus sont à leur tour commis en sens inverse, donc ici à droite, de sorte que l'on peut dire qu'ils forment un cordage commis à droite *(fig. 2.1014)*...

Le principe de base des épissures consiste donc à décommettre sur une certaine longueur, les torons du cordage, pour entrelacer ensuite chaque toron séparément avec son homologue correspondant du second cordage (ou partie de cordage) qui doit être épissé.

Fig. 2.1014 : ***Structure d'un cordage toronné.***



A — Les fibres commises à droite donnent...
B — Les fils de caret, commis à gauche pour former...
C — Les torons commis à droite qui constituent le cordage.

Fig. 2.1019 : ***Épissure carrée.***

Entremêlage des bouts en présentant les torons pour le démarrage de l'épissure.



Fig. 2.1020 :

Première passe d'un côté.

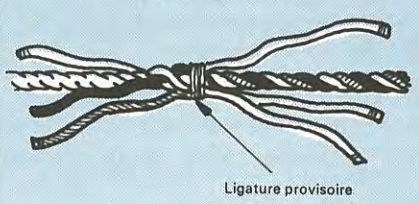


Fig. 2.1021 :

Faire les deux passes suivantes d'un même côté de la ligature.

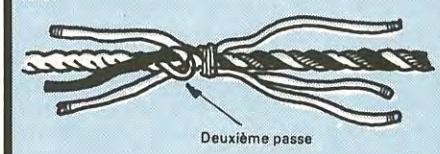


Fig. 2.1022 :

Défaire la ligature provisoire puis faire les trois passes de l'autre côté





L'épissure carrée est terminée lorsque chaque toron est passé trois fois sous son vis-à-vis de chaque côté.

Fig. 2.1015 :

Préparer l'épissure en écartant et repérant distinctement les torons



Fig. 2.1016 :

Commencer par le toron central A qui passe sous son vis-à-vis A'



Fig. 2.1017 :

Le second toron à passer est celui de gauche B, sous son vis-à-vis B'

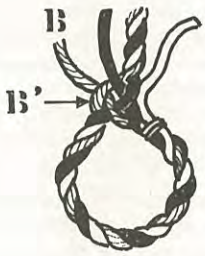
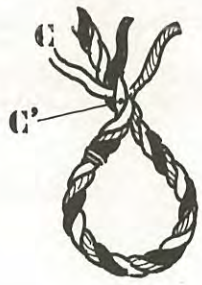
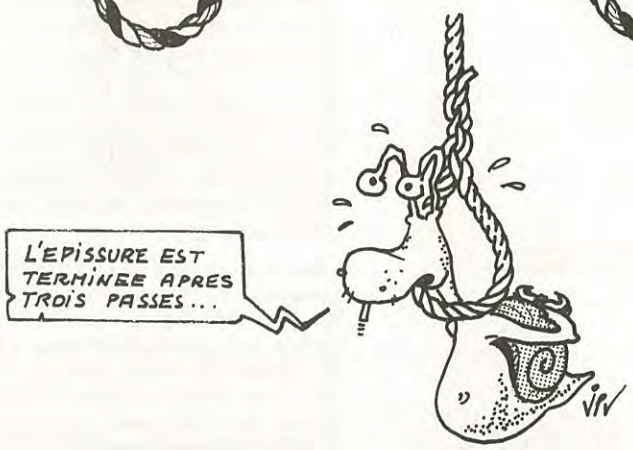


Fig. 2.1018 :

Le toron C passe sous son vis-à-vis C' qui se trouve derrière : on retourne donc la boucle.





L'épissure la plus simple à réaliser lorsqu'on n'en a encore jamais fait est certainement **l'épissure en œil,** ou en d'autres termes, une boucle épissée, dont on a besoin pour différentes manœuvres, amarres, ou en bout de drisses (si celles-ci sont en textile toronné, bien sûr).

Pour démarrer l'épissure, avant de décommettre l'extrémité du cordage, il faut tout d'abord délimiter la longueur de ce décommettage, afin d'éviter que celui-ci ne parte trop loin au cours du travail...

On commence donc par faire une petite surliure, de 3 ou 4 tours, ou simplement une ligature, à environ 25 centimètres du bout du cordage, après quoi on peut décommettre ce dernier jusqu'à cette surliure.

Dans le même esprit, pour éviter que les extrémités de chaque toron ne se défassent en cours de travail, il faut prendre bien soin de les brûler en bout, d'y faire une petite surliure, ou les entortiller de deux ou trois tours de ruban adhésif.

Après ce petit travail de préparation ; on peut enfin commencer notre épissure :

Après avoir tourné le cordage vers lui-même pour former la boucle, on écarte les trois torons les uns des autres *(fig. 2.1015),* de façon à les repérer distinctement. Il s'agit à présent de faire **passer chaque toron par-dessous le toron qu'il rencontre perpendiculairement** sur le cordage auquel on fait l'épissure, puis par-dessus le suivant...

En présentant les torons, au départ de l'épissure, chaque toron décommis a donc son vis-à-vis sur le cordage ; c'est toujours sous son propre vis-à-vis qu'il devra passer à chaque fois, de sorte que si, lorsqu'on réalise pour la première fois une épissure, le cordage était constitué de trois torons de couleurs différentes, il n'y aurait aucun problème pour s'y retrouver sans risque d'erreur !

On commence ainsi par le toron du milieu, que l'on peut appeler « A », que l'on fait passer perpendiculairement sous le toron le plus proche, qui constitue donc son vis-à-vis *(fig. 2.1016).*

Le toron qui se trouve à gauche du premier, et que l'on appellera « *B* », doit alors sauter par-dessus le « *A* » du cordage, pour passer sous son vis-à-vis « *B* », et toujours perpendiculairement, bien sûr *(fig. 2.1017).*

C'est alors au tour du toron « *C* », qui se trouve sur la droite, de passer sous son vis-à-vis du cordage ; ce dernier se trouve en fait en dessous de celui que « *A* » a passé en commençant l'épissure ; il se trouve donc, vu le commettage du cordage, derrière notre boucle, qu'il suffit de retourner *(fig. 2.1018).* **C'est en fait ici que se trouve la seule hésitation et risque d'erreur possible au départ de l'épissure ;** ensuite chaque toron trouve son vis-à-vis de lui-même (pourrait-on dire !), pour les passes suivantes.

Chaque passe se réalise ensuite, donc, de la même manière, en gardant toujours le même ordre dans les torons. Notons qu'il et impératif de bien souquer chaque toron après chaque passe...

On peut considérer l'épissure comme terminée à partir du moment où l'on a fait au minimum trois passes ; il est en fait très rare que l'on soit amené à en faire davantage, étant donné l'extraordinaire solidité naturelle d'une épissure (qui a fait ses preuves au fil des âges !).

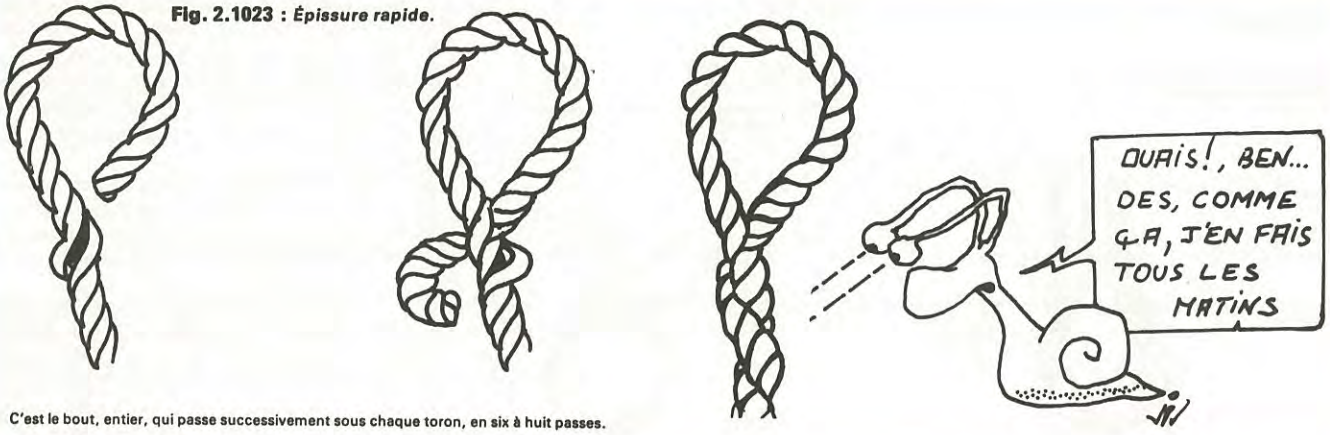
Il reste alors à défaire la petite ligature du départ, puis à couper et brûler chaque toron au ras de l'épissure, en serrant l'ensemble sur le cordage pour homogénéiser le tout proprement, et la boucle (ou œil) épissée est terminée.

On peut, d'autre part, très bien placer dans un œil ainsi épissé, une cosse, métallique ou en plastique ; il faut alors bien la choisir du diamètre correspondant à celui du cordage, et la mettre en place au début du travail, en commençant la première passe le plus au ras possible, afin qu'elle soit bien enserrée dans la boucle que l'on forme...

L'épissure carrée, *ou droite, reprend le même principe de réalisation que précédemment, pour rabouter deux cordages ensemble en « mariant » leurs torons, de sorte que l'on obtient alors une liaison bien plus résistante que n'importe quel nœud.*

Comme nous l'avons vu au début de l'œil épissé, pour préparer les cordages à mettre en présence, on commence par faire une petite ligature à quelque 25 centimètres de l'extrémité de chaque bout, puis on décommet leurs torons et l'on protège chaque extrémité de toron par du scotch ou une petite surliure...

Fig. 2.1023 : *Épissure rapide.*



C'est le bout, entier, qui passe successivement sous chaque toron, en six à huit passes.

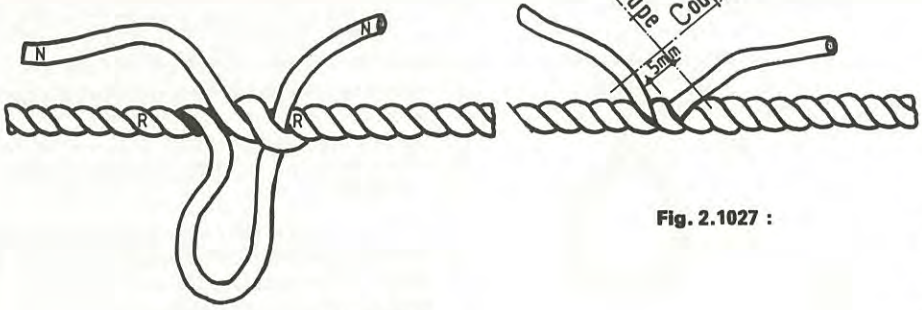


Fig. 2.1026 :

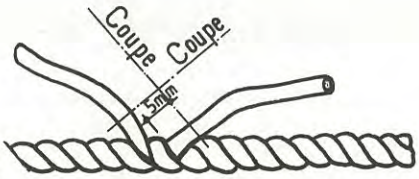


Fig. 2.1027 :

En écartant les torons les uns des autres, on présente alors les deux cordages en intercalant leurs torons respectifs *(fig. 2.1019)*. On les rapproche ainsi le plus possible, à faire toucher leurs deux petites surliures respectives.

Pour les maintenir ainsi, on fait alors une ligature provisoire, à l'endroit du croisement de leurs torons *(fig. 2.1020)*.

On passe alors chaque toron sous son vis-à-vis non décommis, perpendiculairement, comme nous l'avons vu plus haut, pour faire une première passe, d'un des côtés de la ligature provisoire ; les deux passes suivantes sont également faites de ce même côté, directement, à la suite de la première *(fig. 2.1021)*. **On termine donc d'abord l'épissure d'un côté, avant de passer en face.**

Lorsqu'on en a donc terminé avec l'un des côtés de l'épissure, il faut défaire notre ligature provisoire, pour repartir de l'autre, en faisant également trois passes. Les torons de chaque cordage mis en présence ont donc, au bout du compte, été passés trois fois sous leur vis-à-vis *(fig. 2.1022)*, l'épissure peut alors être considérée comme terminée.

Toutefois, avant de couper les torons dépassant, on la pose à plat sur le sol, pour la faire rouler sous le pied, et la rendre ainsi plus régulière, puis on la met fortement en tension de façon à ce que les torons prennent bien leur place. C'est alors seulement que l'on peut couper les bouts dépassant à ras, et à chaud (ou les chauffer à la flamme) pour fignoler le tout, sans risque de les voir glisser quelque peu et rentrer à l'intérieur sous l'effort...

Si une telle épissure carrée est un excellent moyen de rabouter deux cordages, lorsque ceux-ci sont constitués de 4 torons, comme cela se trouve parfois, une astuce moins « *traditionnelle* » peut-être, car un peu moins esthétique, mais tout aussi valabe au demeurant, permet de **faire une épissure rapide...**

D'après documents aimablement mis à disposition par LEÏSYSTEM

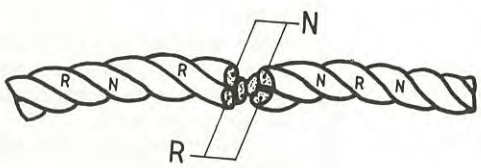


Fig. 2.1024 :

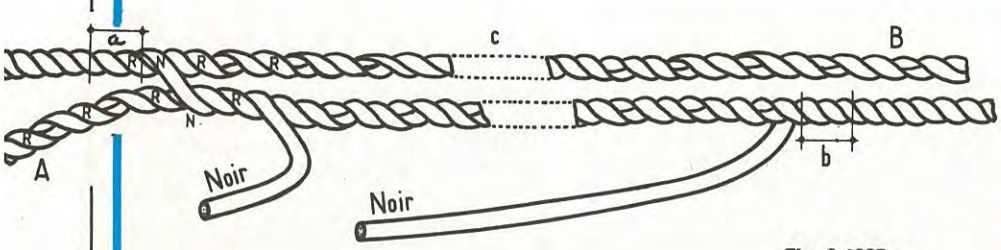


Fig. 2.1025 :

Fig. 2.1028 :

D'après documents aimablement mis à disposition par LEÏSYSTEM

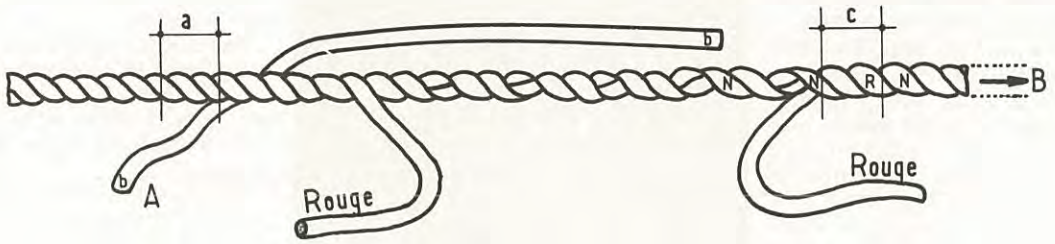




Fig. 2.1029 : L'extrémité de chaque toron coupée à 5 mm du cordage est refondue en forme de lentille.

Celle-ci porte vraiment bien son nom, puisqu'il ne faut guère plus d'une minute pour la réaliser ; il s'agit, non plus de décommettre le cordage pour l'entrelacer, mais simplement de faire passer le bout tout entier sous deux torons du bout en vis-à-vis, puis par-dessus les deux suivants, puis dessous les deux suivants à leur tour, et ainsi de suite *(fig. 2.1023)*.

Bien évidemment, pour obtenir avec une telle épissure une résistance équivalente à celle d'une épissure classique, il faut la réaliser sur une longueur au moins égale, double ou triple de cette dernière, mais enfin, tout de même, cela peut être bien pratique ! De même, il est tout aussi possible d'utiliser cette technique pour rabouter deux cordages que pour former une boucle...

Quoi qu'il en soit, lorsqu'il s'agit de rabouter deux extrémités de cordages qui doivent passer par des poulies (ou autres réas), l'épissure classique (et même rapide), ne convient plus, étant donné la surépaisseur qu'elle apporte au diamètre du cordage. Il convient alors de faire une épissure longue, technique qui permet de garder absolument le même diamètre sur l'épissure que sur le reste du cordage.

Ainsi par exemple, l'épissure longue est particulièrement pratique lorsqu'il s'agit de faire une commande en va-et-vient continu, comme pour un enrouleur de foc à poulie crantée par exemple (c.f. Leïsystem), ou certains avaleurs de spi et autres chaussettes...

Le principe de base est ici de substituer aux torons d'une extrémité du cordage ceux de l'autre extrémité, sur toute la longueur de l'épissure pour l'un des torons, et seulement la moitié pour le second.

Epissure longue sur cordage à trois torons

Les extrémités du cordage à épisser doivent tout d'abord être coupées à chaud, pour éviter tout détoronnement en cours de travail. On peut alors présenter les deux extrémités coupées face à face *(fig. 2.1024)*,de façon à mettre en regard les extrémités du toron repéré par un liseré noir et, dans cette position, on marque de rouge les extrémités du toron suivant. Les trois torons sont ainsi clairement repérés : noir, rouge, blanc.

On limite la longueur à épisser par 2 colliers de ruban adhésif « *a* » et « *b* » situés à 40 cm environ des extrémités A et B du cordage *(fig. 2.1025)*.

Il faut alors décommettre le toron noir de A et de B, puis on dispose les cordages côte à côte, de façon à ce que les extrémités A et B dépassent les marques « *a* » et « *b* » de 5 cm environ *(c.f. fig. 2.1025)*.

On recommet ensuite le toron noir de B dans le sillon libre du toron noir de A, jusqu'en « a », et l'on arrête l'épissure selon les figures *2.1026 et 1027*.

Puis on décommet le toron rouge de B jusqu'en « b » et le toron rouge de A jusqu'en « *c* », milieu de « *a* » et « *b* » *(fig. 2.1028)*.

On recommet enfin le toron rouge de B dans le sillon libre du toron rouge de A et on arrête l'épissure en « c » puis en « b » selon les figures 2.1026 et 1027.

Il reste à couper à chaud les torons noués en a, b et c, de façon à laisser dépasser un bout de 5 à 6 mm (comme la fig. 2.1027), qu'on refond délicatement jusqu'à former une lentille adhérant aux torons voisins *(fig. 2.1029)*.

Une remarque s'impose toutefois pour le bon déroulement des opérations. Il ne faut pas **oublier en effet de retordre fermement le toron** en cours de recommettage, de façon à reconstituer le cordage dans sa structure initiale.

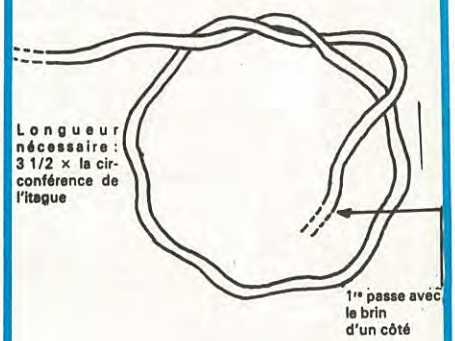
Enfin, notons qu'au départ, lorsque l'on décommet le toron noir A et B, et que l'on dispose les deux cordages côte à côte, il est plus pratique de maintenir ces derniers en position par un tour de ruban adhésif au niveau de « *b* ».

Faire une itaque :

Il est facile de réaliser soi-même une itaque (en câble), ou « erseau », rapidement et sans outillage, ce qui peut être bien pratique pour réhausser un point d'amure, le point de tire d'une poulie, ou lorsqu'on a besoin d'anneau (ou boucle) métallique passant par un œillet, donc à faire sur place, comme parfois aux points d'écoute de spi s'ils ne sont pas pourvus de « D » ou triangle inox...

Il suffit pour cela d'avoir un bout de câble inox souple, 7 × 7, dont on décommet un toron extérieur ; celui-ci doit faire **trois fois et demie la longueur de la circonférence de l'itaque** dont on a besoin. On forme alors une boucle avec le toron, de la taille souhaitée, en laissant autant de longueur de toron de libre de part et d'autre ; on enroule alors le toron sur lui-même tout en faisant le tour de cette première boucle *(fig. 2.1030)*, en commençant d'abord avec l'une des extrémités.

Fig. 2.1030 : ***Réalisation d'une itague à partir d'un toron de câble souple 7 × 7***



Le toron, en tournant, prend naturellement sa place, de sorte que, lorsque l'on renouvelle l'opération avec la deuxième extrémité restant libre, le toron trouve (également naturellement) sa place dans le sillon entre les deux premiers tours, achevant de reconstituer le câble *(fig. 2.1031)*.

Lorsque l'on a terminé cette deuxième passe, à la rencontre des deux extrémités, on passe les deux bouts de toron l'un dans l'autre, pour former un nœud simple, puis on les coupe à ras *(fig. 2.1032)*. Il reste alors à faire une surliure, en protection contre le ragage à cet endroit...

Il peut être pratique, ensuite, s'il s'agit simplement par exemple de rehausser un point d'amure (ou autre), de brider l'erseau ainsi obtenu par deux surliures assemblant les câbles, réparties au tiers de la longueur de la boucle *(fig. 2.1033)*, et éventuellement une cosse, elle aussi emprisonnée par une surliure resserrant les câbles à chaque extrémité.

Une chute simple de câble avec une boucle autour d'une cosse, obtenue avec un manchon Talurit, à chaque extrémité, peut également faire l'affaire *(fig. 2.1034)*.

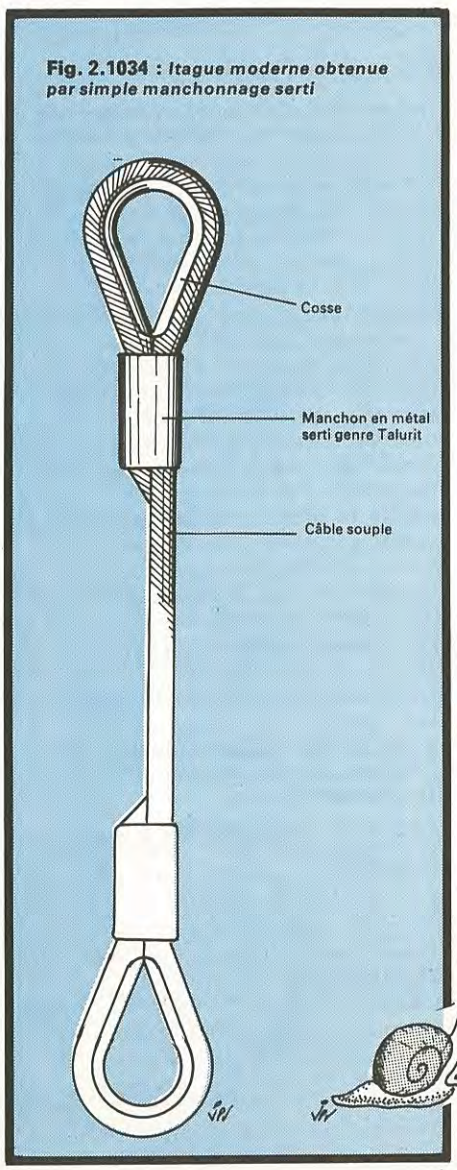
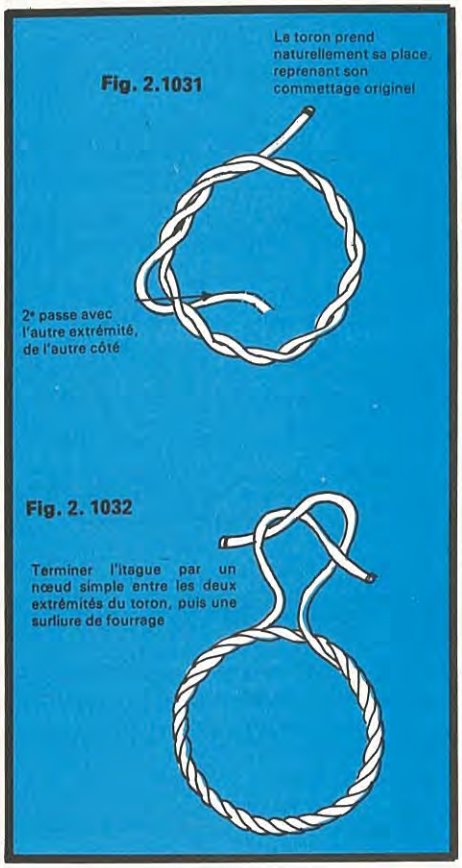


Fig. 2.1034 : *Itague moderne obtenue par simple manchonnage serti*



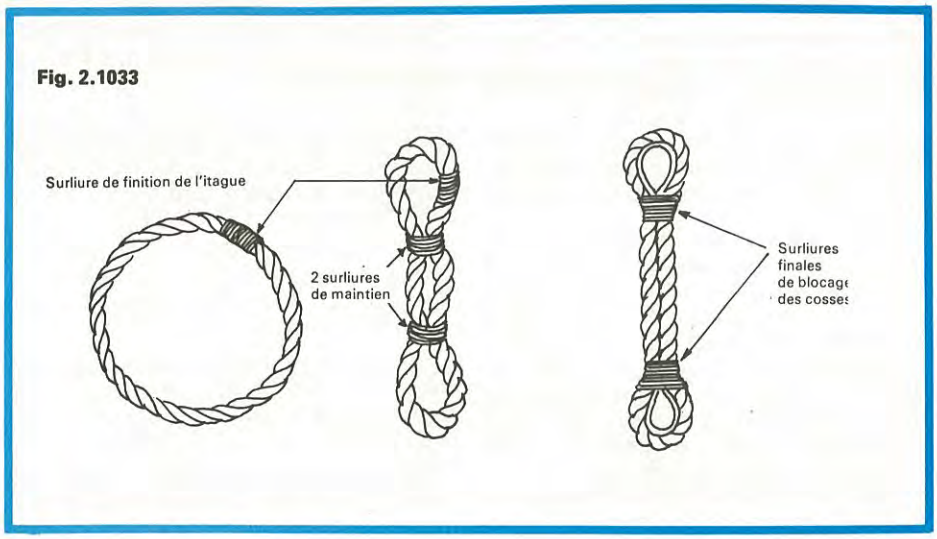
Faire **un œil en bout de drisse,** lorsque celle-ci est en textile tressé, n'est pas très aisé si l'on veut réellement faire une épissure ; en effet, épisser du tressé n'est pas toujours évident, d'autant que selon la nature du tressage, les techniques d'épissure diffèrent.

Par contre, on se tire très bien d'affaire en utilisant là encore la surliure pour resserrer l'extrémité du textile autour de la cosse *(fig. 2.1035)*, et, là non plus, il n'y a rien à craindre pour la résistance de l'ensemble...

Pour ce qui est de la liaison des écoutes au point d'écoute des voiles d'avant, on peut, bien entendu, utiliser de gros mousquetons ou manilles rapides (à barrette) ; il faut toutefois remarquer qu'outre le prix de revient, l'ensemble œillet de point d'écoute (ou triangle inox) et mousqueton représente **un poids en bout de voile qui peut être particulièrement dangereux** pour un équipier sur le pont, lorsque celle-ci se met à battre.

Pour parer à cela, il est préférable de prévoir sur les écoutes une « **attache à bouton** », très simple et économique à réaliser *(fig. 2.1036)*.

L'écoute étant réalisée en double (bâbord et tribord) coupée à longueur d'un seul tenant, on fait une boucle en son milieu (position du point d'écoute !), fermée par une surliure ; cette boucle doit être égale à 6 fois le diamètre de l'écoute. On y adjoint, d'autre part, un petit bout d'écoute à l'extrémité duquel on a fait un nœud en bouton, ou un nœud en huit que l'on a tassé vers son extrémité...



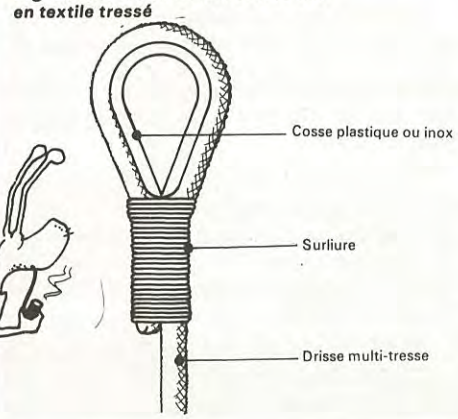


Fig. 2.1035 : *Oeil en bout de drisse en textile tressé*

Ce petit bout d'écoute est fixé à l'écoute en même temps que l'on forme la boucle, pris dans la même surliure *(fig. 2.1037)*. Sa longueur, bouton compris, depuis la surliure, doit être égale à celle de la boucle.

Pour prendre le point d'écoute de la voile, on passe alors la boucle dans l'œillet de la voile (ou son triangle inox) et, de l'autre côté, on y enfile le bouton... Cette attache, indéfaisable par elle-même, garde toutefois l'intérêt d'être mise en place et enlevée en un clin d'œil !

Fig. 2.1036 : *Attache « à bouton » en bout d'écoute*

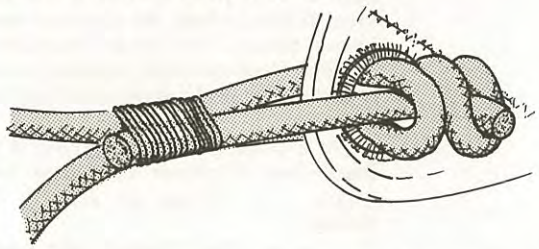
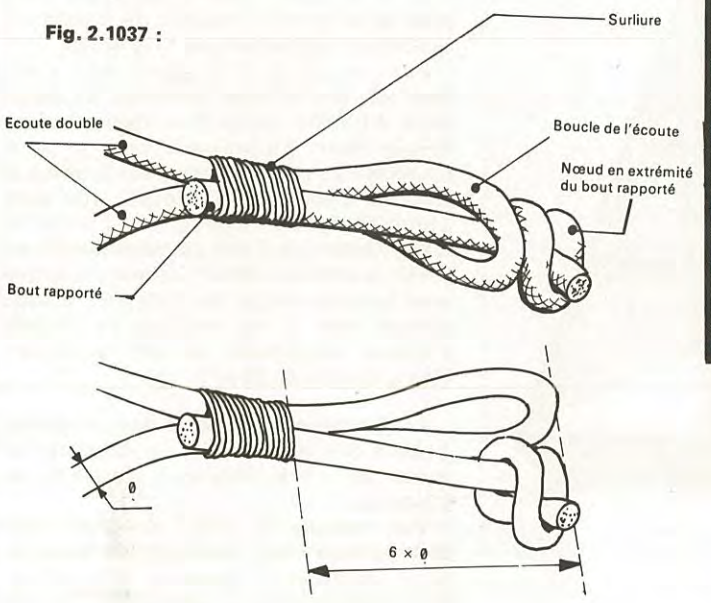


Fig. 2.1037 :



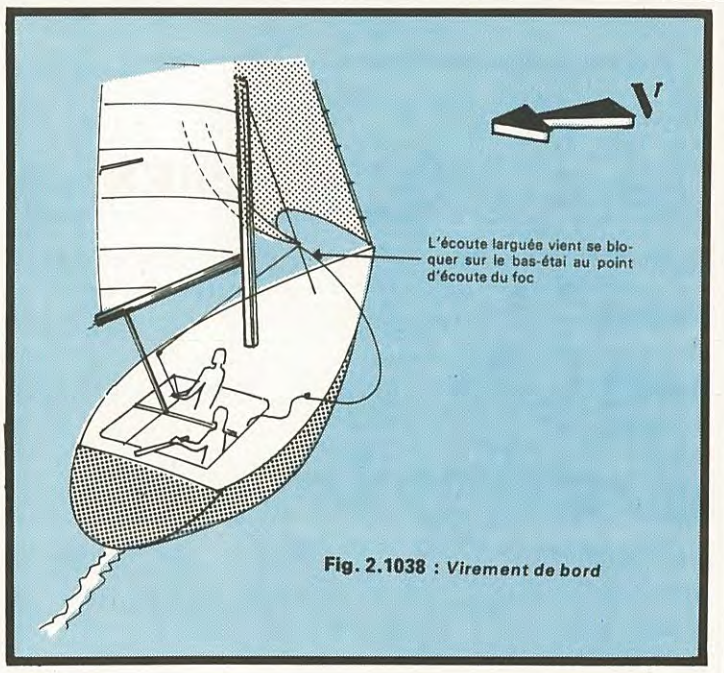
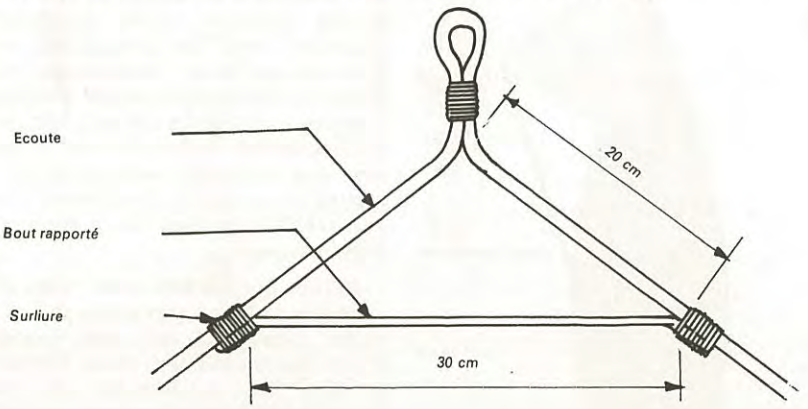
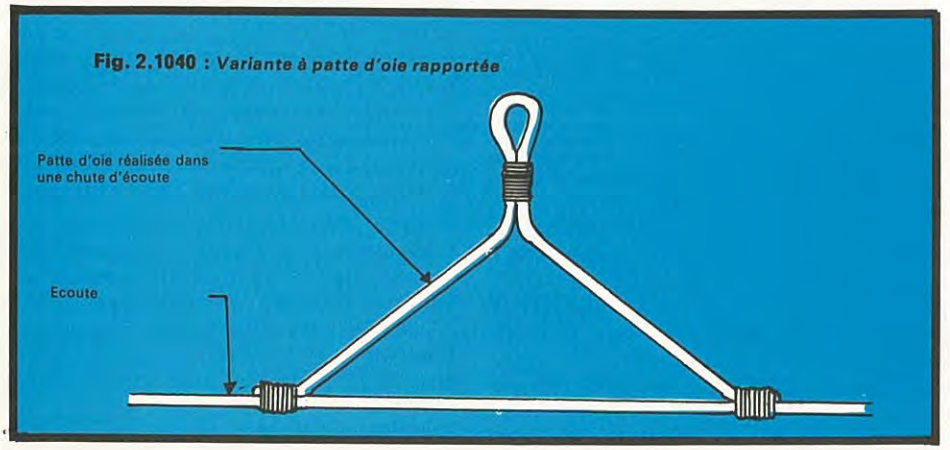


Fig. 2.1038 : *Virement de bord*

Fig. 2.1039 : *Montage sur l'écoute favorisant sa passe au virement de bord*





Une autre astuce sur l'écoute, permet, d'autre part, de **faciliter le passage du génois aux virements de bord** lorsque le mât est équipé d'un bas-étai ; il arrive en effet fréquemment que l'écoute vienne se bloquer, au niveau du point d'écoute, à cheval contre le bas-étai *(fig. 2.1038)*, nécessitant que quelqu'un se précipite à l'avant pour la dégager (à un moment où précisément on n'a pas trop de temps à perdre !)...

Il s'agit de surlier entre chaque brin d'écoute (bâbord et tribord), un petit bout d'une trentaine de centimètres, en travers ; ce peut être éventuellement une chute d'écoute, ou de drisse : un diamètre inférieur à celui de l'écoute facilitant en outre la surliure...

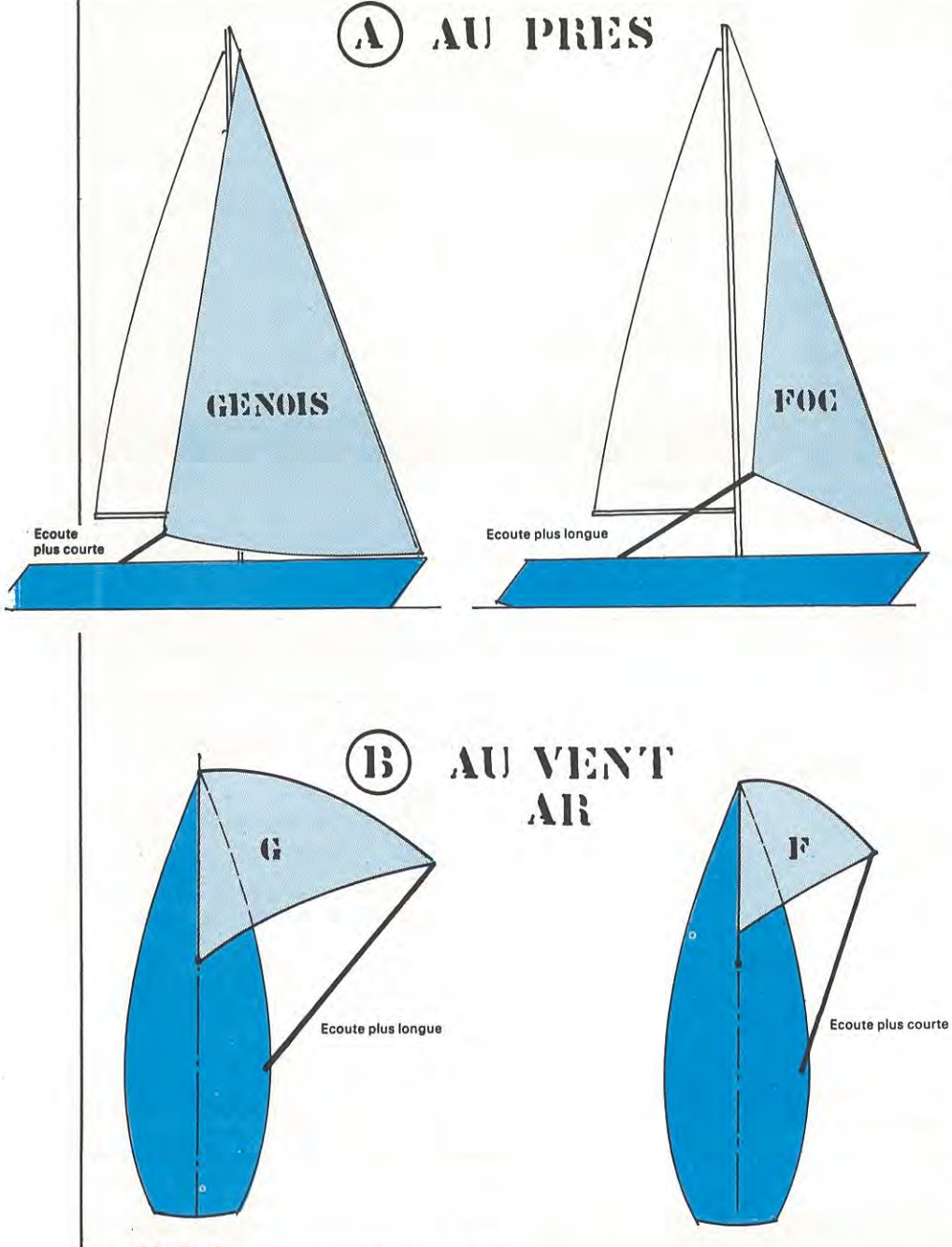
Cette surliure à chaque extrémité du bout doit se trouver à environ 20 centimètres de la boucle (ou œil) d'écoute *(fig. 2.1039)*.

Une variante de ce montage consiste, au lieu de partir d'une écoute sur laquelle on a déjà fait un œil, de garder celle-ci unie et d'y ajouter une petite patte d'oie sur laquelle on aura fait l'œil d'écoute, avec une vingtaine de centimètres de chaque côté ; cette patte d'oie, en écoute, est assemblée par deux surliures distantes d'une trentaine de centimètres sur l'écoute *(fig. 2.1040)*.

La longueur des écoutes n'est pas toujours très aisée à déterminer d'avance sur un bateau ; il n'est pourtant pas bien pratique de traîner sur le pont trop de surlongueur d'écoute inutile et encombrante, mais il n'est pas non plus bien malin de se retrouver avec une écoute de génois trop courte pour permettre de le déborder correctement au vent arrière...

Le plus sûr reste donc d'ajuster ses longueurs d'écoutes à bord en essayant les voiles ; toutefois, lorsque l'on veut les couper d'avance, une règle simple permet une bonne approximation de base : en effet, on

Fig. 2.1041 : ***Détermination de la longueur d'écoute***



Conclusion :
Pour une écoute commune au foc et au génois, on optera pour une longueur égale à deux fois la longueur du bateau environ

peut très bien compter deux fois la longueur du bateau, pour ce qui est de l'écoute de génois, et autre grand yankee. L'écoute d'un simple foc, moins large et donc, dont le point d'écoute déborde moins loin, peut être sensiblement plus courte... (*Fig. 2.1041*).

Il est bien entendu préférable ici de voir un peu trop long, quitte à les recouper éventuellement, quoique l'on n'ait pas forcément intérêt à avoir plusieurs jeux d'écoutes de différentes longueurs à bord, correspondant aux diverses voiles d'avant. Il est d'ailleurs bien plus simple, dans la pratique, d'utiliser toujours la même écoute, la plus longue (celle du génois) pour toutes ces voiles, en faisant simplement le changement au point d'écoute lorsque l'on change de foc, plutôt que de ranger systématiquement chaque voile avec sa propre écoute lovée...

La manœuvre dans ce dernier cas, est plus longue, car il faut remettre en place l'écoute avec son cheminement sur le pont et passage dans les poulies de renvoi, d'une part. D'autre part, l'écoute d'une voile qui vient d'être utilisée est toujours mouillée, ce qui, lorsque l'on range l'ensemble, avec la glène d'écoute lovée, apporte un surcroît d'humidité dans la soute ou à l'intérieur du bateau...

On a donc tout à fait intérêt à prévoir deux jeux d'écoutes de même longueur (maxi), l'un restant en secours dans le bateau...

Il est à noter, d'autre part, que cette règle de la double longueur du bateau est également **valable pour les bras de spi.**

Pour ce qui est de la grand-voile, c'est, bien sûr, sur la bôme débordée au maximum, à toucher contre le hauban, que l'on doit se baser. La longueur entre le point d'ancrage du palan d'écoute sur la bôme et celui sur le cockpit (ou au pont...) est alors à multiplier par 4 ou par 6, plus 1 mètre de marge, selon que l'on a un palan double ou triple (ce dernier n'étant vraiment utile que pour les grand-voiles de réellement grande surface, tant il est vrai que le surcroît d'écoute occasionné est peu pratique : disons à partir de 35 m²).

La longueur des drisses doit permettre quant à elle, de crocheter ces dernières au repos, cas où la longueur nécessaire est maximale.

Par exemple, la drisse de grand-voile doit pouvoir être crochetée en bout de bôme, en guise de balancine, tout en gardant suffisamment de surlongueur au mât pour être tournée au taquet. De même, les drisses de voiles d'avant devront pouvoir être crochetées au balcon de mât ou sur la ferrure d'étrave... Cela correspond en moyenne à deux fois la longueur totale du mât plus un mètre, lorsque les sorties de drisses sur le mât sont situées au-dessus des winches. Lorsque les sorties de drisses sont placées en bas, au pied de mât, il faut prévoir une longueur supplémentaire de 3 mètres en moyenne... Les drisses ramenées au cockpit sont, bien sûr, à mesurer selon le plan de pont...

Notons que **les drisses de voiles d'avant envoyées en libre**, comme les spis et autres voiles assimilées, qui sont susceptibles d'être plus ou moins creusés, doivent pour ce faire être sensiblement plus longues (jusqu'à 20 % de la longueur du guindant pour une voile aux formes modulables comme le Fyfter).

Code des couleurs : Bien que cela ne soit pas absolument nécessaire en croisière, il est d'usage en course de différencier les différentes manœuvres, drisses, balancines de tangon, etc, par leurs couleurs, de façon à éviter toutes hésitations et erreurs possibles...

On ne peut pas réellement dire qu'il y ait ici de règle absolument standardisée (ou internationalisée), mais généralement tout de même, on affecte le blanc, et blanc à filet noir, aux grand-voiles, souvent le vert aux focs, le bleu aux spis et le jaune aux voiles d'étai, comme on l'a repris par exemple au tableau de la *fig. 2.1042*.

Fig. 2.1042 : *Exemple de code de couleurs distinguant les diverses manœuvres*

		COULEUR DU CORDAGE	MARQUE DISTINCTIVE
GRAND-VOILE	DRISSE	BLANC	UNI
	ECOUTE	BLANC	UNI
	MANOEUVRES ANNEXES (cunningham, bosses de ris sur la bôme)	BLANC	FILET TRESSE DE COULEUR NOIR
YANKEE ou GENOIS	DRISSE	VERT	UNI
FOCS	ECOUTES	VERT ou BLANC	UNI FILET DE COULEUR VERTE
SPI	DRISSE	BLEU	UNI
	BALANCINE	BLANC	FILET TRESSE BLEU
	BRAS (ou ECOUTES)	BLEU	UNI ou FILETS VERT ET ROUGE distinguant bâbord et tribord
VOILE D'ETAI	DRISSES	ROUGE ou JAUNE	UNI
	ECOUTES	ROUGE ou JAUNE	UNI

Fig. 2.1044 : *Tourner une écoute au taquet*

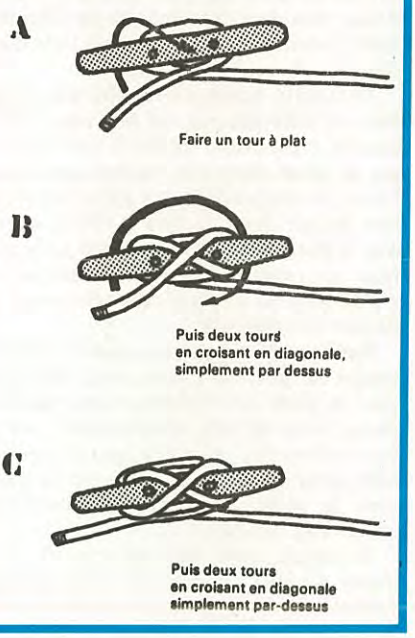


Fig. 2.1043 : *Le nœud en huit*

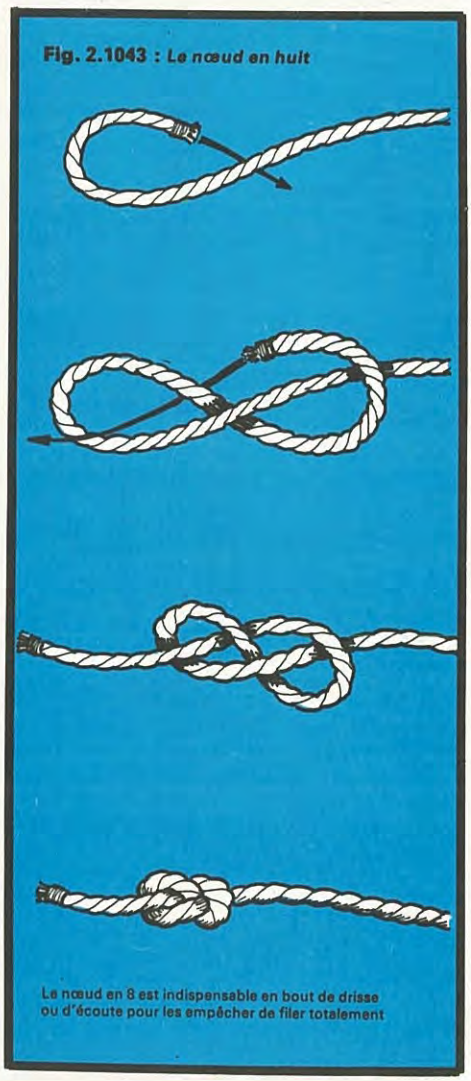
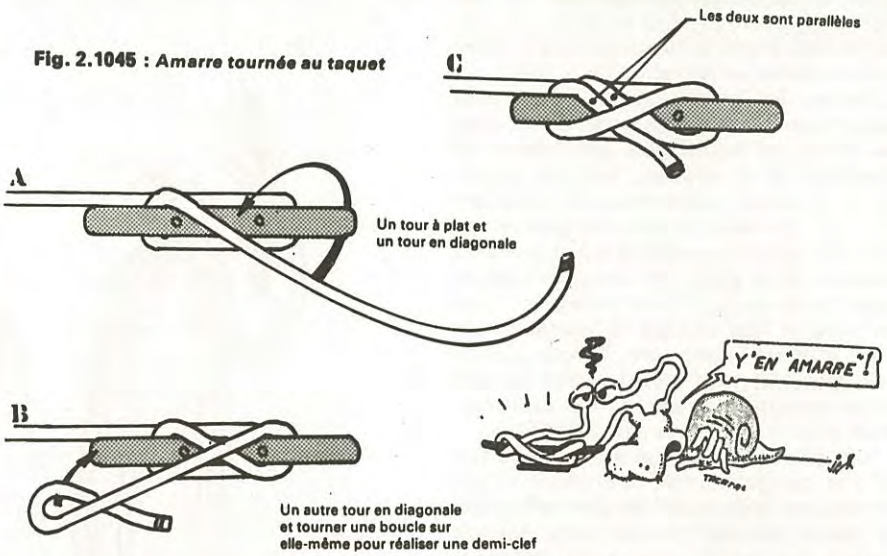


Fig. 2.1045 : *Amarre tournée au taquet*



Nœuds des manœuvres courantes :

La base de l'organisation des manœuvres des voiles tient à peu de choses, gestes simples mais automatiques, qui doivent permettre à tout instant d'empêcher une écoute de filer entièrement, lover une drisse au taquet tout en la gardant prête à filer, ou frapper une retenue...

Ainsi, **en bout d'écoute**, pour éviter que, complètement choquée, elle ne puisse se dégager entièrement de sa poulie à plat pont (et aller traîner dans l'eau...), il faut faire un **nœud en huit** (*fig. 2.1043*). Ceci est également valable en bout de drisse, pour l'empêcher de rentrer entièrement par la sortie de mât (ou filoir s'il s'agit d'une drisse extérieure) et remonter ainsi jusqu'en tête de mât (et finir par retomber sur le pont, se dégageant du réa !...).

Lorsqu'une écoute de foc (ou autre) est bordée, pour la bloquer, on la « **tourne au taquet** » : pour cela, on commence par faire un tour mort, c'est-à-dire un tour simple, autour de la base du taquet, puis deux tours en croisant en diagonale au-dessus du taquet (*fig. 2.1044*), et l'on termine par un dernier tour à plat, c'est tout : on évite, en effet, avec les écoutes, de terminer par une demi-clef, de façon à pouvoir choquer instantanément, si besoin était...

Ce n'est pas le cas pour **un amarrage** au taquet, où après le tour mort et un tour en diagonale, on fait passer, dans les deux tours suivants, le bout dormant sous la boucle, toujours en croisant en diagonale, bien entendu (*fig. 2.1045*). Il faut donc faire tourner la boucle sur elle-même avant de la crocheter au bout du taquet, et éviter absolument de faire une boucle droite (dont un côté serait parallèle au taquet), qui tiendrait mal...

Sur les drisses, en revanche, et toujours pour se garder la possibilité de larguer instantanément, le cas échéant, pour affaler, il faut bien se garder de faire de telles demi-clefs (même une seule !) en les tournant au taquet.

Toutefois, comme il faut bien les arrimer sans qu'elles glissent, on fait une demi-clef gansée, c'est-à-dire qu'au lieu de faire passer le bout dormant entièrement sous la boucle en diagonale, on y glisse simplement une boucle (ganse) *(fig. 2.1046)*, de sorte que le dormant, en fait, ne fait qu'y passer pour en ressortir aussitôt du même côté. Ainsi, il suffit de tirer sur le dormant pour libérer cet amarrage...

Pour ranger la surlongueur de drisse au taquet de mât, on la love puis, pour accrocher la glène ainsi obtenue sans qu'elle ne puisse s'en défaire d'elle-même, on peut éventuellement utiliser la ganse que l'on a faite pour bloquer la drisse, en la passant sous la glène avant de la crocheter au taquet *(fig. 2.1047)*.

Toutefois, pour plus de sécurité, il vaut mieux ne pas se servir de cette ganse, et refaire une seconde boucle avec la partie de la drisse sortant du taquet et débutant la glène. Pour la bloquer quelque peu par friction, on lui fait alors faire un tour sur elle-même, avant de la passer sous la glène et la crocheter au taquet... *(fig. 2.1048)*.

Lorsqu'il s'agit de **faire une glène pour ranger ensuite un bout ou une écoute dans un coffre ou autre, sans que celle-ci ne s'emmêle** ni se défasse, tout en restant facile à délover rapidement, le mieux est d'arrêter de lover la glène en gardant un bout dormant à peu près égal à deux fois la longueur de la glène. On fait alors trois ou quatre tours avec, en haut de la glène, puis on passe le bout restant en simple boucle dans sa partie supérieure. Il reste alors à faire basculer cette boucle pour la faire passer autour de la glène, et tirer sur le dormant pour serrer le tout *(fig. 2.1049)*.

Une glène ainsi faite est donc très facile à défaire, puisqu'il suffit, en donnant un peu de mou par le dormant, de faire rebasculer la boucle en sens inverse pour pouvoir ensuite tirer sur le dormant et délover le tout...

Le nœud plat, lorsque l'on veut rallonger une manœuvre en mettant deux cordages bout à bout, est particulièrement solide si ceux-ci sont sensiblement de même diamètre *(fig. 2.1050)*. Remarquez que, pour que ce soit un vrai nœud plat, il faut que les deux bouts du même cordage sortent du même côté de la boucle... Sans quoi, il s'agit d'un « *nœud de vache* », bien moins bon.

Toutefois, lorsqu'il a été mis fortement sous tension, le nœud plat devient très difficile, voire impossible à défaire ; d'autre part, lorsqu'il y a une trop grande différence de diamètre, ou de souplesse, entre les deux cordages en présence, ce nœud a tendance à glisser...

On peut alors préférer faire une boucle en bout de chaque cordage, en passant l'un dans l'autre, *(fig. 2.1051)*. Pour ce faire, et que ces boucles puissent être facilement

Fig. 2.1046 : *Drisse tournée au taquet*

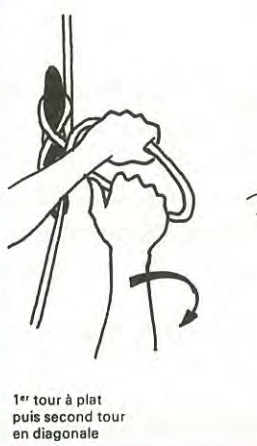




Fig. 2.1047 : *Arrimage simple de glène de drisse*

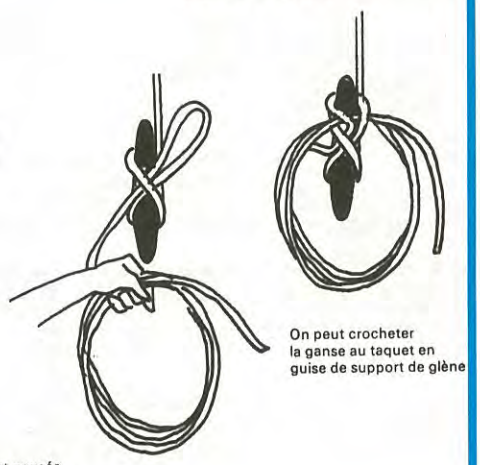


Fig. 2.1048 : *Arrimage de sécurité et rangement de la glène de drisse au taquet de mât*

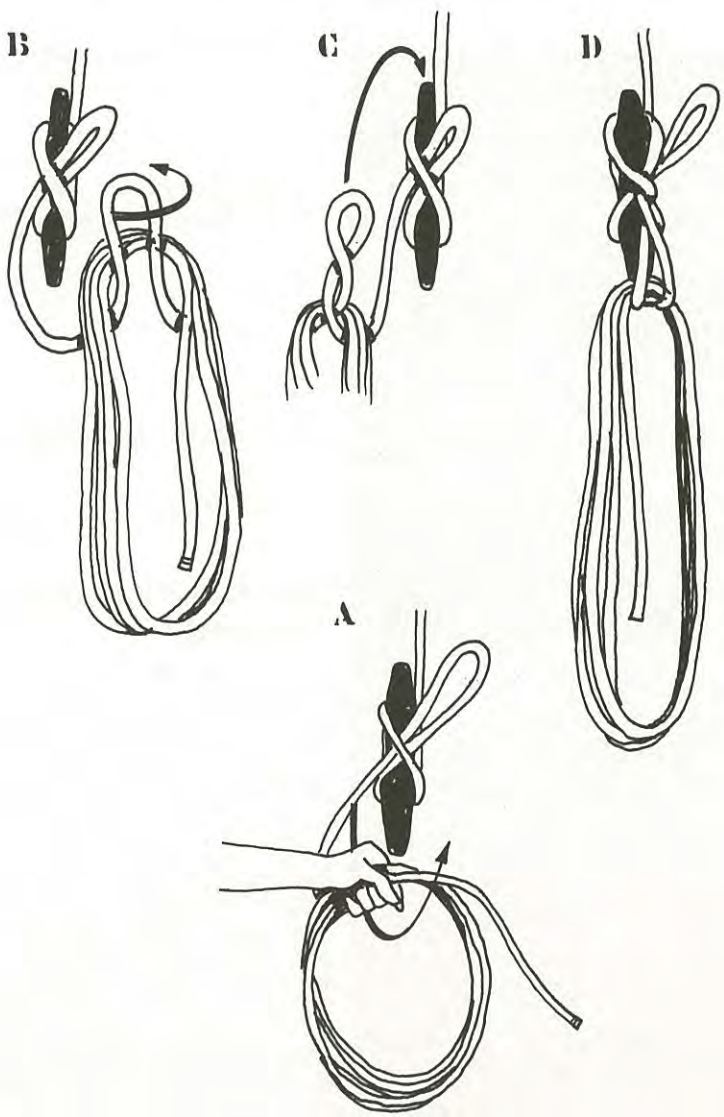
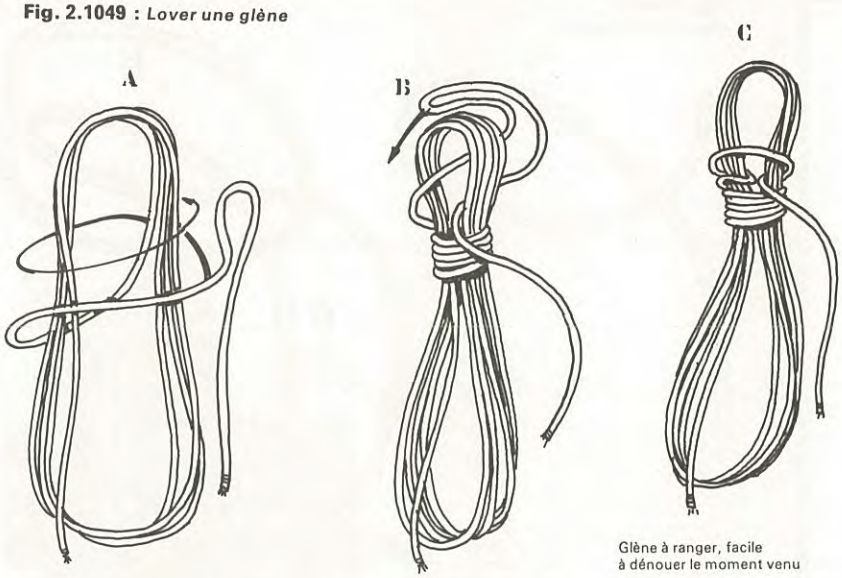


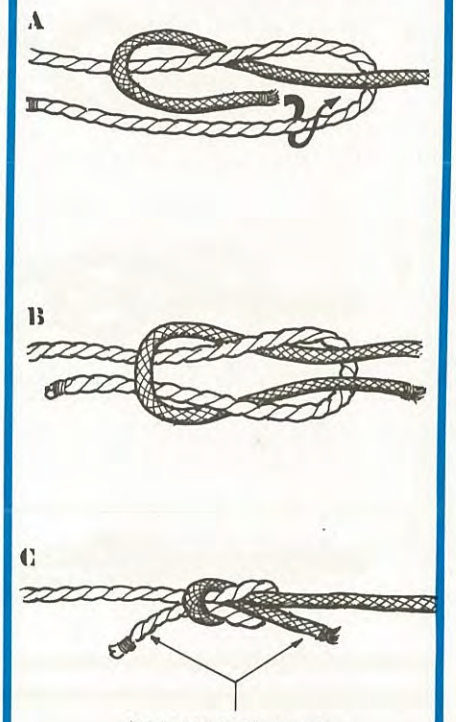
Fig. 2.1049 : *Lover une glène*



Glène à ranger, facile à dénouer le moment venu

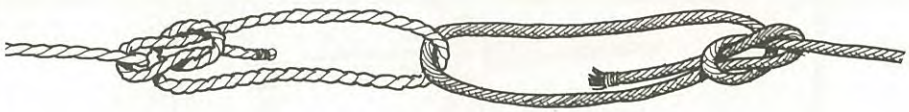
Fig. 2.1050 : *Le nœud plat*

Bien utile pour raccorder deux cordages de même diamètre



Les deux bouts doivent sortir du même côté de la boucle

Fig. 2.1051 : *Rabouter deux cordages de façon à ce qu'ils restent faciles à dénouer malgré la tension subie...*



... entre autres, pour les manœuvres de mâtage... ou de remorquage

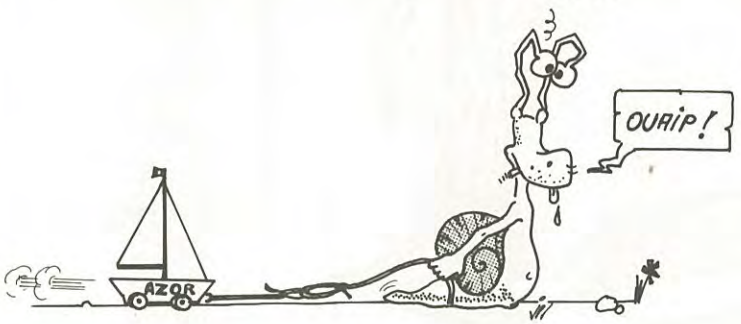
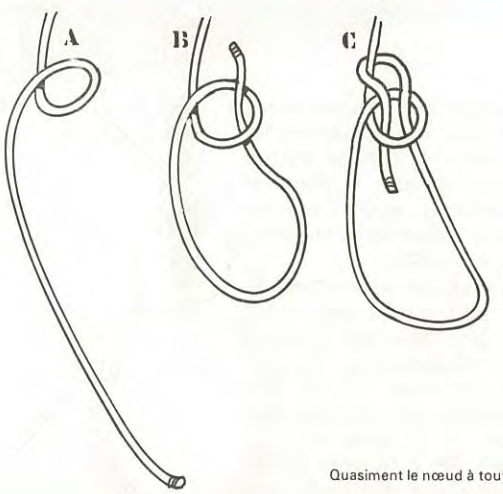


Fig. 2.1052 :
Le nœud de chaise



Quasiment le nœud à tout faire

défaites par la suite, il faut utiliser le nœud de chaise :

Très simple à réaliser (on y arrive très vite les yeux fermés), **le nœud de chaise** est presque un nœud à tout faire, car il est très sûr (il se souque de lui-même au fur et à mesure que la tension augmente, sans glisser), il reste toujours aussi facile à défaire dès qu'il n'est plus sous tension.

On commence ici par faire une boucle, en faisant passer le dormant par-dessus (A), en langage imagé il y a un bon moyen mnémotechnique pour cette façon de procéder : on peut dire « **qu'on a ainsi formé un puits** »... Ensuite, on fait passer le dormant dans cette boucle, par-dessous *(B)* ; en identifiant le dormant à un serpent, on dit que **le serpent sort du puits** *(fig. 2.1052)*.

On fait alors passer le dormant par derrière l'autre bout (qui part dessous notre première boucle) pour ensuite le faire rentrer dans la boucle *(C)* ; en identifiant cet autre bout à un arbre, on dit que « **le serpent fait alors le tour de l'arbre, et rentre dans le puits** ». Le nœud de chaise est alors terminé, il ne reste plus qu'à serrer !

C'est là un nœud qui peut aussi très bien être fait autour d'une bitte d'amarrage, ou d'un espar...

Une autre façon de rabouter deux cordages de façon à ce qu'ils résistent à une forte

Fig. 2.1053 : *Nœud d'écoute*

Pour rallonger provisoirement une manœuvre

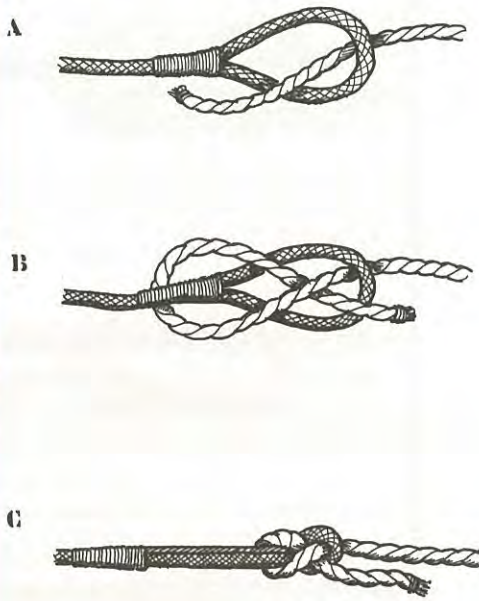
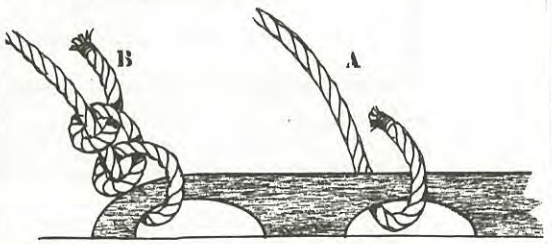


Fig. 2.1054 : *Tour mort et deux demi-clefs*



Amarrages à tout faire

Fig. 2.1055 :
Nœud de cabestan

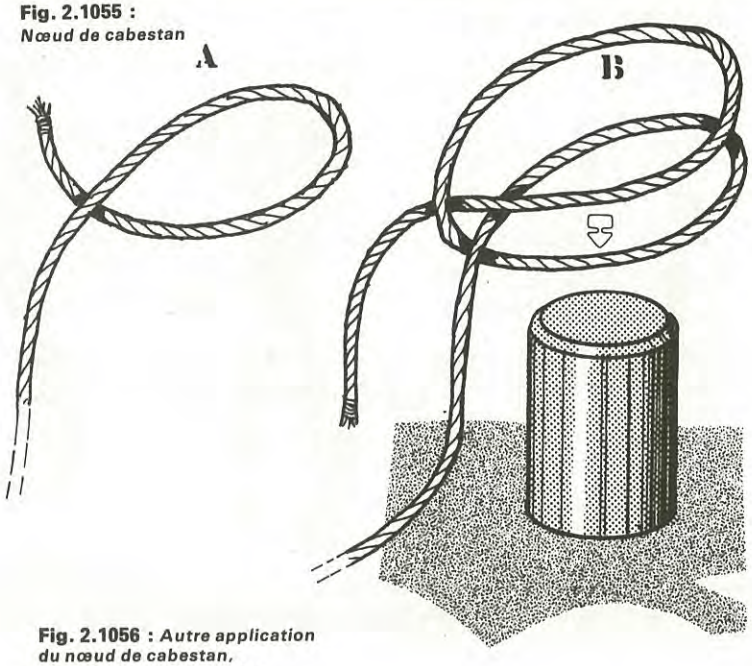
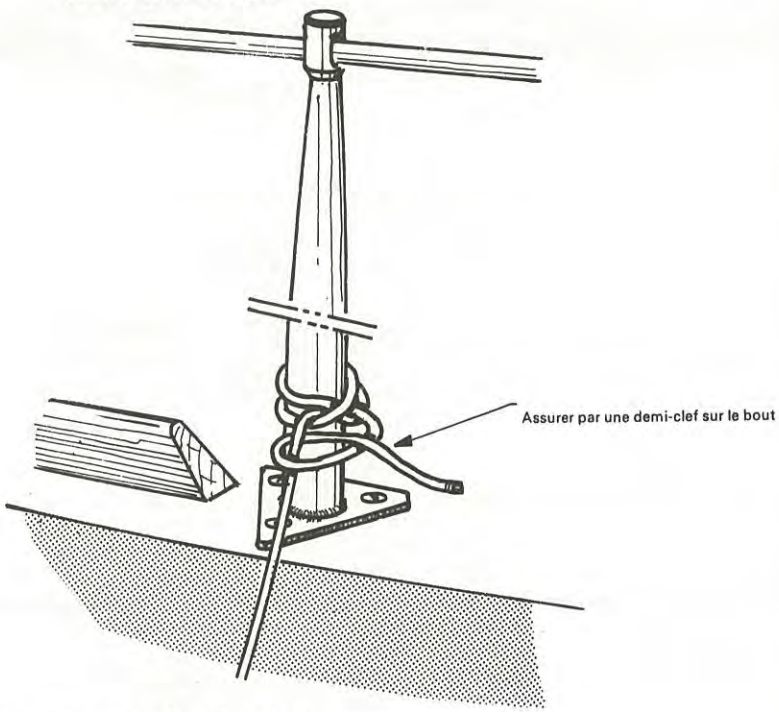


Fig. 2.1056 : *Autre application du nœud de cabestan, réalisé autour d'un espar*



traction tout en restant faciles à défaire après l'effort (contrairement au nœud plat), est de faire ***un nœud d'écoute :***

On l'utilise lorsque l'un des cordages se termine par une boucle ; il faut alors faire passer le dormant dans la boucle, faire le tour du cordage, et le faire ressortir de la boucle en le croisant, et de l'autre côté *(fig. 2.1053)*.

Enfin, pour terminer ces quelques tours de main pratiques de matelotage, il faut mentionner, pour frapper par exemple une retenue de bôme au liston, ou une amarre sur un anneau, le **tour mort et deux demi-clefs,** classiques et efficaces *(fig. 2.1054)*.

Dans la même famille, **le nœud de cabestan,** que l'on appelle également d'ailleurs « demi-clef à capeler », sert à un amarrage autour d'un espar, d'une bitte ou autre chandelier... Il s'agit en fait simplement de faire deux boucles inversées que l'on superpose *(fig. 2.1055)* en les enfilant sur la bitte d'amarrage, par exemple.

Lorsque l'on ne peut pas l'enfiler ainsi, pour le prendre au milieu d'un chandelier par exemple, on peut très bien le réaliser sur place, en passant autour, le dormant passant sous l'autre bout, puis faisant un second tour (dans le même sens) et terminant en passant sous lui-même.

C'est un nœud simple qui a l'avantage de tenir par tension ; plus le bout tire, plus il est solide, et il reste toujours facile à défaire dès que cette tension cesse. Par contre, il ne faut pas l'utiliser s'il doit être amené à rester souvent sans tension, avec un bout qui batte, car il peut alors se défaire de lui-même. On a souvent l'habitude de lui adjoindre une demi-clef faite avec le bout dormant, autour de l'autre bout *(fig. 2.1056)*.

3e PARTIE

CHAPITRE 1

LES VOILES TRADITIONNELLES VOILERIE MODERNE ET TRADITIONS...

NOTRE propos n'est pas, dans cette troisième partie, de reprendre point par point toute la fabrication des diverses voiles traditionnelles, comme nous l'avons déjà fait avec les voiles modernes « *classiques* » ; pour la plupart des cas, ce serait un doublon.

En effet, s'il est vrai que les matériaux anciens, cordages et textiles, impliquaient une approche différente du travail, et donc des techniques qui ne sont plus ce qu'elles sont aujourd'hui, l'adaptation moderne, si elle est faite avec goût et discernement, de notre « *bagage technologique* » actuel aux gréements anciens, permet un résultat nettement plus pratique, moins contraignant (sur le plan entretien par exemple), tout en rejoignant et respectant très bien l'aspect esthétique de l'affaire...

Pourquoi donc s'enquiquiner à faire aujourd'hui des voiles neuves en coton, en gardant leurs problèmes de déformations, vieillissement et moisissure, alors que l'on dispose d'excellents tissus polyester, dont l'aspect n'en est pas nécessairement très éloigné (il suffit de les choisir) ?... Et si l'on veut des voiles rouge bistre, on trouvera parfaitement de la toile à voiles polyester rouge bistre !

C'est donc dans cet esprit-là que nous nous placerons ici, pour voir les quelques particularités de travail que l'on peut relever pour faire des voiles de caractère, avant de détailler l'organisation de ces voiles dans différents gréements, auriques, au tiers, latins... etc.

Ainsi, **la disposition des laizes** sur les anciennes voiles était souvent différente de ce que l'on a coutume de faire aujourd'hui, puisqu'il n'était pas rare de les trouver placées verticalement, ou du moins parallèles à la chute de la voile *(fig. 3.101)*.

Cela provient principalement du fait que les toiles de coton (ou autres) avaient la même résistance sur la chaîne que sur la trame, ce qui impliquait que l'on pouvait aussi bien a priori les disposer dans un sens que dans l'autre ; cherchant à fractionner le tissu le moins possible, c'est-à-dire à faire des laizes aussi longues que possible, l'habitude les orienta parallèlement à la chute...

L'apparition des tissus polyester classiques aujourd'hui devait faire changer cette façon de travailler, puisqu'ils se trouvent être plus forts sur la chaîne...

D'un point de vue purement esthétique, il est toutefois parfaitement envisageable de garder cette disposition « verticale », pourvu que l'on prenne soin de choisir un tissu moderne ayant les mêmes caractéristiques à l'allongement dans la trame et dans la chaîne.

Toutefois, on préfère le plus souvent garder la disposition des laizes horizontales classique, notamment pour des raisons d'ordre aérodynamique. Il apparaît, en effet, que l'écoulement de l'air est passablement perturbé sur la surface d'une voile où se succèdent toutes ces coutures verticales à chaque assemblage de laizes, ce qui n'est pas le cas avec une disposition horizontale, sensiblement dans la même direction que le vent...

Sur dessin, lorsqu'il s'agit de représenter une voilure ancienne, ou « de caractère », on continue toutefois le plus souvent à figurer les laizes verticalement, par esprit de fidélité esthétique la plupart du temps !...

Il s'ensuit, par ailleurs, qu'une voile à laizes verticales travaille imparfaitement sur sa largeur, et se poche en se gaufrant verticalement, suivant ses coutures *(fig. 3.102)*...

Revenant à la fabrication désormais « classique » **d'une voile à laizes horizontales,** les principes de coupe et de travail que nous avons vus dans les chapitres précédents restent tout aussi valables lorsqu'il s'agit de faire les voiles d'un gréement de caractère...

De même, pour ce qui est des **voiles d'avant,** on pourra préférer la **coupe anglaise** (ou « *à épine* »), plus rétro, à ses consœurs plus modernes, en particulier pour les focs et yankees. Elle pourra être éventuellement étendue aux génois (malgré les considérations faites à ce propos au début du chapitre 4), quoiqu'un grand génois à coupe horizontale ne dépareille pas dans une belle voilure à l'ancienne !...

C'est, par contre, pour beaucoup au niveau des finitions que l'on pourra apprécier l'harmonie d'un gréement de caractère avec ces voiles.

Ainsi, **les ralingues de guindant et bordure** gagneront en esthétique à être extérieures, et donc cousues à la main *(fig. 3.103)*. L'opération est toutefois très délicate à réaliser correctement sur toute la longueur d'une voile en respectant une tension constante, lorsque l'on n'en a pas une grande habitude.

On ne saurait ici trop conseiller de confier ce travail à un vieux maître voilier (c'est un montage qui se perd en voilerie moderne), car c'est autre chose que de reprendre simplement une couture de ralingue sur 1 mètre...

Elles seront d'autre part terminées en « **queue de rat** » à leurs extrémités, c'est-à-dire par un recommettage du cordage dont on réduit le diamètre de façon progressive en éminçant les torons *(fig. 3.104)*...

La forme des renforts reste classique, avec toutefois un faible pour les renforts directionnels *(fig. 3.105)*...

Les bosses de ris *peuvent être montées sur une sangle continue* qui part du renfort d'amure au renfort d'écoute de la bande de ris *(fig. 3.106)*. C'est un montage solide de grande croisière, simple à réaliser, qui ne peut qu'ajouter une certaine touche à la voile... mais attention à la qualité de la sangle à employer (polyester) qui ne doit pas se rétreindre sous l'effet du soleil. Il faudra bien prendre garde à ne pas lui donner de tension (de même qu'au tissu) au moment de la coudre, et la choisir de relativement faible épaisseur...

Fig. 3.101 : *Diverses anciennes dispositions des laizes sur les voiles en coton*

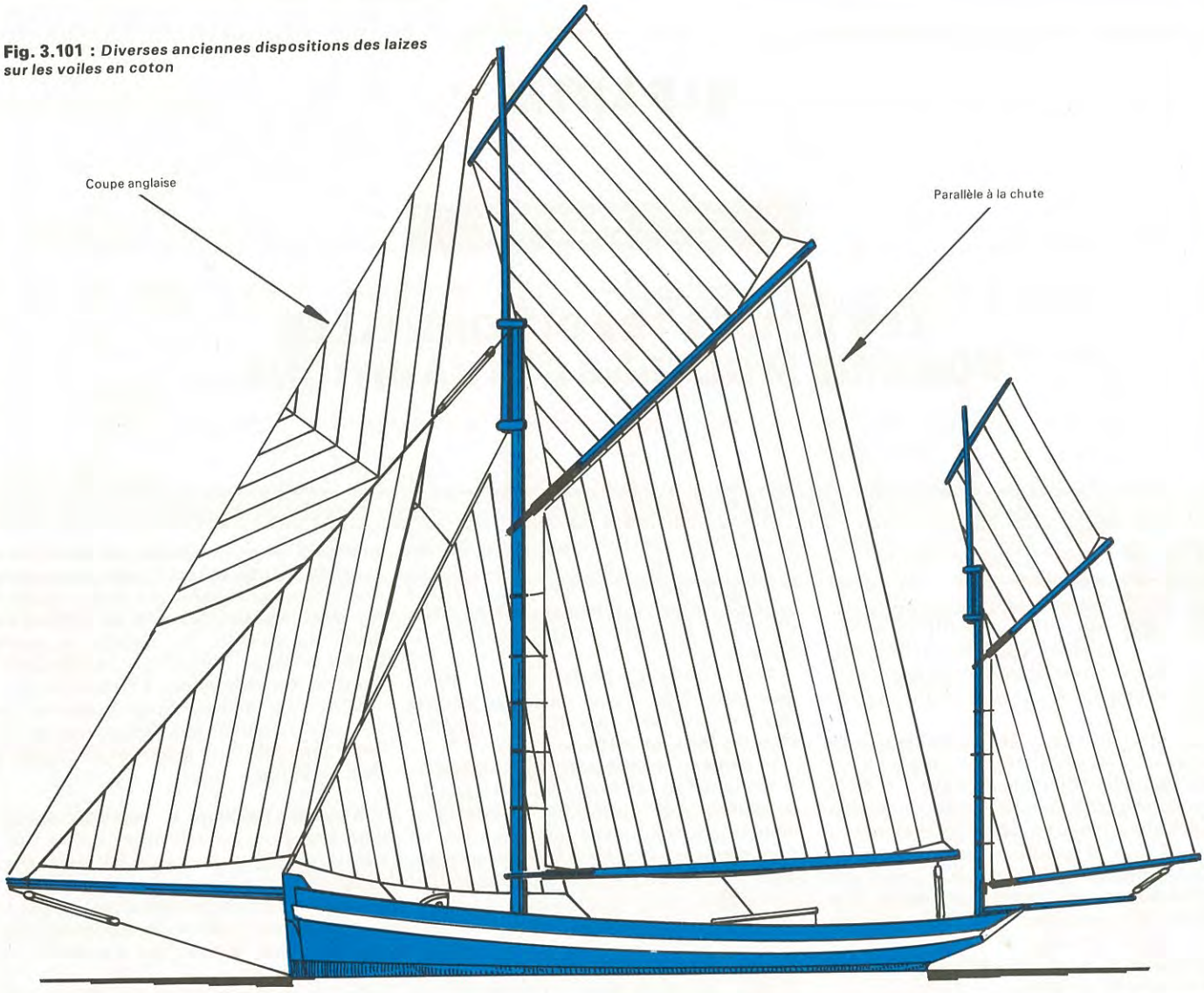
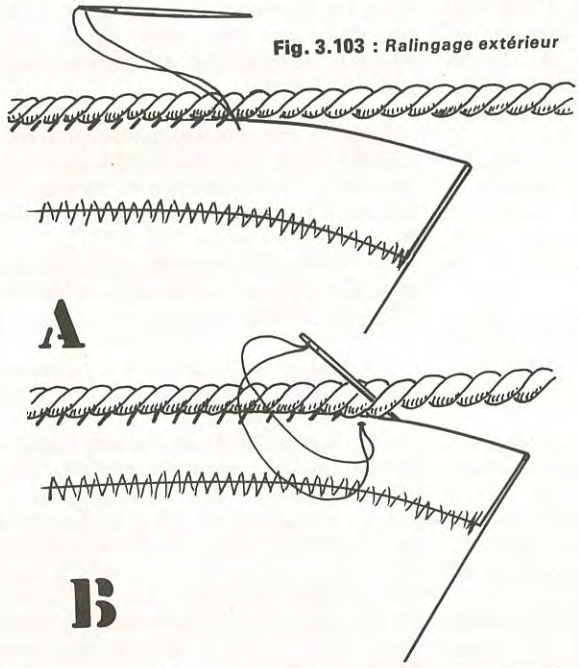


Fig. 3.103 : *Ralingage extérieur*



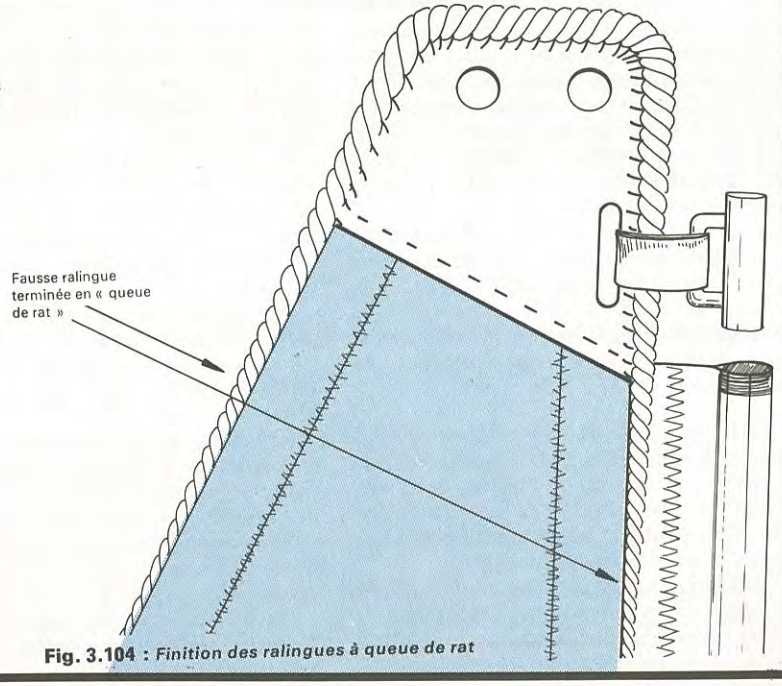


Fig. 3.104 : *Finition des ralingues à queue de rat*

Fig. 3.106 : *Oeillets de bosses de ris montés sur sangle*

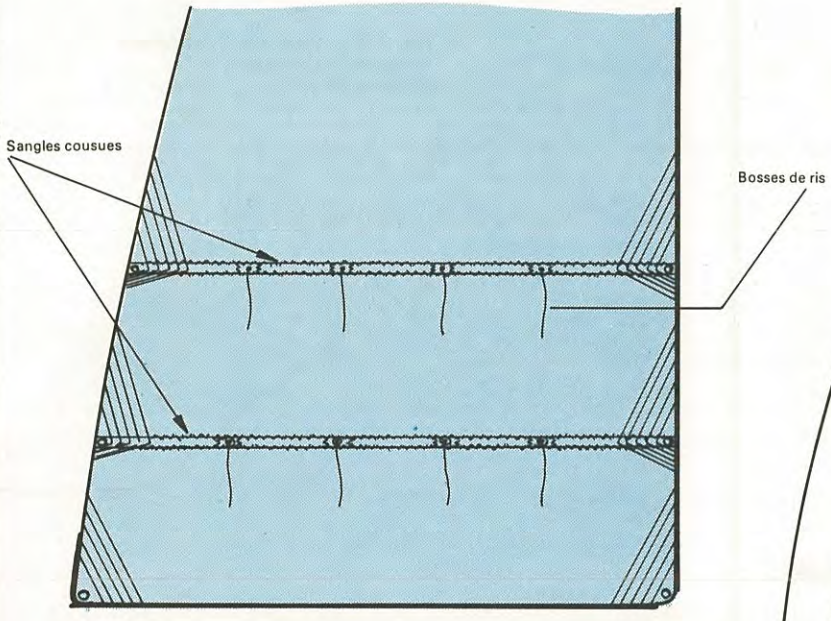


Fig. 3.102 : *Laizes verticales*

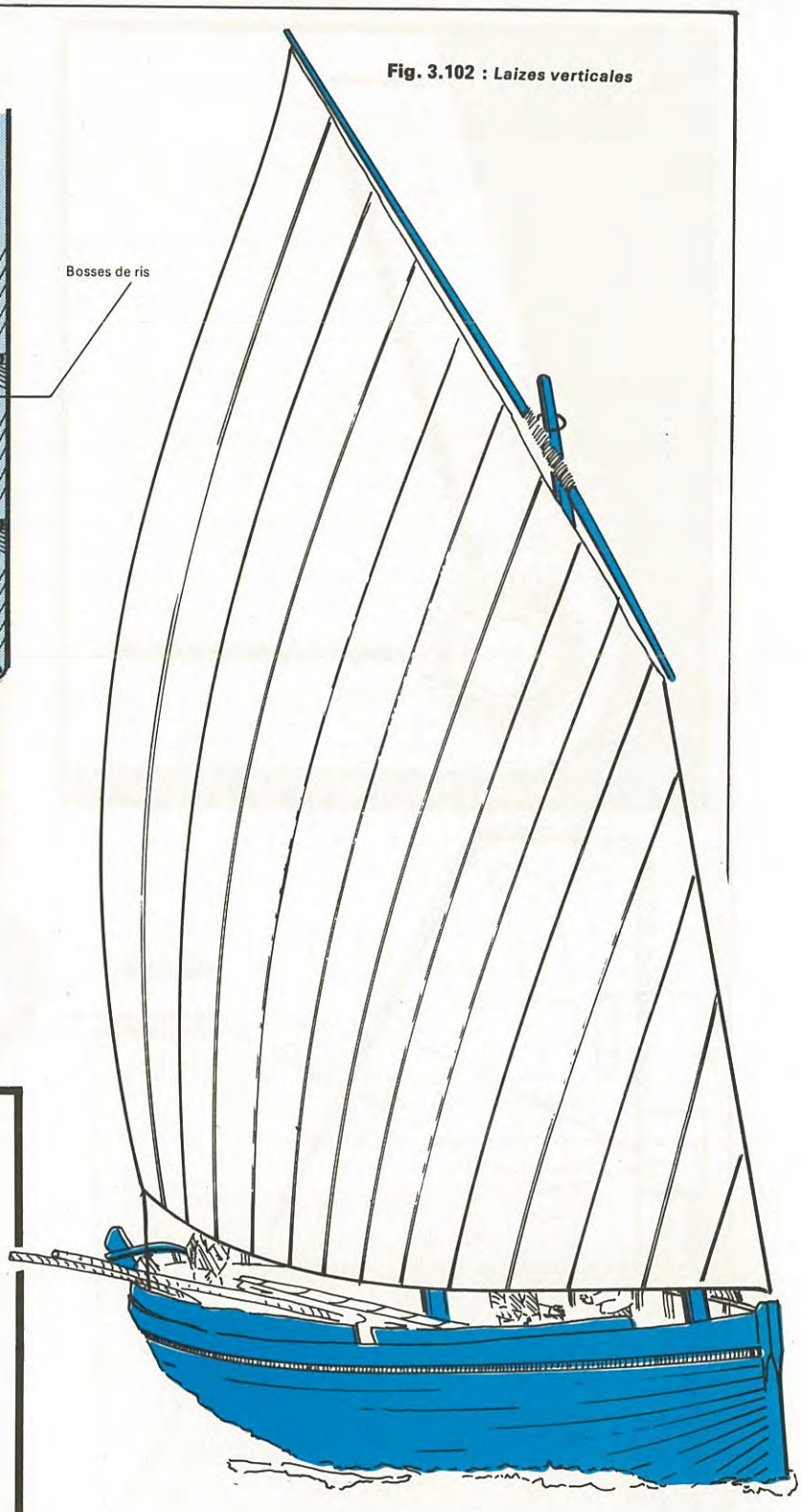
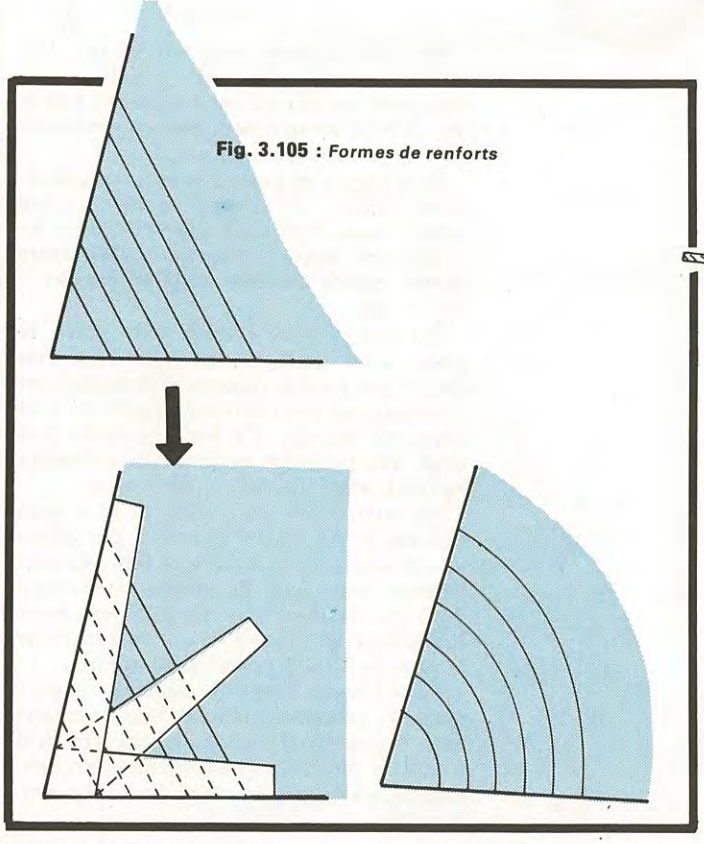


Fig. 3.105 : *Formes de renforts*



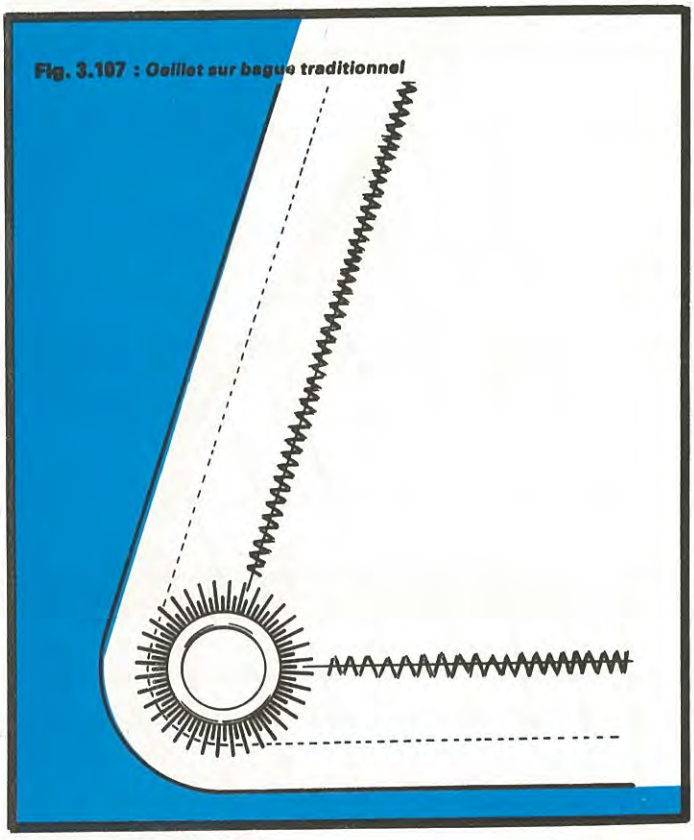


Fig. 3.107 : Oeillet sur bague traditionnel

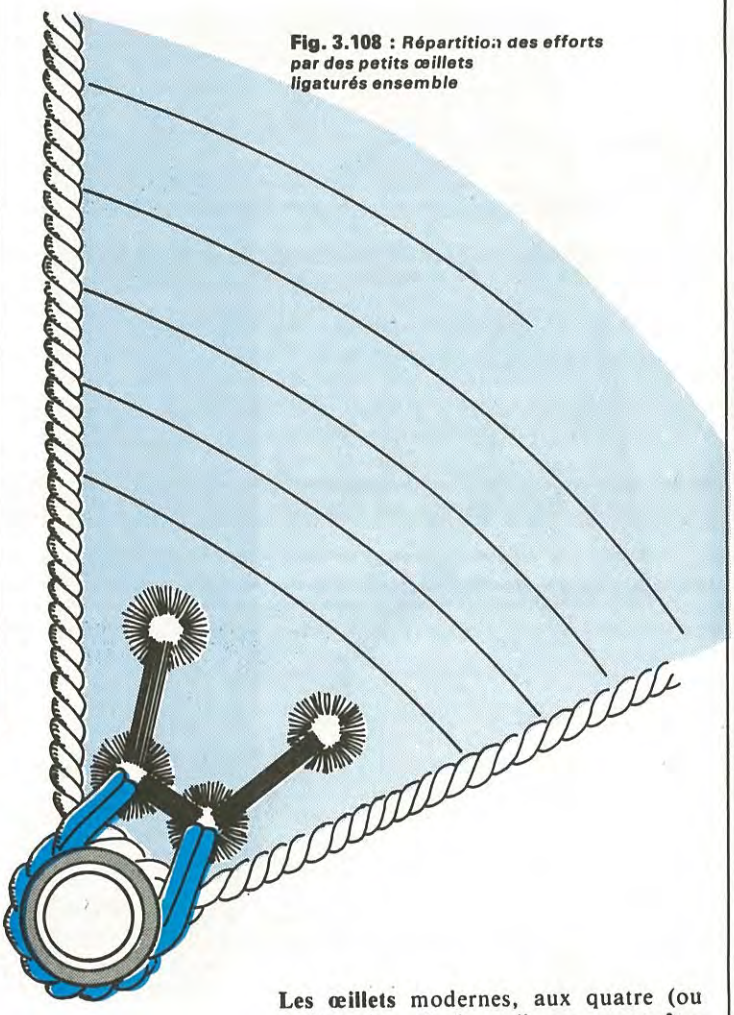


Fig. 3.108 : Répartition des efforts par des petits œillets ligaturés ensemble

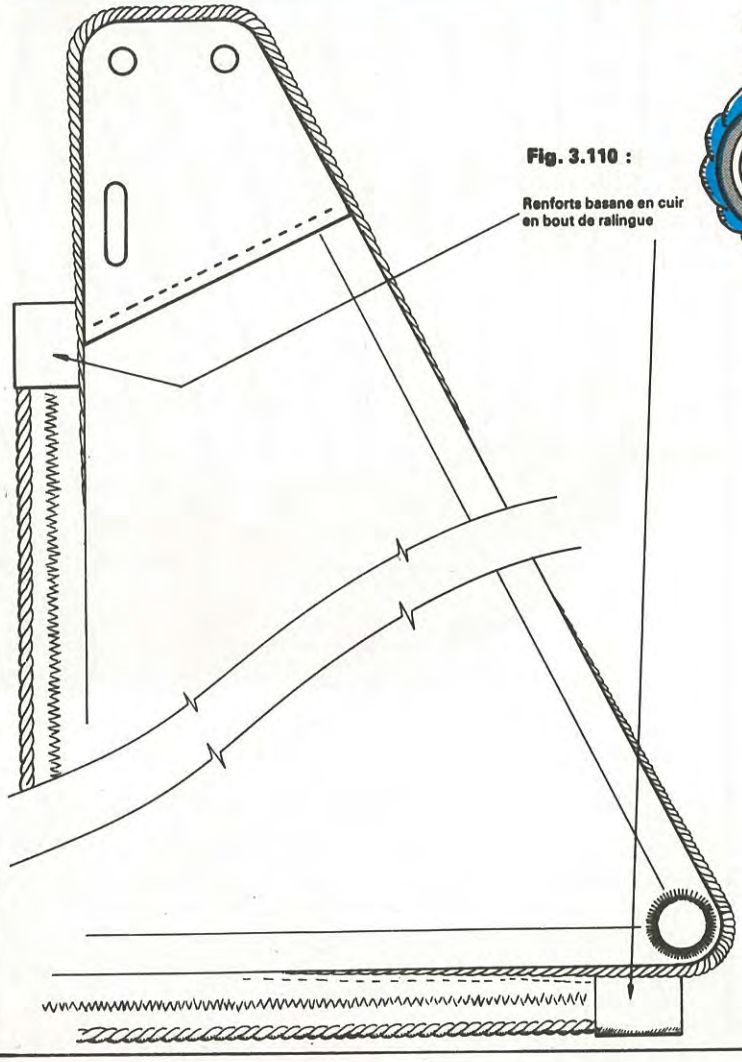


Fig. 3.110 :

Renforts basane en cuir en bout de ralingue

Les œillets modernes, aux quatre (ou trois !) points de la voile pourront être remplacés par des œillets à cosse sur bague *(fig. 3.107)*, montés et cousus comme nous l'avons vu dans le chapitre 3.

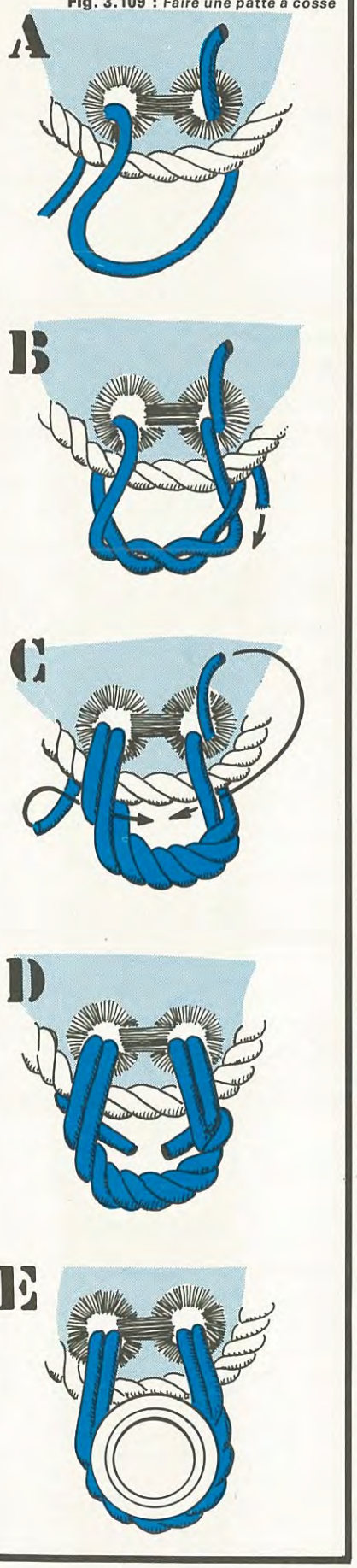
Notamment au point d'écoute des grand-voiles, l'œillet est souvent monté sur **une patte à cosse**, extérieure à la voile, dont les efforts sont repris par deux (ou plus) petits œillets placés derrière dans le renfort... *(fig. 3.108)*.

On utilise, pour réaliser cette patte, le toron d'un bout de cordage que l'on décommet, pour le recommettre ensuite sur lui-même, un peu comme lorsque l'on veut faire une itaque... **Ce bout de toron doit avoir une longueur égale à une quinzaine de fois le diamètre de la cosse à poser.**

On commence par enfiler le brin dans l'un des petits œillets (mettons, par exemple, le droit), et l'on entre ensuite, en sens inverse, dans celui de gauche (ressortant donc par-dessous) (A). La première passe (ou le premier tour de ce qui va constituer la patte de la cosse) est donc ainsi faite...

Pour faire la deuxième passe, de gauche à droite, on enroule le toron sur lui-même, en le faisant se croiser au moins trois fois avant de rentrer à nouveau dans l'œillet, dans le sens opposé à celui du bout précédent (B).

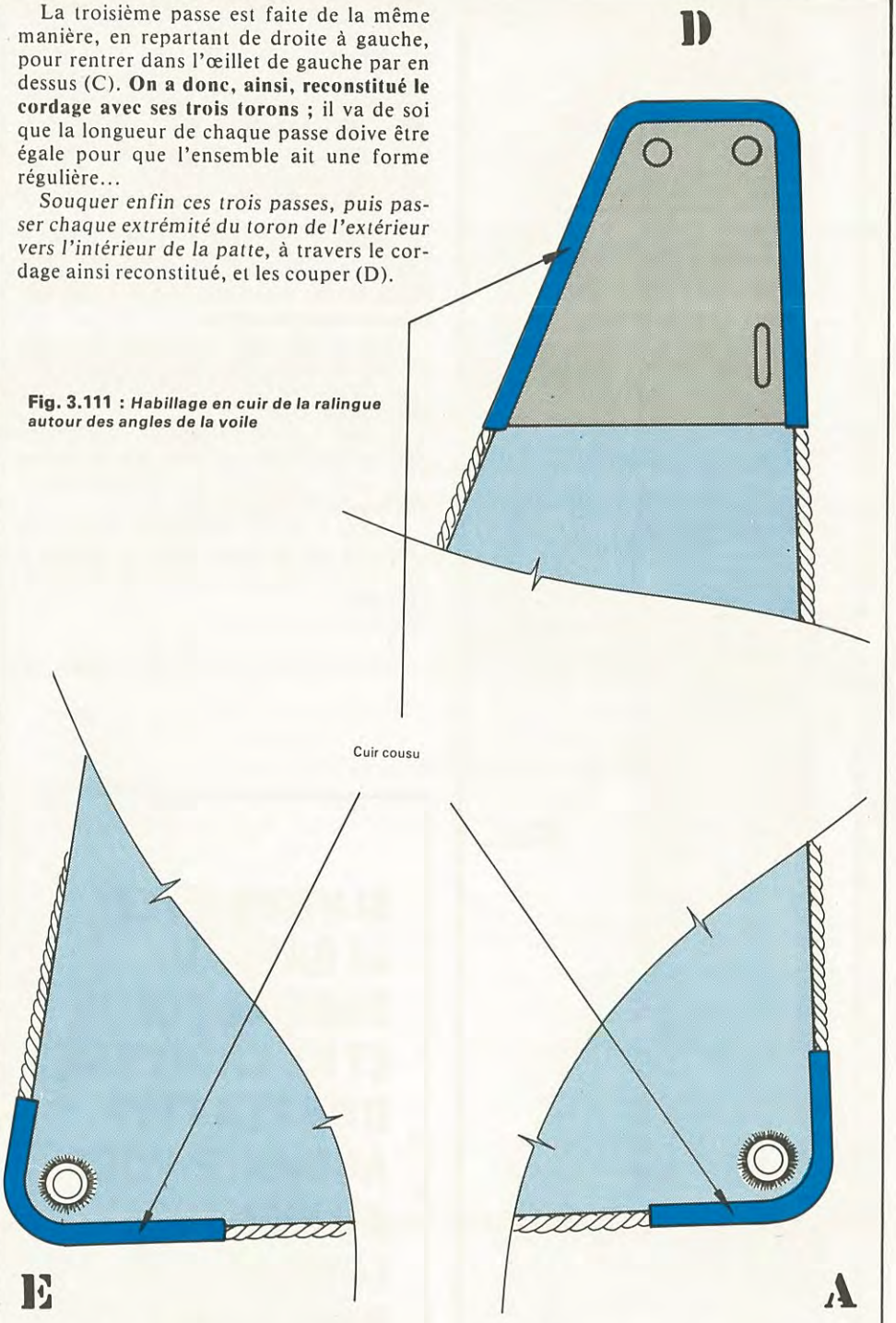
Fig. 3.109 : *Faire une patte à cosse*



La troisième passe est faite de la même manière, en repartant de droite à gauche, pour rentrer dans l'œillet de gauche par en dessus (C). **On a donc, ainsi, reconstitué le cordage avec ses trois torons ;** il va de soi que la longueur de chaque passe doive être égale pour que l'ensemble ait une forme régulière...

Souquer enfin ces trois passes, puis passer chaque extrémité du toron de l'extérieur vers l'intérieur de la patte, à travers le cordage ainsi reconstitué, et les couper (D).

Fig. 3.111 : *Habillage en cuir de la ralingue autour des angles de la voile*



A l'aide d'un épissoir rond en bois, il reste alors à élargir et arrondir progressivement l'intérieur de la patte jusqu'à en arriver au diamètre permettant de poser la cosse de l'œillet (E)...

La patte à cosse répartit donc les efforts dans l'angle de la voile, un peu dans le même esprit que le triangle (ou demi-anneau) inox moderne monté sur sangles, les petits œillets, ligaturés entre eux, reprenant les tensions pour les répartir sur le renfort *(fig. 3.109)*. Cette répartition est certes plus homogène avec l'anneau et ses sangles cousues, mais l'esthétique n'est pas la même, la patte à cosse ajoutant sa touche de finition à la main sur la voile...

Le cuir entre également pour une bonne part dans les finitions d'une voile traditionnelle, pour tout ce qui est fourrage et protection contre le ragage...

Ainsi, **en bout de ralingue,** *un petit renfort basane, plat, cousu sur son extrémité (fig. 3.110)* permet d'engager cette dernière facilement dans la gorge de l'espar, sans craindre pour l'usure de ses coutures...

Sur les voiles à coulisseaux, il n'est pas rare non plus d'habiller la fausse ralingue faisant le tour de l'œillet, d'une bande de cuir souple cousue *(fig. 3.111)*.

Il en est ainsi pour **tous les points de ragage,** comme l'intérieur des coulisseaux contre le bord de la voile ; à la pose de

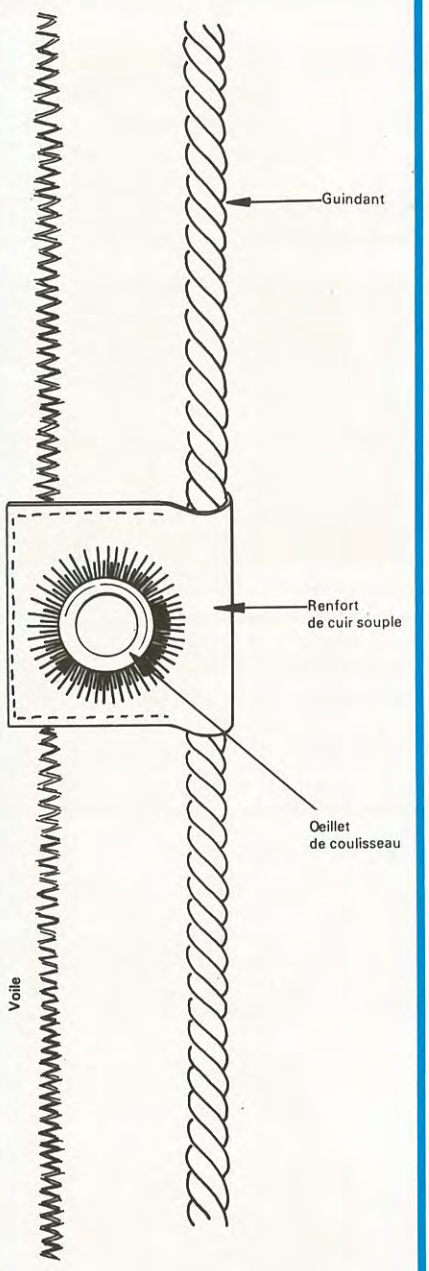


Fig. 3.112

l'œillet, on coud un petit morceau de cuir de part et d'autre, à cheval sur la voile... *(fig. 3.112)*.

Le cuir est, en effet, certainement ce qui résiste le mieux dans ce type de conditions, aux divers frottements ; protégeant ainsi le tissu ou le cordage qu'il recouvre, il constitue donc des pièces d'usure, que l'on ne change, toutefois, pas si souvent !... On le choisira tant que possible bien tanné et traité, souple ; le plus souvent, quelques chutes de cordonnier ou autre fabricant de sandales font très bien l'affaire (il ne faut pas qu'il soit trop épais).

Voici, à peu près, tout ce que l'on peut dire sur la façon dont on peut traiter une voile destinée à un gréement à l'ancienne, par rapport à une voile moderne proprement dite, tout en lui gardant des conceptions et matériaux de base actuels qui ne font qu'en améliorer les performances et l'agrément d'utilisation...

Il reste à choisir maintenant le type de gréement en question, selon le bateau et son style de navigation, et l'organisation de ses voiles...

SI VOUS AVEZ LE BATEAU DANS LE CŒUR ET LA CROISIÈRE DANS LA TÊTE ABONNEZ-VOUS AU MENSUEL LOISIRS NAUTIQUES VOIR BON DE COMMANDE 1985 FIN DE NUMÉRO OU DEMANDEZ LES TARIFS ACTUALISÉS