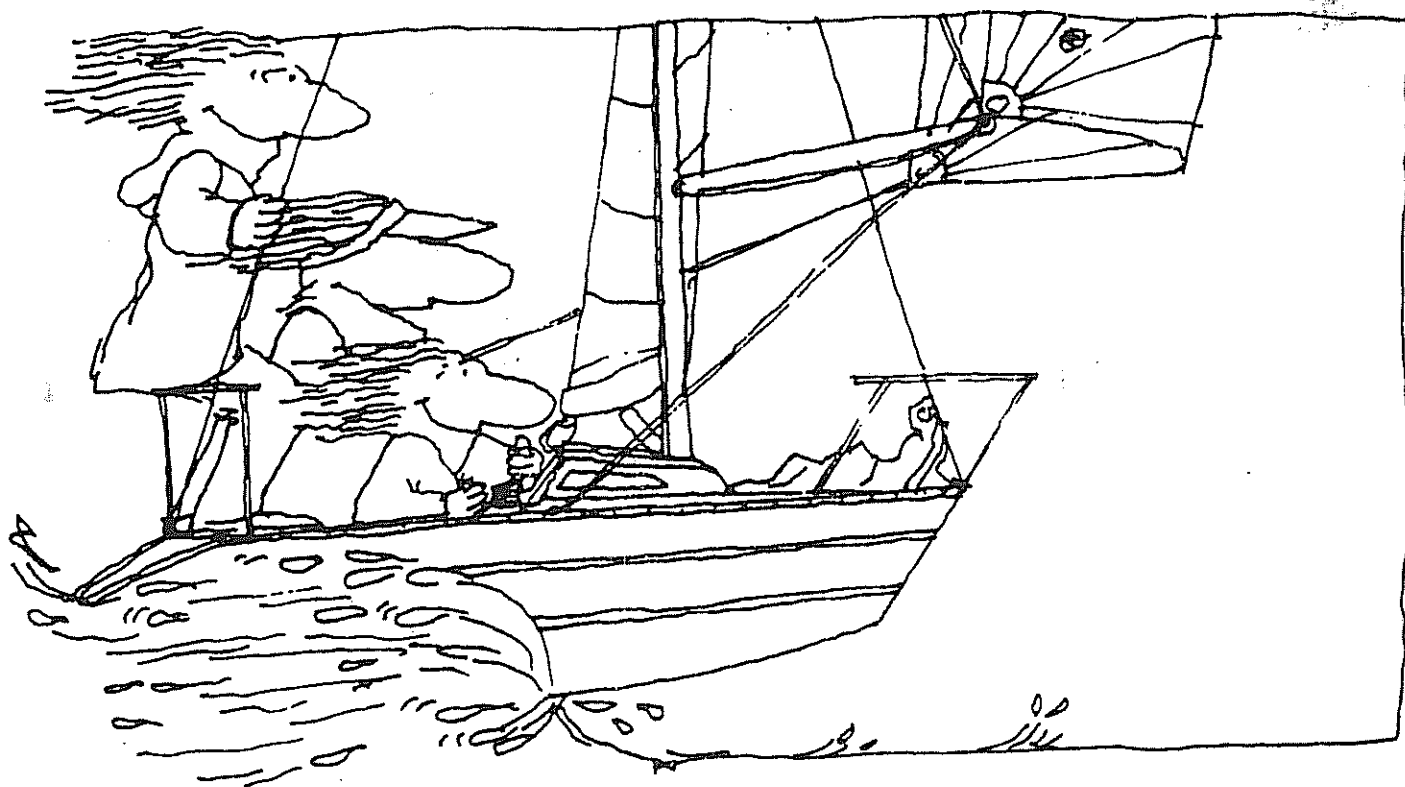


# Le Cours Intensif North U.

Un guide de la voilerie NORTH pour le réglage des voiles, du gréement et l'organisation d'un équipage.





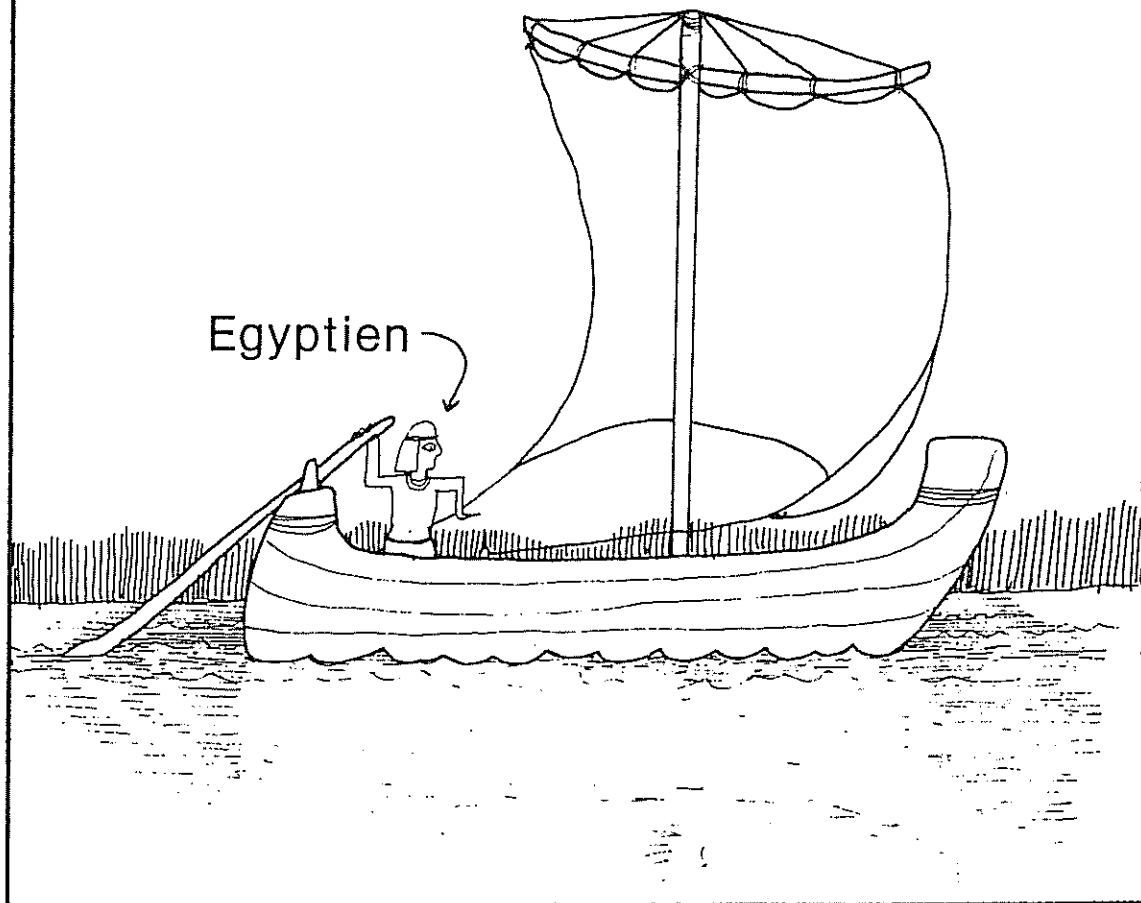
## NOTE AU LECTEUR

Des séparateurs ont été ajoutés pour faciliter la consultation du Cours Intensif North U.  
Nous vous indiquons où les placer.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Principes de base             | 1 - 22    |
| Le Réglage du génois          | 23 - 40   |
| Réglage du mât                | 41 - 58   |
| Réglage de la grand-voile     | 59 - 78   |
| La mécanique des fluides      | 79 - 98   |
| La Préparation                | 99 - 116  |
| Le Réglage du spinnaker       | 117 - 130 |
| Equipage                      | 131 - 142 |
| Trinquettes et bloopers       | 143 - 154 |
| Angle d'empannage             | 155 - 164 |
| Vent arrière par grands vents | 165 - 170 |
| Annexe                        | 171 - 203 |

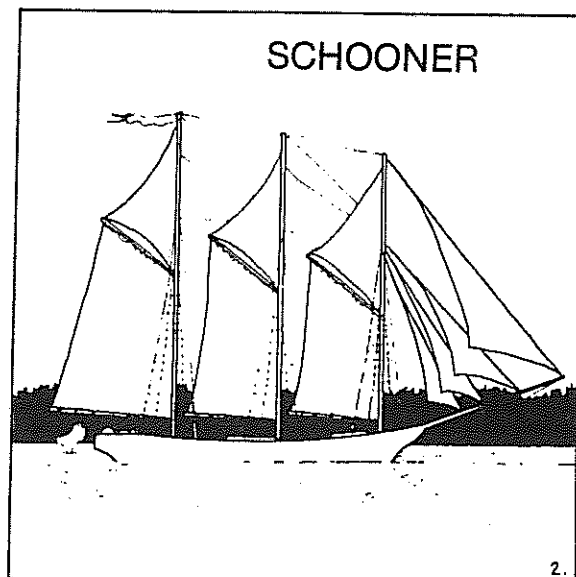
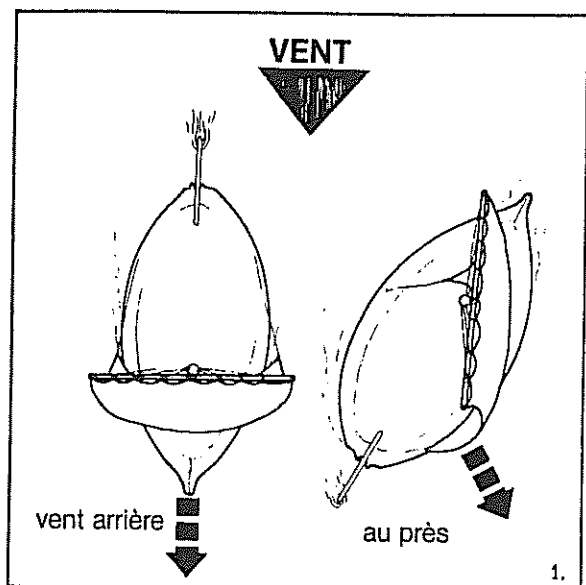


## bateau de roseau égyptien



## PRINCIPES DE BASE

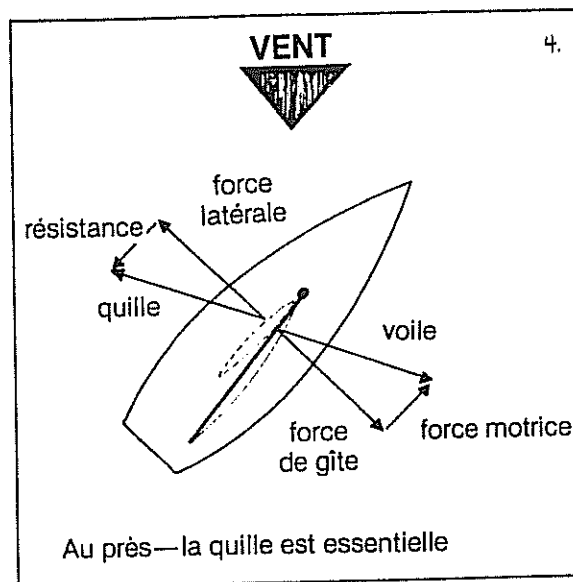
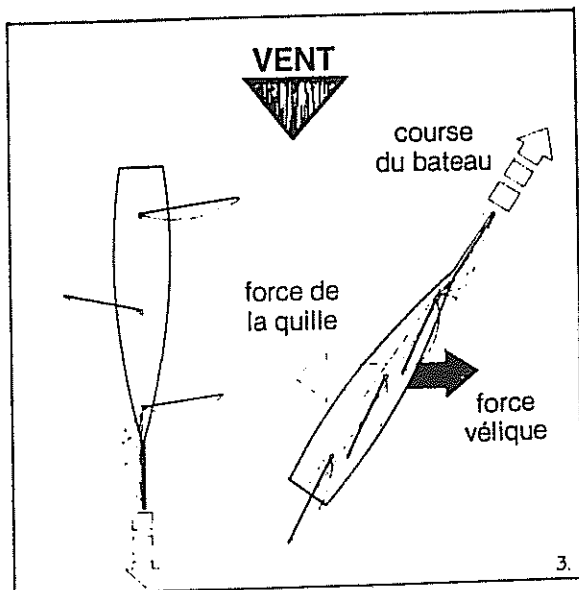
La voile a beaucoup évolué depuis 3300 avant J-C, du temps où les Egyptiens remontaient le Nil sur des bateaux de roseau. 5285 années après, les navigateurs réussirent à remonter au vent, à traverser les océans et à faire le tour du monde en solitaire. Ces exploits accomplis, le cours intensif de North



U. a été crée pour vous informer des nouvelles techniques de la voile, du réglage des voiles (comment régler votre génois no 1 en 3, 4 onces par vents très légers et dans le clapot), de la façon de baisser un spinnaker sans l'emmêler dans les cordages ou encore comment régler les galhaubans. Ce chapitre d'introduction passera en revue les cinq premiers millénaires de la voile afin que, par la suite, nous soyons tous au même niveau. Pour plusieurs d'entre vous, un rapide coup d'oeil à ces premières pages suffira comme préparation avant de vous présenter à 8:30 le samedi matin de votre cours intensif. Pour les autres, quelques concepts des principes de base susciteront curiosité, surprise ou même consternation. Ne désespérez pas. La première heure sera consacrée à la révision de ces pages afin de s'assurer que tout est bien compris. N'oubliez pas d'apporter le livre avec vous. Les textes sont assez espacés pour vous permettre de prendre des notes.

### LE LIVRE

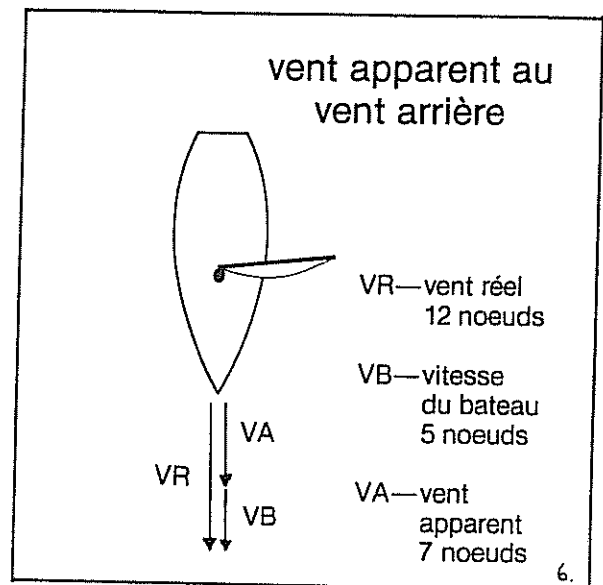
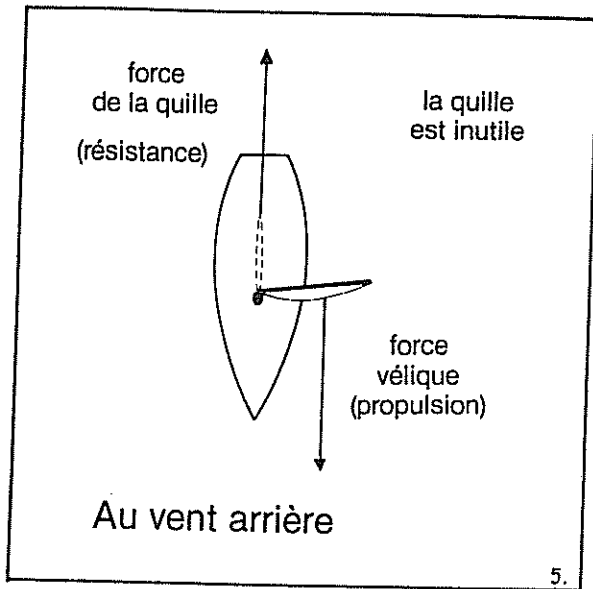
Ce livre est la nouvelle édition du FAST COURSE BOOK. Le format ainsi que le contenu ont été améliorés. Vous n'aurez pas le temps de lire chaque chapitre avant qu'il ne vous soit présenté et c'est exactement notre intention. Ecoutez, participez, prenez des notes et posez des questions. Les textes vous aideront à vous rafraîchir la mémoire lorsque vous reviserez vos notes cet été.



### NAVIGUER AU PRÈS

Qu'est ce qui fait la différence entre les premiers bateaux égyptiens en papyrus et les schooners de pêche de la Nouvelle-Angleterre ou de la Nouvelle-Ecosse? (voir les figures 1, 2, et 3). Les bateaux égyptiens ne pouvaient remonter dans le vent et les schooners, eux, le peuvent. Dans les deux cas, les voiles produisent une force perpendiculaire aux angles de la corde des voiles mais seul le schooner a une quille pour contrebalancer la composante de dérive tout en bénéficiant de la force propulsive. En fait, la compétition à voile a sérieusement évolué à partir de la création de quilles efficaces. Auparavant, l'expression "Au lof, hop, hop, hop!" était une fausse menace et le règlement 42.4 était probablement inutile.

La loi de Newton, qui veut que pour toute action il doit y avoir une réaction égale dans le sens opposé, explique bien l'importance de la quille pour naviguer au près. A la figure 4, nous avons décomposé les forces de la voile contre la quille. Le diagramme vectoriel montre l'équilibre qui doit être obtenu pour l'allure du près. La longueur des flèches étant proportionnelle à la force dans la direction pointée, nous observons que la plus grande partie de l'énergie est utilisée pour contrecarrer les forces obliques. Seulement une petite partie du vent est convertie en force avant ou propulsive. Cette force est donc facile à neutraliser avec la traînée ou la résistance.

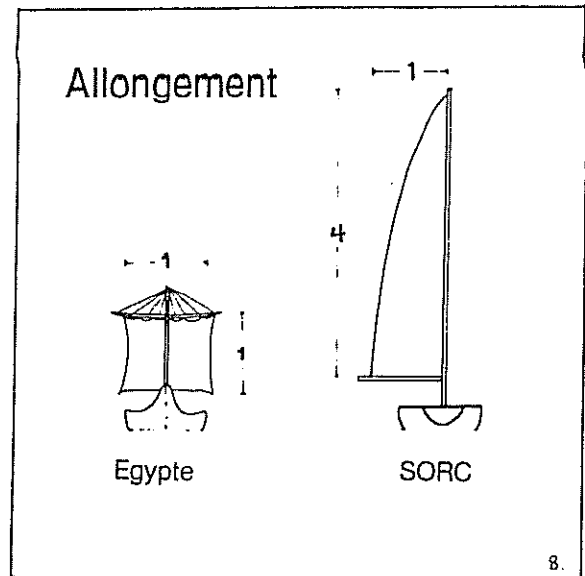
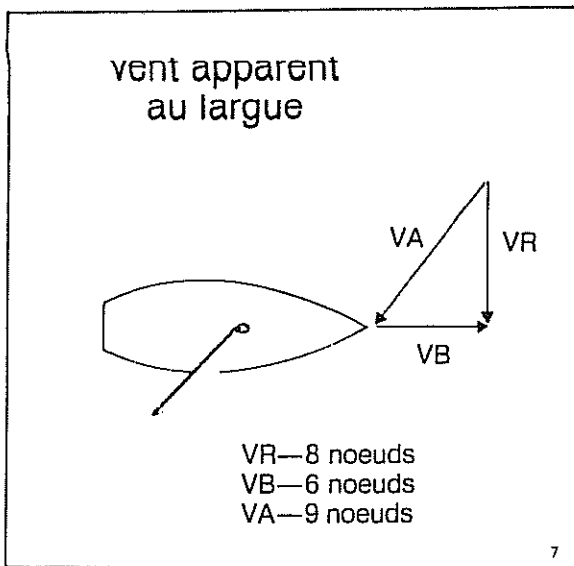


### LE VENT APPARENT

L'allure par vent arrière n'a pas beaucoup changé depuis les Egyptiens (fig. 5). Avec un vent réel de 8 noeuds (soit la vitesse mesurée par un anémomètre fixe), un bateau de roseau au vent arrière ne peut dépasser la barrière des 8 noeuds et un bateau à déplace-

ment ultra-léger, même s'il porte son spinnaker le plus grand et un blooper, ne peut lui non plus franchir cette barrière. Pourquoi? Tout simplement parce que plus la vitesse de votre bateau augmente, plus la vitesse du vent que vous sentez (le vent apparent) diminue (fig. 6). Si vous pouviez atteindre une vitesse de 8 noeuds au vent arrière avec 8 noeuds de vent, le vent apparent résultant serait nul et vos voiles seraient dégonflées. Ce qui est impossible!





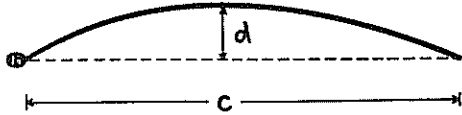
Suite à ces observations, pouvez-vous comprendre le caractère farfelu du dessin de la page couverture? L'allure du vent arrière était peut-être lente mais c'est la seule que les Egyptiens connaissaient. Après tout, ils ne connaissaient pas le principe de la quille et ne pouvaient concevoir une autre allure que celle du vent arrière. A cette allure, la force de la voile les poussait dans la direction voulue et une quille aurait été plus encombrante qu'utile.

Le largue est l'allure la plus rapide car c'est le compromis idéal entre la force propulsive, celle de dérive, l'efficacité aérodynamique et la force du vent apparent. A la

figure 7, notez que le vent apparent au largue est plus fort et plus à l'avant que le vent réel. Cette tendance s'accroît avec la vitesse du bateau jusqu'au moment où la vitesse du bateau est supérieure au vent réel. C'est au largue que le record de vitesse est constamment dépassé; actuellement, c'est le CROSSBOW II qui le détient après avoir atteint 33,8 noeuds au largue. Sur la glace, la résistance est tellement réduite que des voiliers à patins ont franchi la barrière des 100 milles à l'heure.

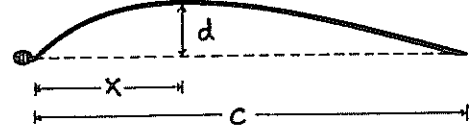
Sur les voiliers d'une certaine longueur, la force du vent apparent peut être directement mesurée avec un anémomètre posé en tête de mât. Il est donc facile de mesurer la vitesse du vent apparent au près serré. Mais, sur les dériveurs sans anémomètre, les navigateurs doivent se fier surtout au vent réel.

### creux de la voile



$$\frac{d}{c} = \frac{\text{localisation du creux}}{\text{longueur de corde}} = \text{creux (\%)}$$

9.



$$\frac{x}{c} = \frac{\text{longueur du creux arrière}}{\text{longueur de corde}} = \text{localisation du creux (\%)}$$

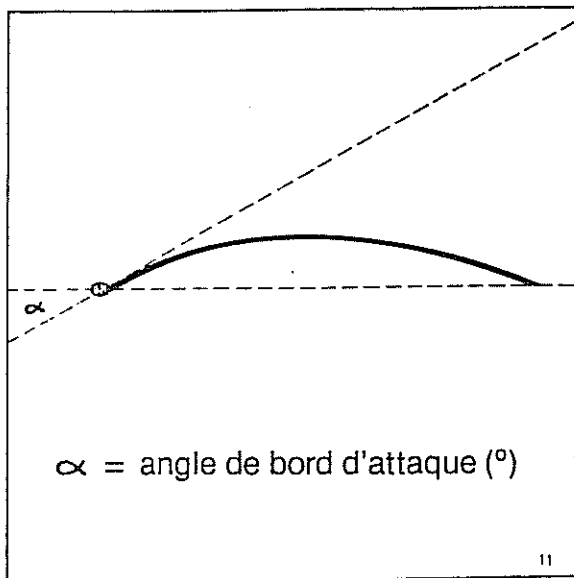
10.

## LA VOILE

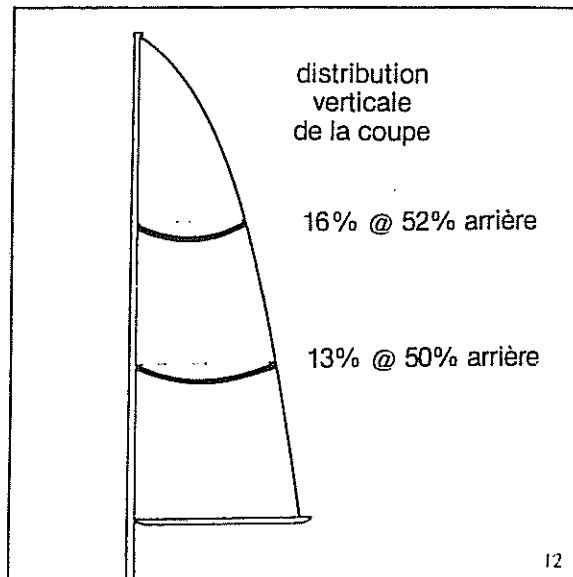
Comment décrire une voile? Il faut d'abord en examiner l'aspect (soit la hauteur par rapport à la largeur). L'équation vulgarisée (et non scientifique) pour mesurer l'allongement est la division de la longueur par la largeur. Depuis des milliers d'années, les voiles ont tendance à être construites avec un plus grand allongement (fig. 8) ce qui permet de meilleures performances au près. Dans le passé, les voiles plus allongées ont été limitées par les techniques de construction des mâts mais à mesure que ces techniques deviennent plus perfectionnées la limite devient celle de l'allongement idéal et un plus grand allongement n'améliore pas nécessairement la performance du bateau.

Deuxièmement, la forme d'une voile est décrite en mesurant sa profondeur, le rapport du creux avec la longueur de la corde, qui constitue la distance comprise entre le guindant et la chute (fig. 9).

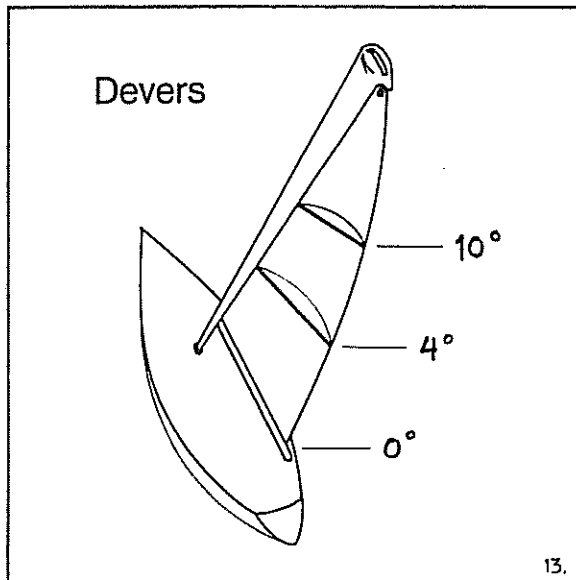
Troisièmement, nous situons le creux (le point où le creux est le plus profond) (fig. 10). Ce point est exprimé comme le pourcentage de la longueur vers l'arrière du guindant le long de la corde.



Quatrièmement, nous mesurons l'angle que la tangente de la courbe du guindant fait avec la corde. On obtiendra ainsi l'angle du bord d'attaque (fig. 11). Plus l'angle est grand, plus l'entrée est ronde. Un angle de bord d'attaque plus petit signifie que la voile a une entrée fine.

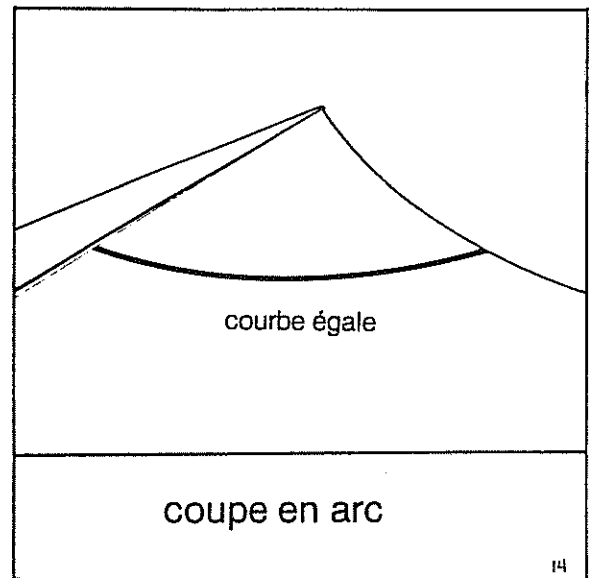


Cinquièmement, nous observons la distribution de coupe verticale (les changements dans la forme de la voile à différentes hauteurs le long du guindant et particulièrement les changements de position du creux dans la voile) (fig. 12). La meilleure distribution fait qu'il y a plus de creux près de la tête que qu'à la bordure.



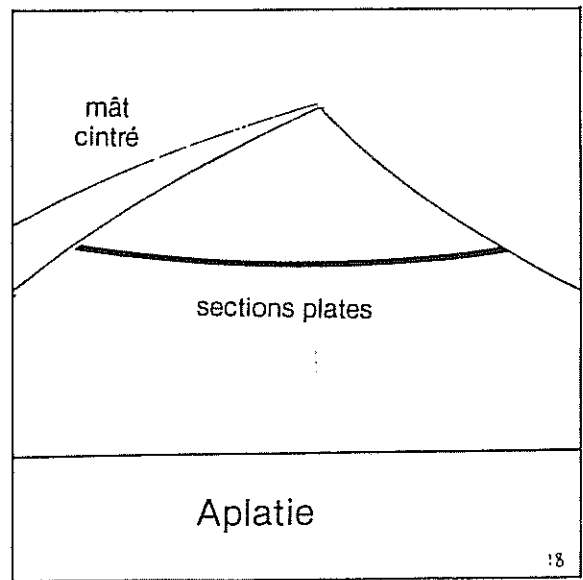
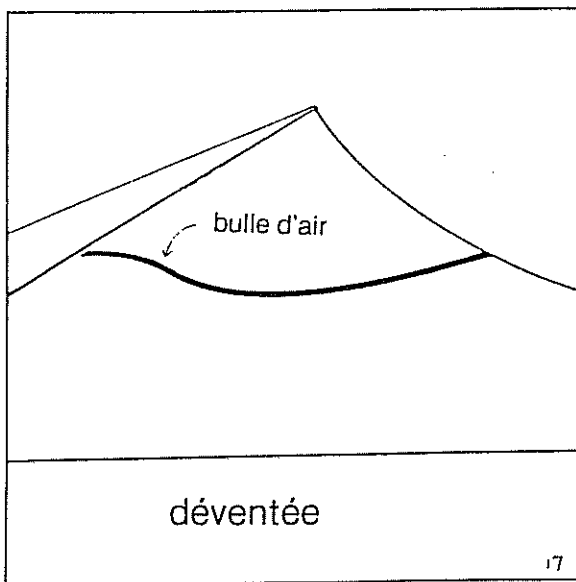
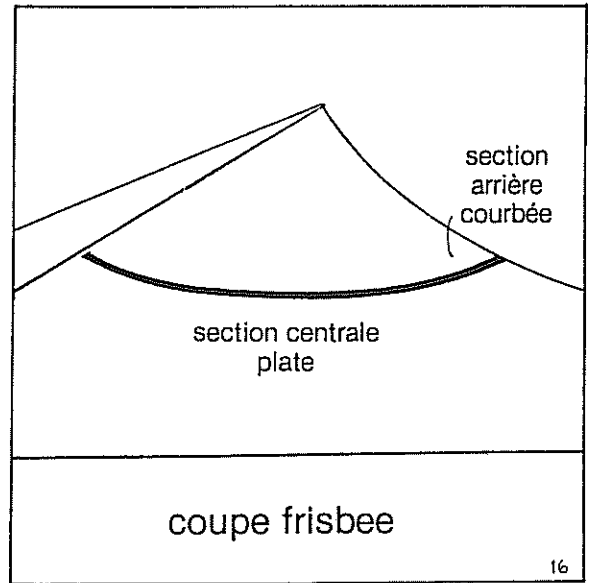
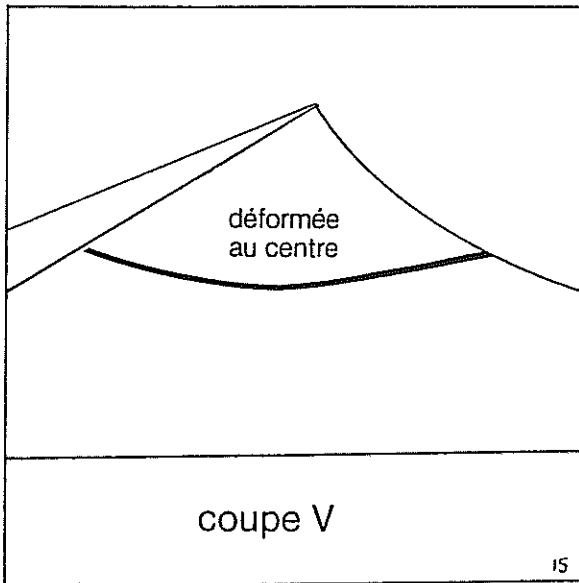
La dernière mesure numérique de la coupe de la voile que nous pouvons observer est le devers (soit le changement de chaque angle de corde par rapport à l'axe du bateau à différentes hauteurs) (fig. 13).

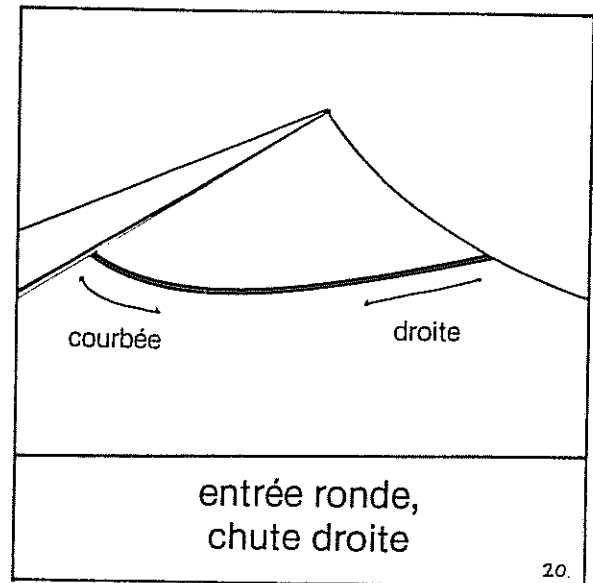
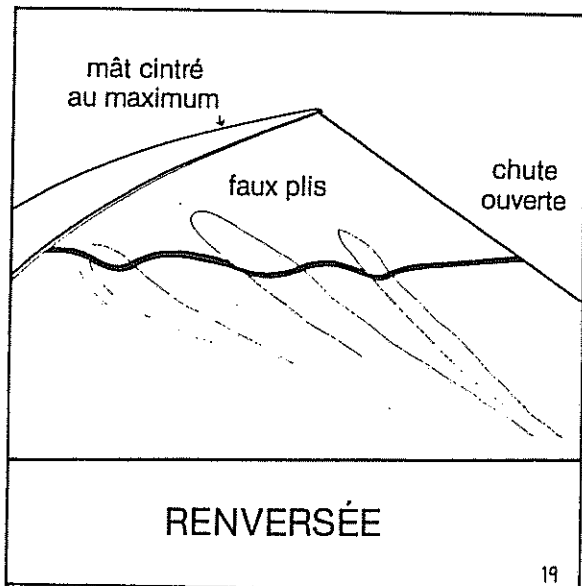
Après avoir quantifié tous les aspects de la voile, nous devons l'évaluer qualitativement. Certaines descriptions de coupe sont très explicites. Elles réussissent à décrire l'allure d'une voile mieux que tout autre mesure. Les figures 14 à 20 représentent les



descriptions de voile les plus connues. Pour observer la coupe, il suffit de se placer au milieu de la bordure de la grand-voile et de regarder vers le haut de la voile.

Les termes utilisés pour mesurer la coupe sont aussi utilisés pour décrire une quille et un gouvernail. Dans le monde de la compétition à voile, la quille est aussi importante que la voile. La qualité d'une quille rapide réside du fait qu'elle n'a pas besoin d'être ajustée. Une quille rapide est d'une importance extrême.





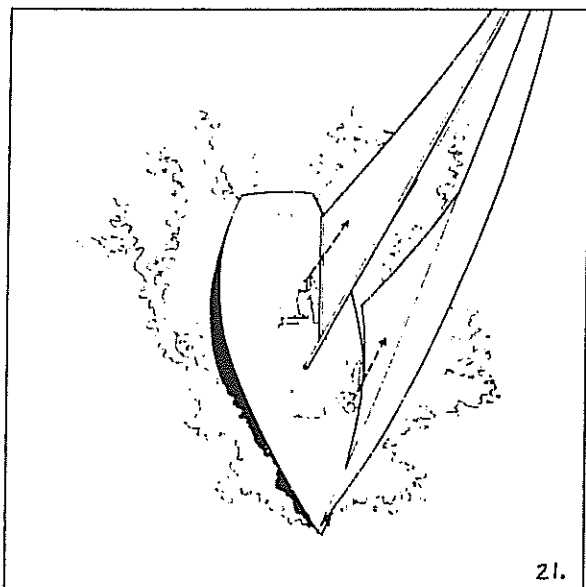
### LA COUPE DE LA VOILE

Quantifier une coupe de voile, ce qui était auparavant réservé aux chercheurs scientifiques, est devenu une pratique courante chez la plupart des fabricants de voile. Les fabricants de voile ont commencé à mesurer les coupes de voile peu après que la technologie de fabrication de tissu ait été assez développée pour leur permettre de dessiner des coupes à leur gré. Avec la création du Polyester (Dacron) à étirage réduit dans les années 50, l'industrie de fabrication de voile a beaucoup évolué. Par la suite, tous se sont efforcés de dessiner la meilleure coupe de voile en utilisant des caméras stéréoscopiques et autres outils de mesure. Aujourd'hui, la méthode la plus pratique est

de photographier la voile en se plaçant à la bordure avec des lentilles à grands angles (des lentilles 35 mm pour une caméra 35 mm). Les mesures peuvent être prises directement sur les photos et ces mêmes photos peuvent être conservées dans un dossier.

La photographie n'est cependant pas la solution parfaite puisque les photos ne sont pas disponibles au moment même où elles sont prises. Des caméras instantanées ont été mises à l'essai mais les photos obtenues étaient trop petites. De plus, la voile photographiée représentait la voile à un moment précis et ne pouvait donc pas saisir les changements subtils de la coupe lorsque le gréement travaillait et que la voile respirait.

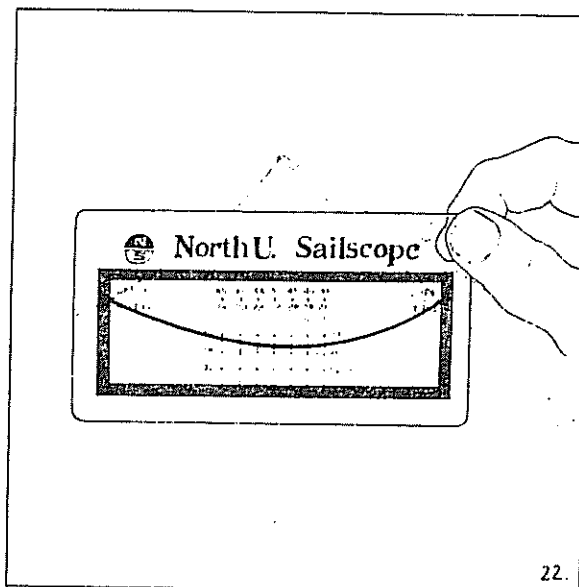
Pour ce cours intensif, nous avons conçu une carte de visionnement spéciale, le "Sailscope", qui remplace en quelque sorte la caméra et dont l'avantage est de donner un résultat immédiat. C'est donc un très bon outil de travail car il vous permet de voir la



coupe de la voile et d'éveiller votre acuité visuelle. Les figures 21 et 22 vous montrent comment utiliser le Sailscope. Sa grille de vision est dessinée pour permettre de déterminer facilement et avec précision le creux et la localisation de ce creux dans la voile.

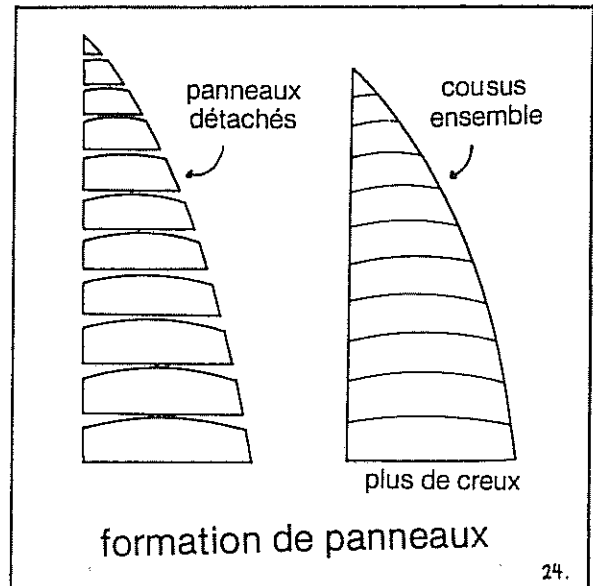
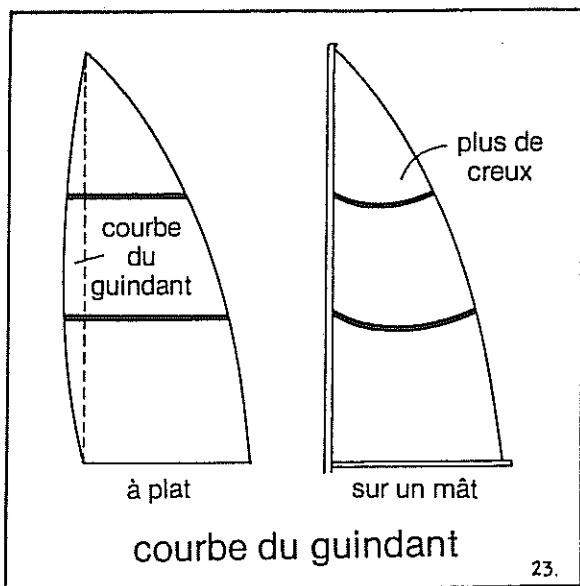
Pour utiliser le Sailscope, placez-vous directement sous le milieu du génois ou de la grand-voile, entre le point d'écoute et d'amure (fig. 21). A cet endroit précis, vous avez une vue exacte de la coupe de la voile (voir les figures 14 à 20). Localisez la ligne de creux ou la couture horizontale au milieu de la voile en plaçant le Sailscope à 8 ou 10 pouces de vos yeux. Eloignez et approchez le Sailscope jusqu'à ce que la bande de creux soit contenue en entier à l'intérieur du rectangle de visionnement (fig. 22). La ligne graduée "Chute/Guindant" est la corde de la bande de creux et la grille mesure le creux et la localisation du creux.

Pour mesurer le creux de la voile, délimitez la ligne horizontale de la grille qui forme une tangente avec la ligne de localisa-



tion du creux, délimitez la ligne verticale sur la grille qui coupe le même point sur la ligne de creux—soit 47% dans la figure 22. Notez que le Sailscope peut être utilisé des deux côtés et sur n'importe quelle bordée et que la position du creux est toujours mesurée comme le pourcentage de la corde arrière à partir du guindant. La géométrie du Sailscope est basée sur les mêmes principes que ceux énoncés aux figures 9 et 10. Il est important de voir que le Sailscope est précis seulement lorsque la ligne de creux s'ajuste aux coins du carré de visionnement (voir la figure 22).

La première fois que vous utiliserez le Sailscope dans de grands vents, vous verrez que la précision du Sailscope dépend de la stabilité avec laquelle vous tenez la carte. Cependant, avec un peu de pratique vous pourrez déterminer le creux à  $\pm 1\%$  et la localisation du creux à  $\pm 3\%$ —ce qui est assez précis pour votre apprentissage, mais pas assez pour dessiner une voile...



### LA FABRICATION DES VOILES

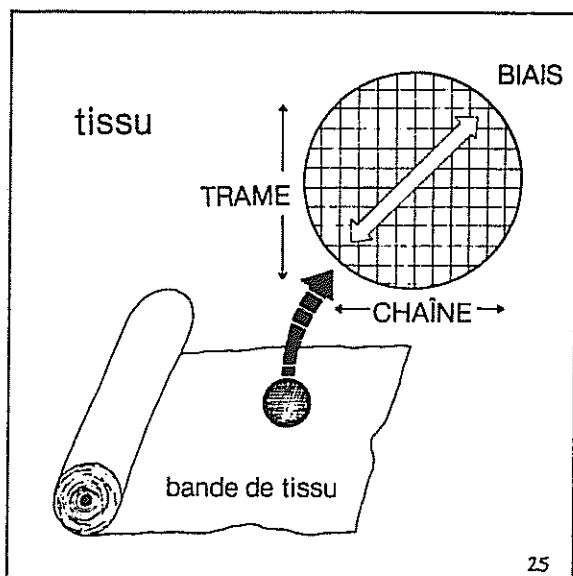
Il est bien certain que vous pouvez gagner une course même si vous ne savez pas construire des voiles, mais nous croyons qu'il est bon de se familiariser avec quelques principes de base de la fabrication de voiles. Lorsqu'ils confectionnent une voile, les fabricants de voiles peuvent contrôler trois variables: la courbure du guindant, la forme des panneaux et l'étirement du tissu.

Auparavant, seule la courbure du guindant pouvait donner du creux à la voile. En courbant le guindant de la voile afin de la placer sur un espar droit, le fabricant de voiles impose une forme à la voile. La profondeur de la courbe détermine le creux (fig. 23). Malheureusement, l'excédent de tissu ayant tendance à s'empiler derrière le mât, le creux se déplace vers l'avant et l'entrée est plus courbée. D'ailleurs, une voile construite selon cette méthode est plate lorsque étalée sur une surface plane—elle n'a pas de forme. Le vent doit déplacer l'excédent du

tissu le long du guindant pour pouvoir obtenir une courbure relativement efficace. De nos jours, cette méthode est inacceptable et les fabricants de voile donnent une forme aux panneaux pour obtenir une voile avec une forme qui soit bien répartie sur toute la voile.

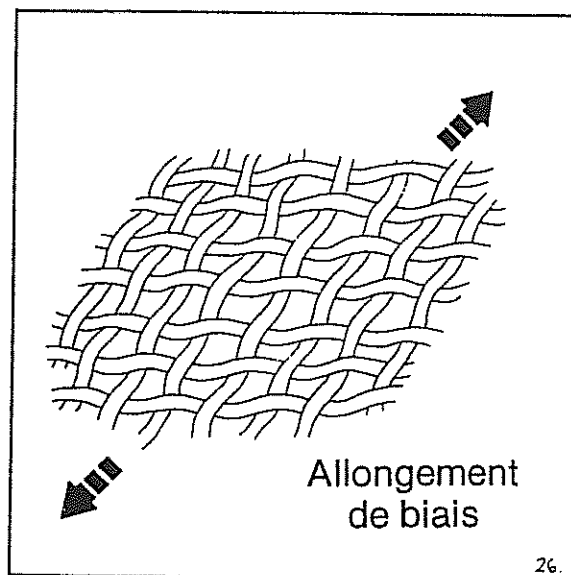
La formation de panneaux est la méthode utilisée pour courber le bord des panneaux avant de les coudre ensemble (fig. 24). Une voile confectionnée selon cette méthode ne sera pas plate lorsque étalée sur une surface plane. La voile aura une forme constante peu importe si elle est hissée ou non sur le mât. Même par vent léger, la voile a une forme précise. Par contre, cette méthode est très exigeante. De légers changements dans la courbure de la voile provoquent de grandes modifications dans le résultat final. Une bonne formation de panneaux est possible si les méthodes de production et les tissus sont de qualité.





L'étirement du tissu joue un rôle important (malheureusement souvent négatif) dans la coupe des voiles. Un tissu extensible produira des voiles qui seront performantes par un vent de 8 noeuds mais complètement déformées dans 12 noeuds de vent. Les fabricants de voiles tentent d'éliminer l'étirement sans toutefois altérer le tissu. Confectionner une voile qui ne s'étirera pas est beaucoup plus facile que confectionner une voile légère avec peu d'étirement.

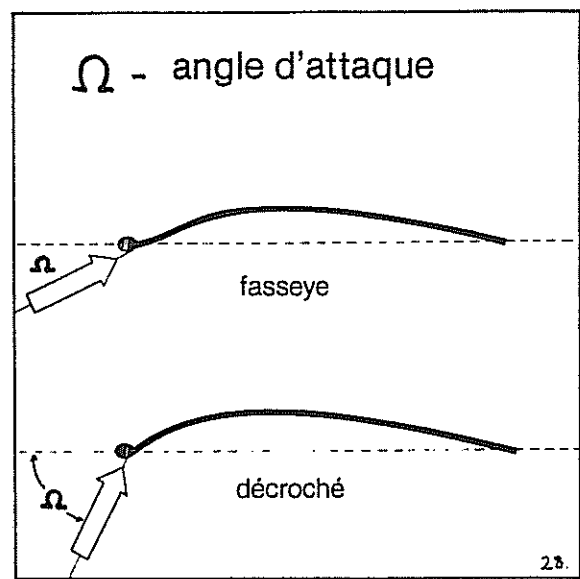
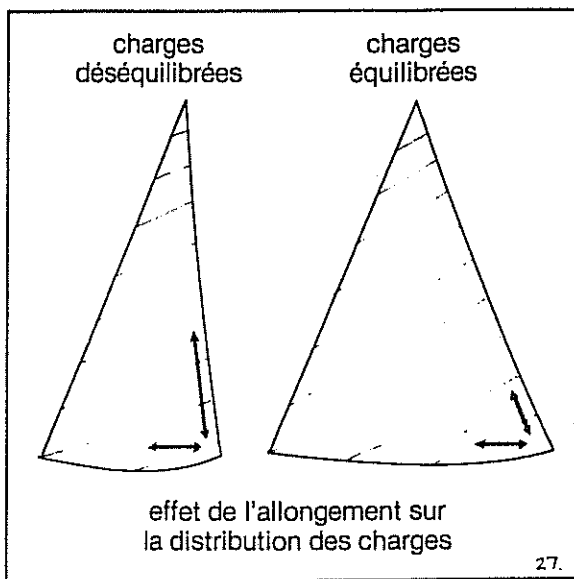
Le tissu s'étire dans deux directions: dans le sens de la chaîne et de la trame (fig. 25) L'élasticité de la chaîne et de la trame est en majorité déterminée par la grosseur des fils.



L'allongement de biais (l'étirement à un angle de 45 degrés par rapport aux fils) est dû à un changement du tissage qui au lieu d'avoir la forme d'un rectangle à plutôt celle d'un parallélogramme (fig. 26). Le caractère (ou la solidité) du tissu combat cette tendance en immobilisant les angles des fils.

Un tissu souple et avec une chaîne relativement lâche s'allonge dans le sens du biais. Avec la solidité accrue du tissage et les nouveaux procédés de finition, l'allongement de biais est de beaucoup réduit.

Ces propriétés du tissu permettent une disposition plus efficace des panneaux. Par exemple, les panneaux de la grand-voile sont placés à angle droit avec la chute et peuvent ainsi neutraliser les lourdes charges de la chute grâce à la force des fils de la trame. Les panneaux, placés en biais par rapport au mât, rendent le guindant plus sensible à la tension du cunningham.



La capacité de la chaîne à combattre l'étirement peut être modifiée en changeant l'épaisseur des fils. Les dessinateurs utilisent des ratios différents pour s'ajuster aux différentes conditions de charge.

En choisissant un tissu idéal et en équilibrant la courbe du guindant et la forme des panneaux, les fabricants de voile tentent de confectionner une voile facile à régler selon les différentes conditions. S'ils ne réussissent pas à obtenir ce résultat, il n'y a pas vraiment de possibilité d'obtenir une bonne voile. Par contre, s'ils réussissent, la voile se réglera presque toute seule.

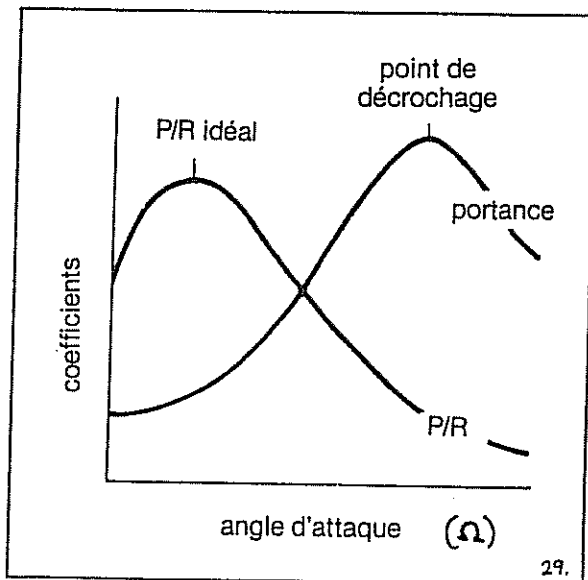
### LES PARTICULARITÉS DE PERFORMANCE DES DIFFÉRENTES COUPES.

L'idée de dessiner et de donner une forme à une voile paraît logique seulement si vous comprenez les particularités de perfor-

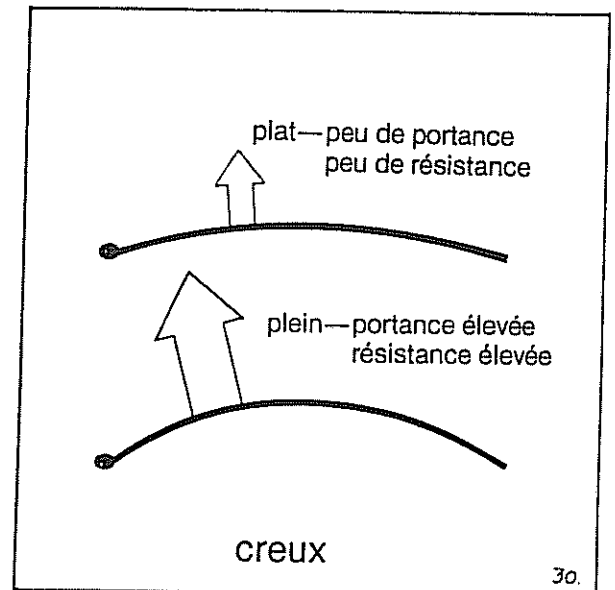
mance de chacune des coupes. La performance d'une voile est mesurée par la force propulsive et la résistance créées par la voile et par le rapport entre ces deux forces (P/R).

Le rapport P/R est le facteur le plus important pour performer au près. Améliorer votre force propulsive n'est pas suffisant pour augmenter votre vitesse. Au-delà d'un certain point, la résistance est plus forte que la force propulsive. Le bateau dérive plus, pointe moins et est plus lent. Seule une meilleure coupe de voile peut améliorer l'efficacité du P/R.

La force propulsive (la force créée par la voile) est toujours désirable, sauf dans de grands vents lorsque que le bateau est trop chargé. En réduisant la surface de la voile, la force propulsive et la résistance se trouvent automatiquement réduites.



29.



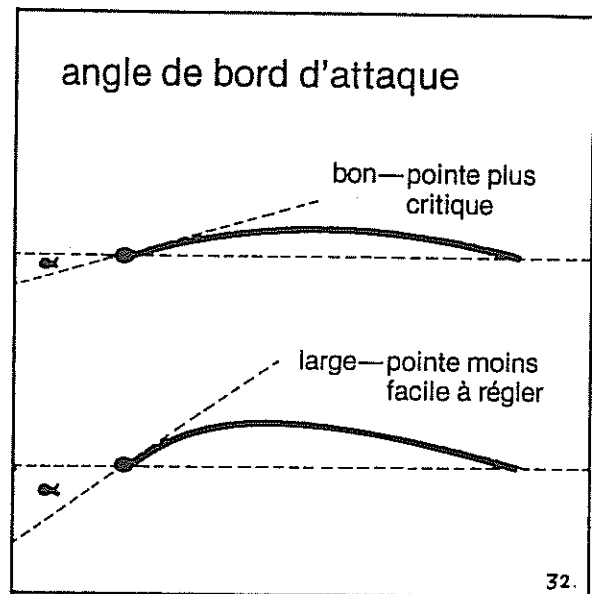
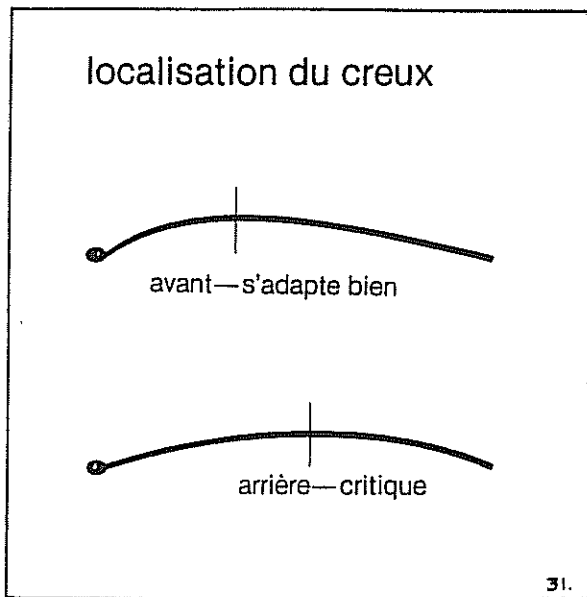
30.

La résistance est la traînée arrière du vent dans la voile. Au près serré, la résistance ralentit et diminue la capacité du bateau à pointer. Au vent arrière, la poussée de la résistance est dans le même sens que votre course. A cette allure, plus il y a de résistance, plus vous êtes rapide.

L'angle d'attaque est l'angle situé entre la voile et le vent (fig. 28). En augmentant l'angle d'attaque vous atteindrez un point où le vent ne peut plus se conformer à la surface de la voile. Il se produit alors une séparation du vent et la voile n'est plus performante. Quand le rapport de la force propulsive avec la résistance est au maximum, l'angle d'attaque d'un profilé est relativement éloigné de l'angle de décrochage (fig. 29). Cet angle est atteint lorsque la voile est à la limite de l'assèchement et que les penons sont bien réglés.

Voici maintenant comment chaque facteur de coupe affecte la performance d'un voilier:

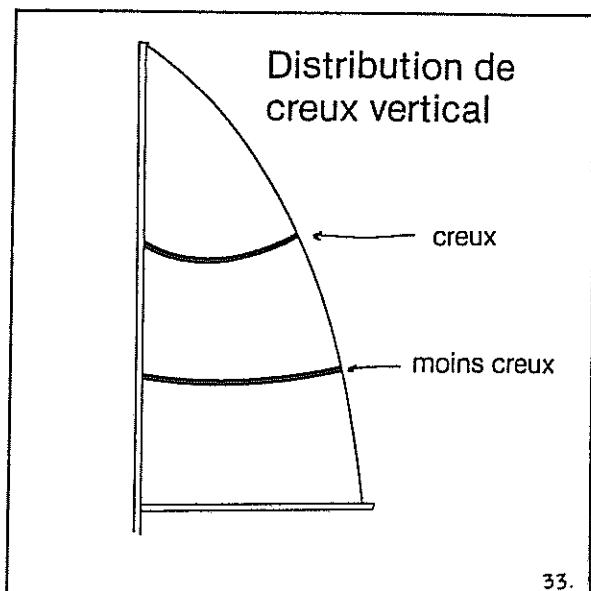
**Creux.** Une voile plus profonde produit plus de forces (force propulsive et résistance) qu'une voile plate (fig. 30). Pour une voile  $x$  et des conditions données  $y$ , il y a un creux qui produit le meilleur rapport force propulsive/résistance. Une voile trop plate produit une grande friction de surface, mais produit peu de force propulsive. Une voile trop arrondie produit plus de force propulsive mais elle est tellement volumineuse que sa résistance (causée par la coupe de la voile) est trop élevée et le P/R en est affecté. Lorsqu'un voilier est trop chargé, vous devez régler vos voiles pour avoir un P/R maximum. Cependant, dans les grands vents vous devriez border vos voiles car même si vous affectez le P/R vous avez tout de même assez de force propulsive.



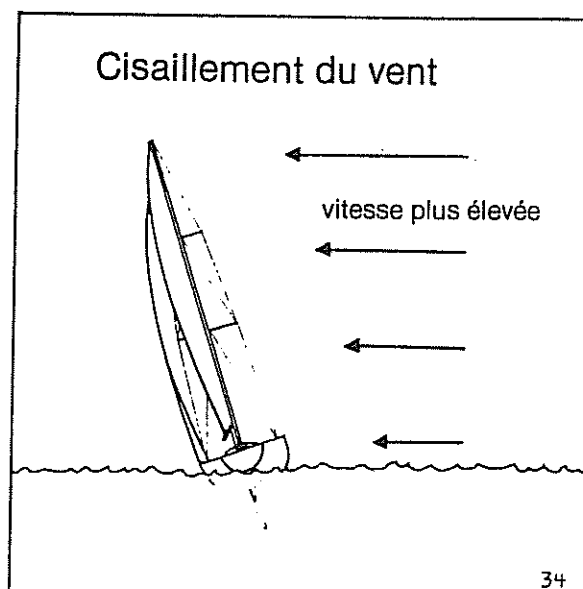
**Localisation du creux.** Les coupes dont le creux est situé vers l'arrière de la voile produisent un rapport P/R plus élevé à des angles d'attaque plus petits que les coupes dont le creux est situé à l'avant. De plus, la voile sera moins performante si elle n'est pas parfaitement réglée (fig. 31). En d'autres termes, les coupes dont le creux est placé à l'arrière sont plus performantes mais plus délicates à régler

- plus de vitesse mais plus de risques. Leur champs d'action est étroit. Dans les conditions idéales (vent modéré et mer calme), la voile est très performante. Les coupes dont le creux est placé à l'avant sont plus rapides dans la mer agitée car la voile produit une certaine puissance même si la voile n'est pas régler parfaitement et le champs d'action est plus large.

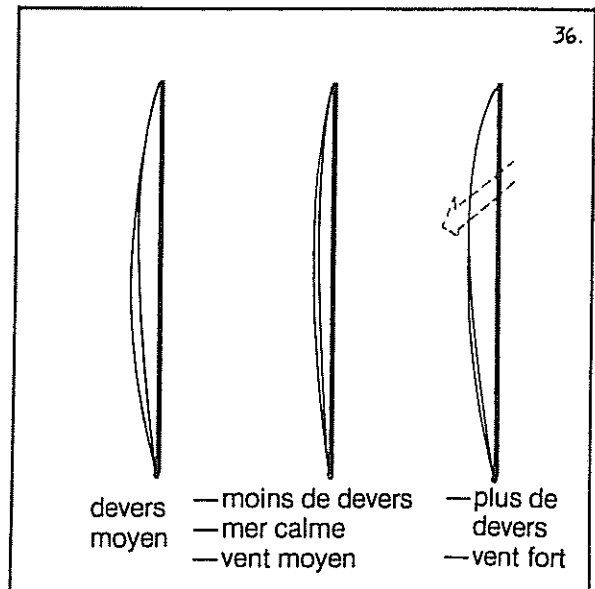
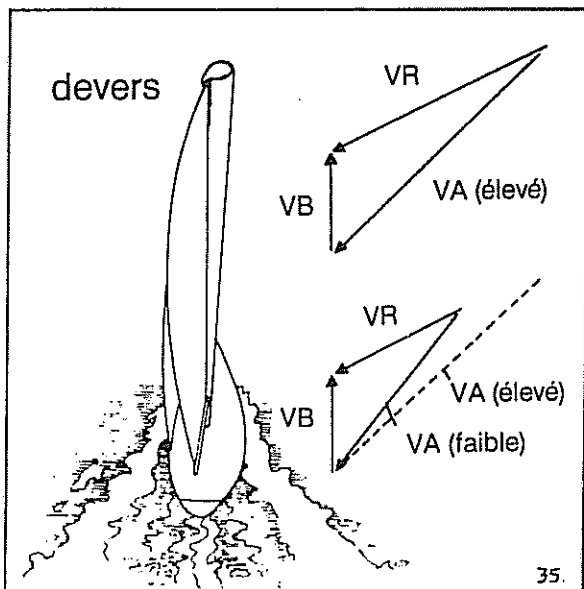
**Angle de bord d'attaque.** L'angle de bord d'attaque indique jusqu'où vous pouvez pointer avant que la voile commence à fasser (fig. 32). Une angle large diminue votre capacité à pointer et un angle étroit vous permet de plus pointer mais vous risquez d'avoir une coupe de voile trop sensible et un champs d'action trop étroit.



**Distribution du creux vertical.** Une bonne voile est toujours plus creuse en tête qu'à la bordure (fig. 33). Idéalement, la distribution verticale du creux ne devrait pas varier. Mais dans les grands vents, la force de gîte créée par les sections plus profondes au haut de la voile affecte trop la voile. La tête de la voile doit être aplatie pour que le bateau ne gîte pas démesurément.



**Devers.** Le devers est nécessaire pour conserver le même angle dans la voile, de la tête à la bordure au vent apparent. Nous savons que le vent apparent est biaisé. En effet, le vent est plus fort en tête de mât qu'au niveau du pont (fig. 34). Cette particularité s'appelle le cisaillement du vent. On remarque deux effets sur un bateau qui navigue dans ces conditions: plus de vent en haut du gréement et moins de portance de l'angle du vent apparent en tête de mât.



Ces variations de vent sont illustrées par les vecteurs de vent à la figure 35. Remarquez le changement de vitesse et de la direction du vent apparent. Cet effet peut être corrigé en donnant une torsion à la voile. Heureusement pour nous, il est beaucoup plus facile de donner un bon devers que de l'expliquer. Que l'on comprenne son origine ou non, le devers du vent est une réalité. Si vous réglez vos voiles pour qu'elles fasseient également de la tête à la bordure, vous obtenez automatiquement la bonne qualité de devers dont voici les particularités:

- Le devers peut être diminué dans des vents moyens et une mer calme.
- Un devers amplifié est nécessaire dans les grands vents pour diminuer la puissance de la tête et réduire la force de gîte.
- Dans les vents légers, essayez de développer assez de devers pour éviter que le haut de la voile ne décroche (ce qui est difficile puisque la voile a besoin d'être gonflée pour avoir un devers...)

### REMARQUES

Relisez ces pages avant de vous présenter au cours. Vérifiez les parties qui vous échappent. Au cours de la première heure du séminaire, nous reviserons les concepts qui vous ont été présentés jusqu'à ce que tous aient bien compris cette première partie.

Essayer de résoudre les problèmes des pages suivantes pour vérifier si vous avez bien compris les concepts qui seront développés plus en détails durant le cours intensif.

## EXERCISES

### Partie 1 Répondre brièvement

1. Quelle est l'utilité de la quille?

- . Pré: empêcher bateau de dévier (résiste portance des voiles)
- . lest contrebalance le gîte
- . V. Arr: quille stabilise bateau, & le ramène

2. Définir le vent apparent.

- . Somme de vent réel (atmosphérique) et vent interne (relatif)

3. Pourquoi est-il impossible de dépasser la vitesse du vent réel au vent arrière?

Qd bateau atteint même vent réel (= vent interne)  $\rightarrow V_A = 0$

4. Nommez trois facteurs de design qui modifient la forme de la voile.

cambe du grindant  
format des panneaux  
Etirer

5. Quelles sont les caractéristiques de performance d'une coupe de voile dont le creux est situé à l'avant?

Creux à l'avant = voile + tolérante (- exigente), - tendance à décrocher  
- performante

Partie 2 Consultez les particularités de performance pour répondre aux questions suivantes.

6. Quel est le creux et sa localisation dans cette courbe?

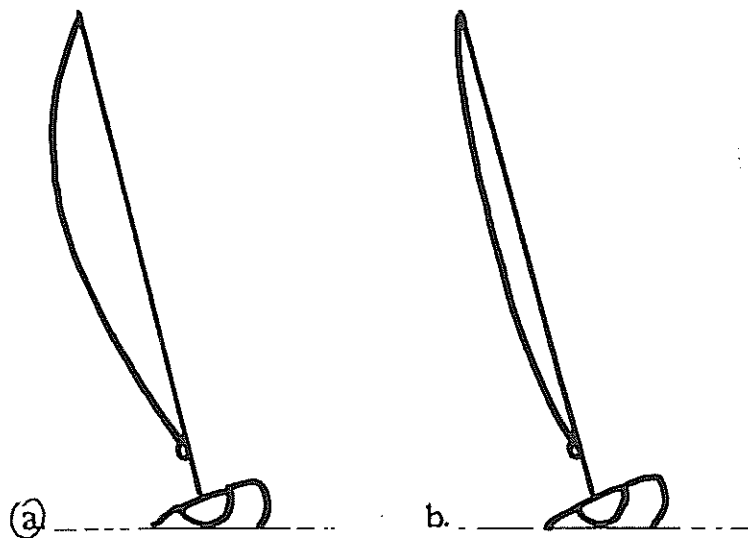


7. Quelle courbe a un plus grand angle de bord d'attaque?



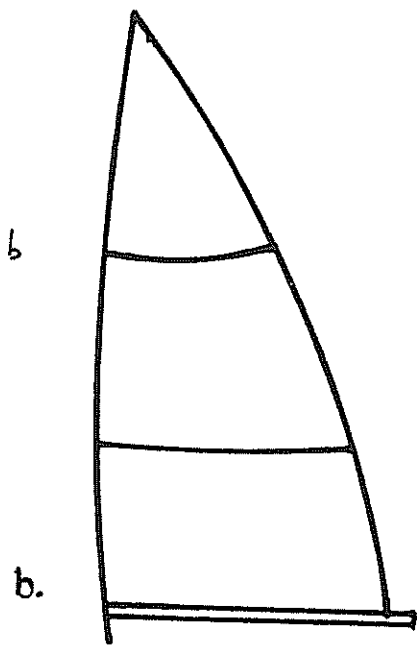
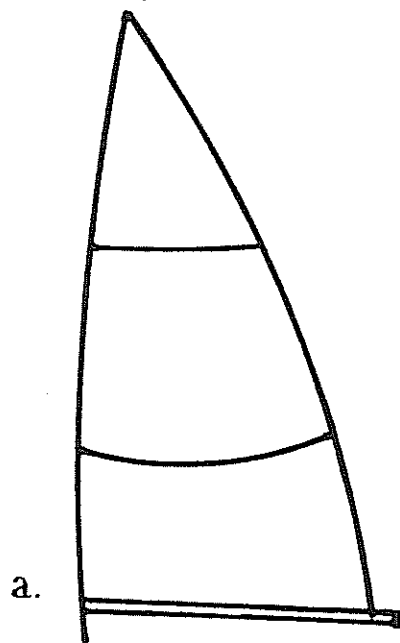
8. Quelle voile a plus de devers?

devers =  $\text{deg}^\circ$  de cloque sur le de  
 corde / axe du bateau  
 (à  $\pm$  la hauteur)

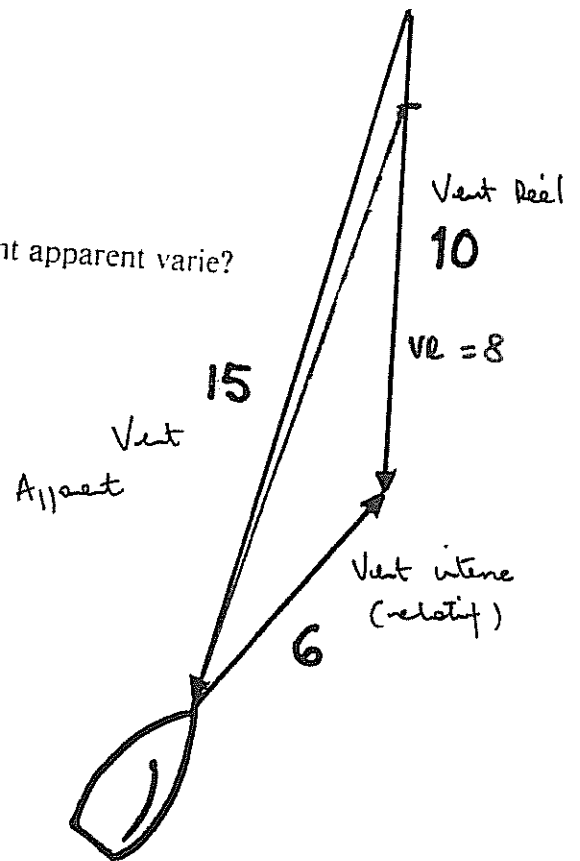




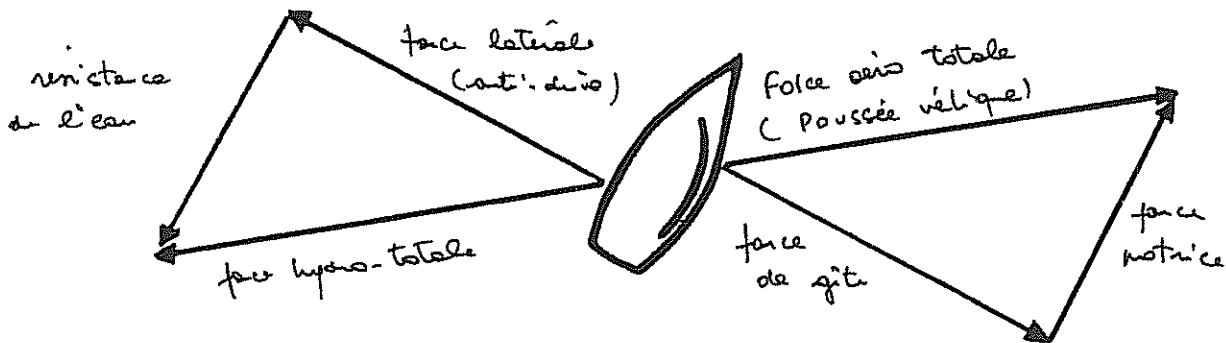
9. a. Quelle voile est la plus performante? **b**  
 b. Quelle voile produit les plus grandes forces de gîte?  
 (force vélique +  $W_{\text{te}}$ ) **b**



10. a. Quelle est la force du vent apparent dans cet exemple?  
 b. Du vent réel?  
 c. Quelle est la vitesse du vent réel?  
 d. Si la force du vent réel est de 8 noeuds, est-ce que le vent apparent varie?

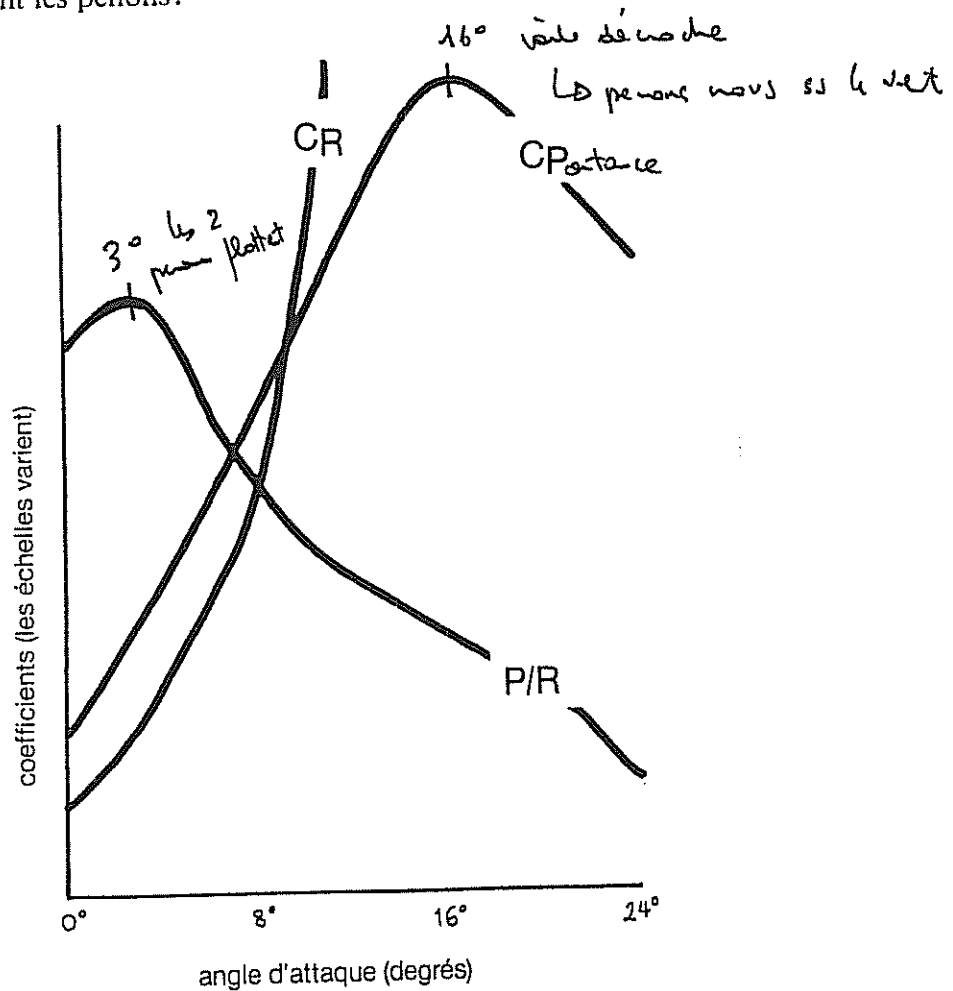


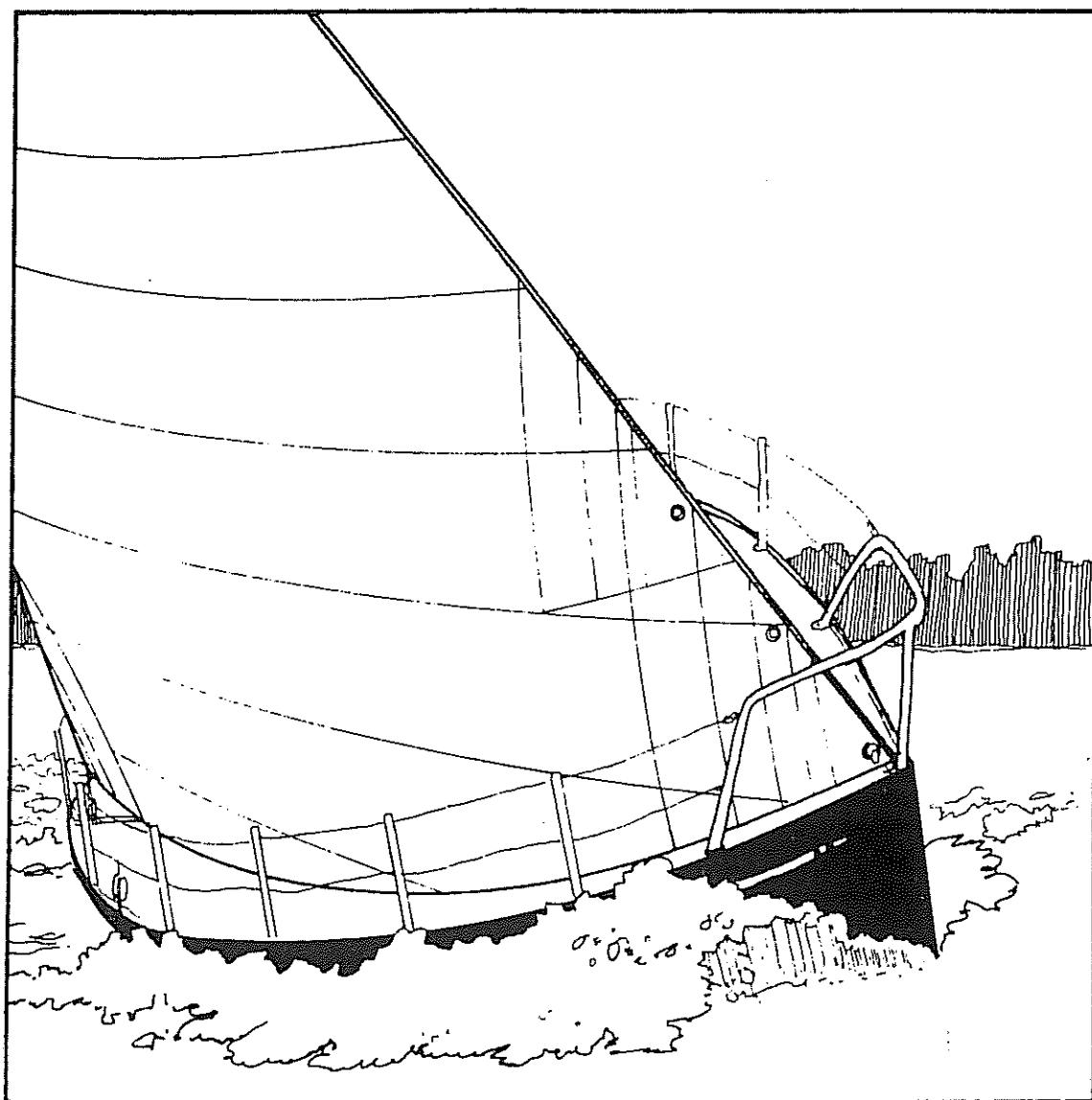
11. Identifiez les différentes forces de ce diagramme.



12. Observez le diagramme. Il vous indique les coefficients de portance, de résistance, de P/R pour différents angles d'attaque.

- A quel angle d'attaque la voile décroche-t-elle?
- Comment réagissent les penons?
- A quel angle la voile a-t-elle le P/R le plus élevé?
- Comment réagissent les penons?

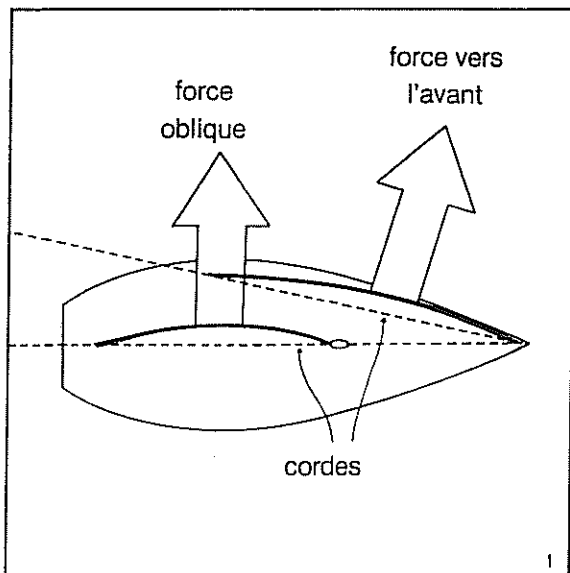




## LE REGLAGE DU GENOIS

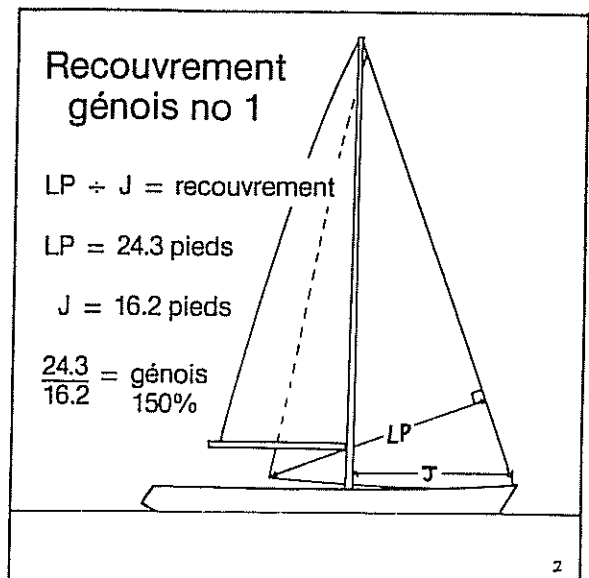
La force directionnelle est fournie en majorité par le génôis. Sur les quillards modernes à gréements en tête, les génôis devraient avoir la priorité—régler le génôis en premier puis la grand-voile.

Cette voile est la plus importante pour deux raisons: le génôis n'est pas



hissé sur le mât. Il ne subit donc pas les turbulences causées par le mât et le couloir de vent n'est pas détourné. De plus, la voile est toujours gonflée grâce à la grand-voile. Le devers de vent est le détour que la voile produit sur le couloir de vent. Le vent se met à tourner autour de la grand-voile bien avant qu'il n'atteigne la voile. En s'appuyant à cet endroit, le génois réagit comme s'il était gonflé; il peut donc être réglé plus loin de l'axe du bateau que la grand-voile (fig. 1). En fait, le génois est toujours bordé au moins 7 degrés plus loin de l'axe que la grand-voile. Le devers de vent permet au génois d'être plus efficace car il déplace les forces (perpendiculaires à la corde) plus à l'avant et moins à l'oblique que la grand-voile.

Votre génois agit comme un moteur et la grand-voile comme un gouvernail. Evidemment leurs fonctions se complètent mais vous devez régler votre génois en fonction de la vitesse et la grand-voile en fonction de la barre.

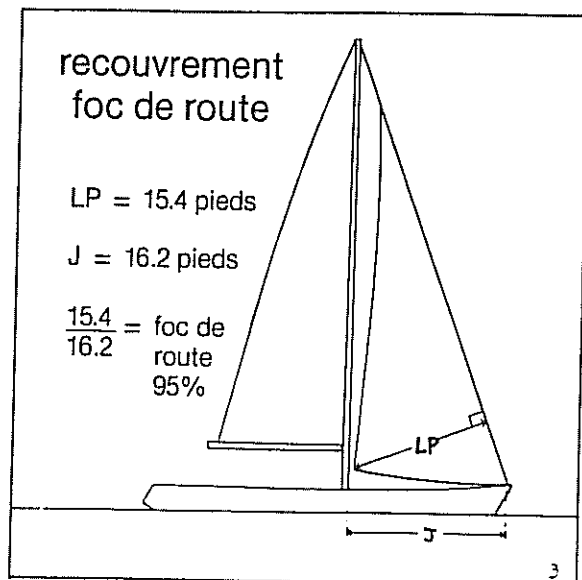


La particularité la plus évidente d'un génois est sa grandeur. Un génois est mesuré d'après la longueur de son L.P (ou guindant perpendiculaire). Pour établir le LP tracez une ligne du point d'écoute au guindant en vous assurant qu'elle coupe le guindant à 90°. La longueur du LP divisée par le J (la longueur comprise entre l'étai et l'avant du mât) vous donne le recouvrement de la voile.

$LP/J = \text{Recouvrement (en pourcentage)}$

Sur un bateau de la jauge IOR, un génois no 1 a généralement un recouvrement de 150%, un no 2 un recouvrement de 130%, un génois no 3 un recouvrement de 105% et un foc de route entre 85 et 90% (fig. 2 et 3).

Des voiles plus petites sont de rigueur dans les vents plus forts, lorsque la quantité maximum de force pour un bateau donné a été atteinte. Au-dessus de ce point, des forces supplémentaires ne font que surcharger le bateau. Mieux vaut réduire la résistance en hissant un plus petit génois.



choix du génois

| vent apparent | voile           |
|---------------|-----------------|
| 4 - 16 noeuds | no 1 léger      |
| 12 - 21       | no 1 lourd      |
| 19 - 26       | no 2            |
| 24 - 30       | no 3            |
| - 34          | no 3 avec 1 ris |
| 32 - 38       | no 4            |

4

Garder la force propulsive maximale tout en diminuant la résistance améliorera le rapport force propulsive/résistance qui est le meilleur indicateur de la performance au près. Remarquez que le fabricant de voile diminue plutôt la bordure de la voile que le guindant — une voile avec un grand allongement est plus efficace. Par contre, il diminue l'envergure jusqu'à la limite possible. Un allongement de 3:1 est en ce moment la limite des voiles en mylar/kevlar.

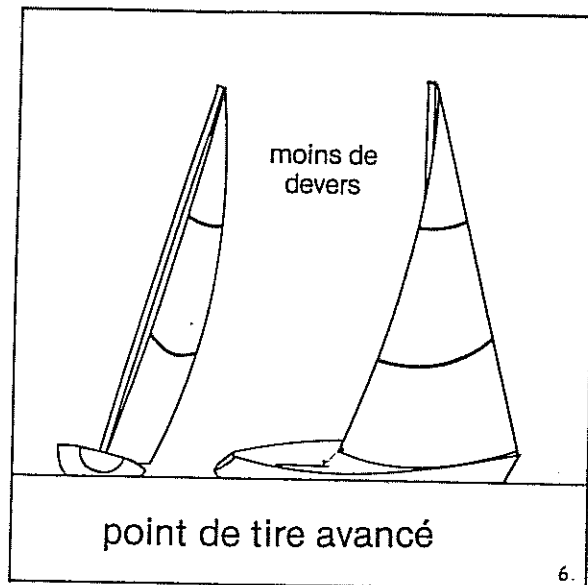
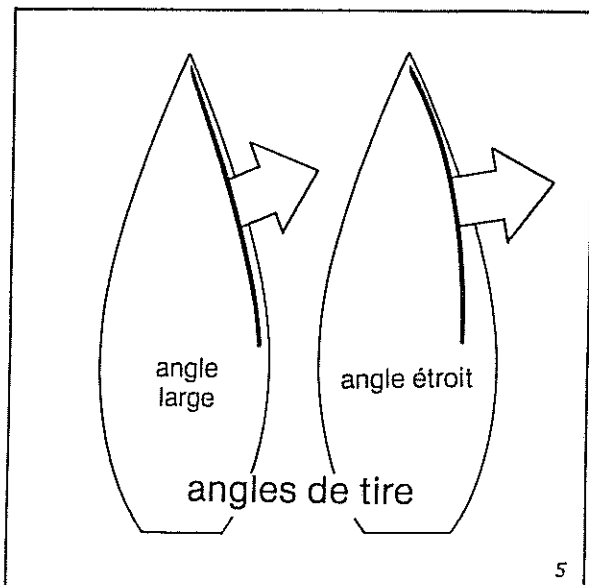
### LE CHEMINEMENT CRITIQUE DU RÉGLAGE

Nous allons maintenant développer une méthode de réglage pour vous aider à régler vos voiles. Nous étudierons chaque étape séparément puis nous résumerons le tout avec les "cartes de vitesse" qui peuvent être

utilisées lorsque vous naviguez. La méthode de réglage est divisée en six étapes afin de bien vous montrer l'interaction de chaque étape, ainsi que les facteurs de performance affectés. Consultez le diagramme à la fin du chapitre pour avoir une vue d'ensemble du cheminement critique du réglage.

Voici les étapes:

1. Déterminer la puissance totale en choisissant le bon génois.
2. Déterminer l'efficacité du génois à l'aide de l'angle de tire.
3. Régler le creux et le devers avec la tension de l'écoute.
4. Régler le creux et le devers avec la position longitudinale de l'angle de tire.
5. Régler le creux et le devers avec la tension du pataras.
6. Régler la localisation du creux avec la tension de la drisse.



**Etape 1.** Déterminer la puissance totale en choisissant le génois qui convient.

Relativement facile si vous naviguez sur un Shields (ce bateau n'a qu'un génois), cette première étape peut se compliquer sur les voiliers où il faut choisir entre plus de 10 voiles d'étai. Nous avons fait une table (fig. 4) qui donne les échelles de vent standard pour les génois et la grand-voile. Puisque le choix du génois détermine votre quantité totale de force de la voile et de force de gîte, un indicateur important est l'angle de gîte. Théoriquement, si la gîte dépasse 25 à 27 degrés, vous devriez changer pour un plus petit génois. Les bateaux de forme allongée et étroite peuvent supporter quelques degrés de plus que les bateaux courts et larges. Les bateaux dont les lignes sont particulièrement larges ne peuvent se permettre de gîter à plus de 18 à 20 degrés.

L'ardeur du bateau est réduite lorsque vous hissez un plus petit génois. Voici les facteurs qui influencent ce changement: l'angle de gîte est réduit, la surface de la voile est réduite à l'arrière du génois et le chariot peut être relâché ce qui permet à la chute de la grand-voile d'être plus ouverte.

**Facteur de performance:**

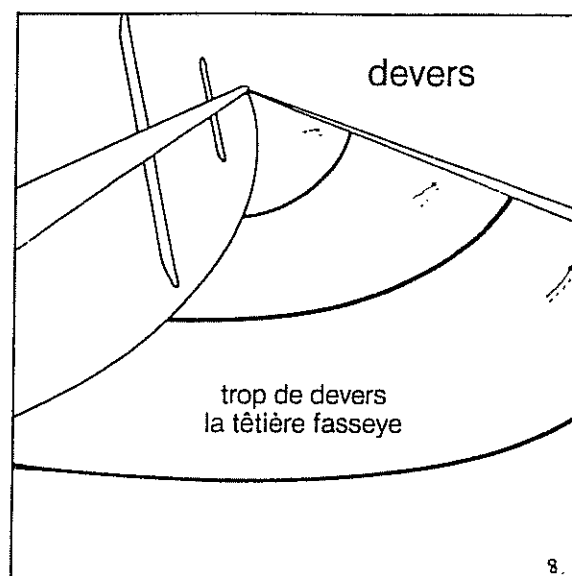
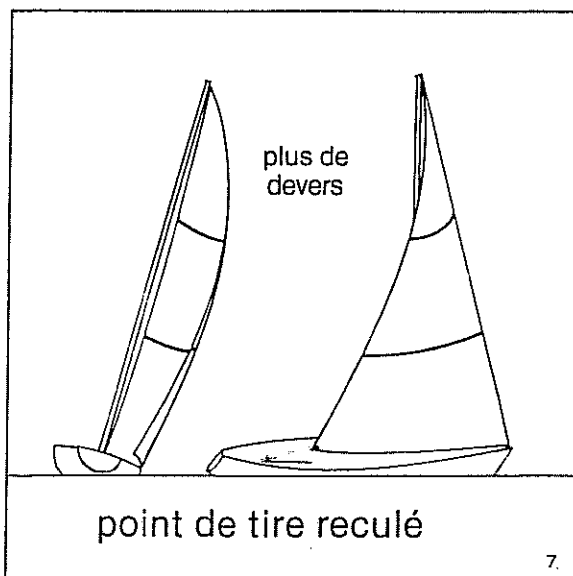
Puissance

**Affecté par:**

Choix de la voile

**Effets majeurs:**

- Des génois plus petits réduisent l'angle de gîte.
- De génois plus petits réduisent l'ardeur du bateau.



**Etape 2.** Régler l'efficacité du génois avec l'angle de tire.

Dans la section sur la préparation du bateau, nous vous indiquerons comment mesurer l'angle de tire du génois (l'angle compris entre l'axe du bateau et la poulie de l'écoute). Un angle d'écoute étroit est parfait lorsque vous naviguez dans les conditions idéales et il vous permet de plus pointer. En diminuant l'angle d'écoute, vous déplacez les forces de la voile sur le côté, diminuez la barre et augmentez la gîte (fig. 5). Même si le génois est performant, il aura tendance à perdre son efficacité plus facilement. Border vers l'intérieur dans les conditions idéales suivantes:

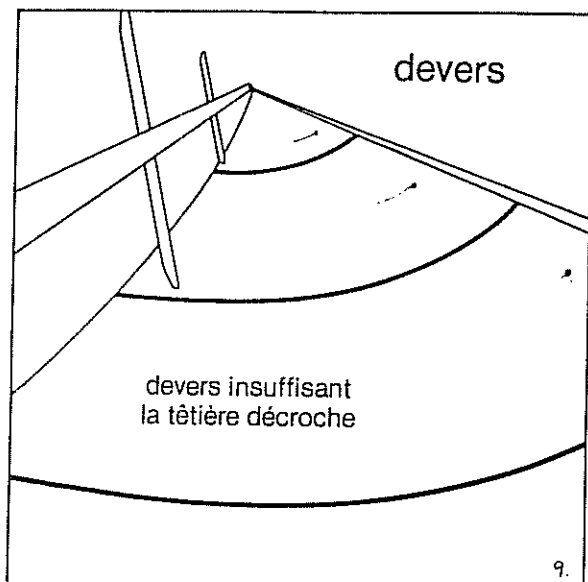
- Vent moyen.
- Mer calme.
- L'efficacité des sous-oeuvres du bateau
- Le barreur est expérimenté et alerte.
- Vous préférez pointer plutôt qu'abattre.

Optez pour un angle d'écoute plus large lorsque les conditions exigent que vous sacrifiez un peu de performance pour avoir plus de puissance si:

- Le vent est très fort ou très léger.
- Le génois est utilisé à sa limite.
- La mer est formée ou il y a un fort clapot.
- L'assiette fait que les sous-oeuvres ne sont pas efficaces.
- Le barreur est inexpérimenté.
- Vous préférez abattre plutôt que pointer.

Border vers l'intérieur dans les conditions idéales. Border vers l'extérieur pour plus de sécurité dans des conditions difficiles à naviguer. Les angles d'écoute ne devraient pas dépasser les limites indiquées sur les "cartes de vitesse".

Sur les voiliers bien réglés, l'angle de tire n'est jamais constant. Il est élargi dans les risées avec le débordeur (une écoute qui pousse temporairement le point d'écoute vers l'extérieur).



les creux du sailscope

|       | no 1 léger | no 1 lourd | no 2 | no 3 |
|-------|------------|------------|------|------|
| creux | 17%        | 16%        | 15%  | 16%  |

10.

**Etape 3.** Régler de devers et le creux de la voile avec la tension de l'écoute.

Sur le génois, chaque particularité de la voile est ajustée par l'écoute. Le réglage de l'écoute a comme effet de:

- Réduire le devers.
- Réduire le creux.
- Réduire l'angle d'écoute.

Ces changements vous permettent de plus pointer. En relâchant l'écoute vous obtiendrez les effets contraires—plus de vitesse mais moins de facilité à pointer. Plus qu'avec tout autre ajustement, vous devriez modifier considérablement la tension de l'écoute lorsque la vitesse du vent varie, afin de conserver le réglage idéal. En fait, la majeure responsabilité du trimmeur du génois est d'empêcher les coups de vent et les accalmies de déformer la voile. De plus, il doit aider le barreur en relâchant l'écoute lorsque la mer est formée ou lors des coups de vent. Il doit ensuite régler de nouveau la voile pour s'ajuster au barreur. Pour atteindre une coordination parfaite, le trimmeur et le barreur doivent constamment communiquer.

Pour évaluer la tension de l'écoute, observez la distance entre le génois et les barres de flèche. Nous ne pouvons donner la distance exacte si nous ne connaissons pas la longueur des barres de flèche de votre bateau, mais règle générale, le génois léger no 1 devrait presque toucher le bout des plus hautes barres de flèche du voilier lorsque vous naviguez au près serré. L'écoute devrait être relâchée jusqu'à ce que la voile soit à 8 pouces des barres de flèche lorsque vous abattez et qu'il y a peu de vent.

#### Facteurs de performance:

Devers et creux

#### Affecté par:

Tension de l'écoute

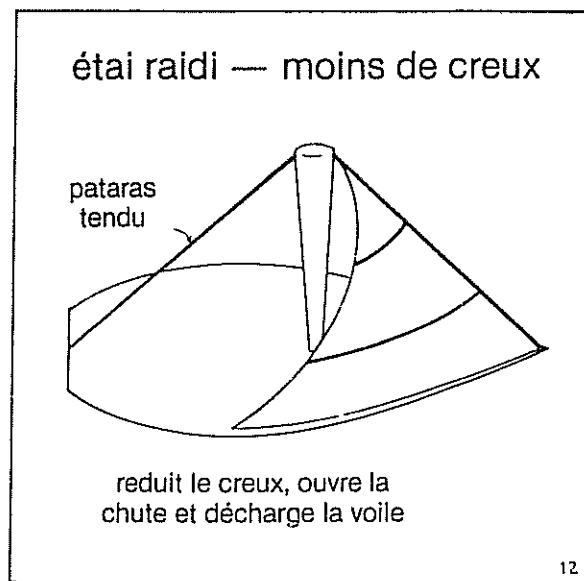
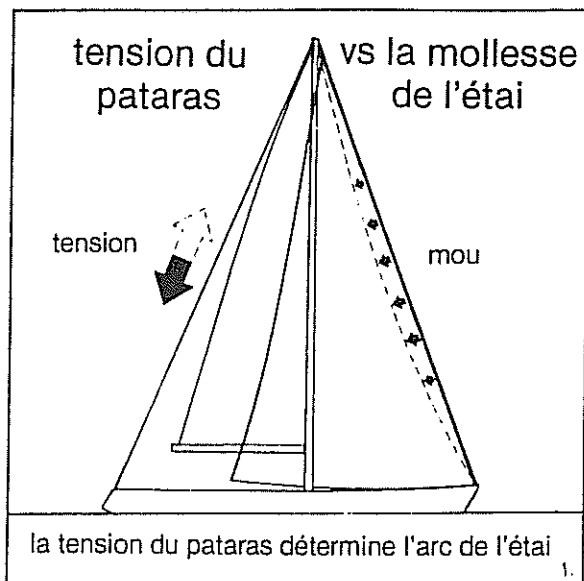
#### Effets majeurs:

- Border réduit le devers.
- Border réduit le creux.

#### Effets secondaires:

- Border réduit l'angle d'écoute.





A cette étape, le génois est à peu près réglé. Nous allons maintenant passer aux ajustements qui modifient précisément le devers, le creux et la localisation du creux.

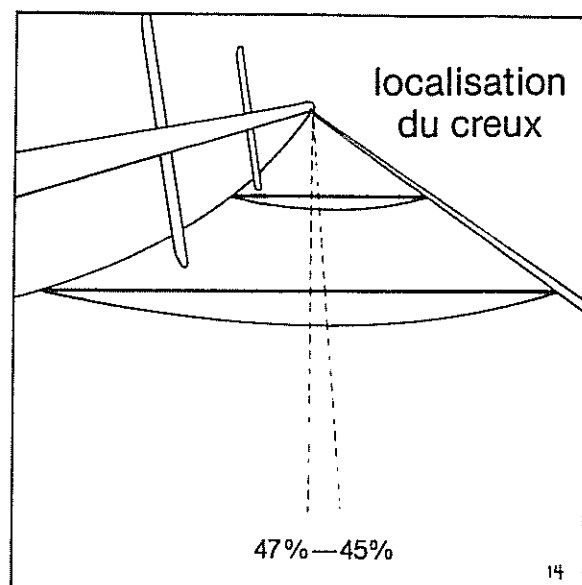
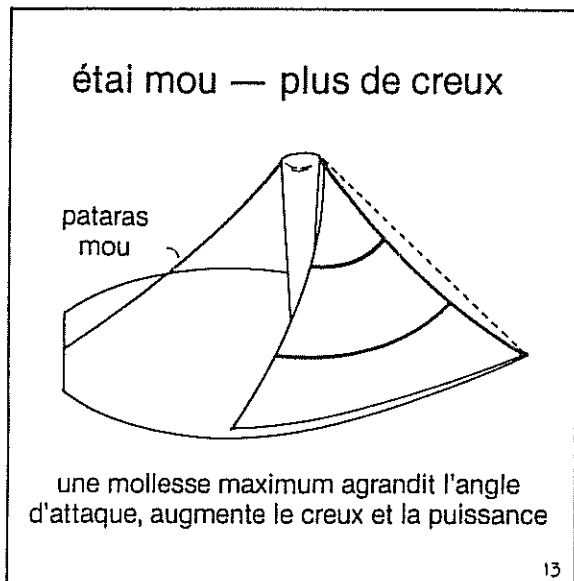
#### Etape 4. Régler le devers et le creux avec le point de tire longitudinal.

La position longitudinale du point de tire affecte le devers et le creux de la bordure (fig. 6 et 7). Comme vous le savez, le devers est le changement des angles des cordes avec la ligne centrale le long de la voile, de la bordure à la tête. Le devers est nécessaire pour que la voile s'ajuste mieux à l'orientation hélicoïdale du vent. Si l'ajustement est bon, la voile est parfaitement réglée sur toute sa longueur et la voile fasseyera en même temps sur toute la longueur du guindant lorsque vous dépasserez la limite du près serré. Réglez votre point de tire en vous approchant lentement du vent tout en observant les penons. Les penons au vent devraient se mettre à fasseyer en même temps le long de la voile. Si la tête fasseye avant le bas de la voile, le devers est trop

grand. Avancez le point de tire pour baisser le point d'écoute, étarquez la chute et réduisez le devers (fig. 8). Si les penons du bas fasseyent en premier, la voile n'a pas assez de devers. Reculez le point de tire (fig. 9). Vous réduirez la tension de la chute et le point d'écoute pourra ainsi remonter et la voile aura plus de devers.

En déplaçant le point de tire, vous modifierez aussi le creux de la bordure, de la même façon que l'étauage contrôle le creux de la bordure sur la grand-voile. Pour augmenter le creux, avancez le point de tire. Vous réduirez ainsi la distance entre le point d'écoute et le point d'amure et vous obtiendrez environ la même coupe dans les 2/3 supérieurs du génois.

Utiliser le Sailscope pour mesurer les creux de vos voiles au milieu de la bande de localisation du creux. La table de la figure 10 donne les creux acceptables pour les différents génois. Notez que les creux ne varient jamais plus que 1% d'une voile à l'autre. L'échelle des creux des génois est considérablement moins étendue qu'on le



croit. Par contre, les creux suggérés peuvent ne pas être adéquats pour votre bateau si la coupe de vos voiles, la forme de la quille et l'angle d'écoute sont inhabituels.

#### Facteurs de performance:

Devers et creux

#### Affectés par:

La position longitudinale du point de tire

#### Effets majeurs:

- Avancer le point de tire réduit le devers
- Avancer le point de tire augmente le creux de la bordure.

**Etape 5.** Régler le creux et le devers avec la tension du pataras.

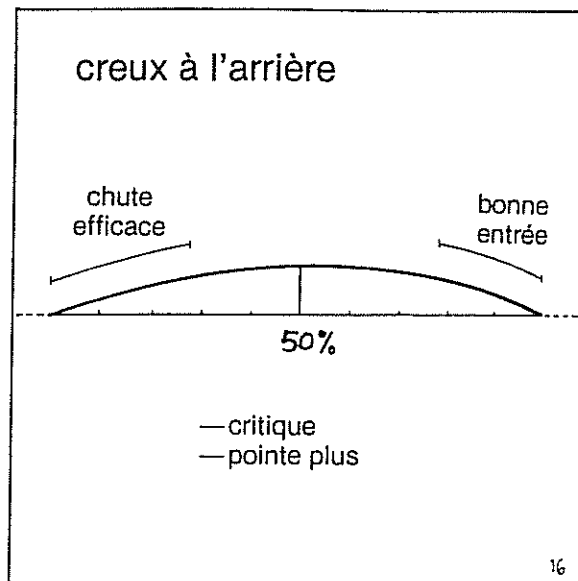
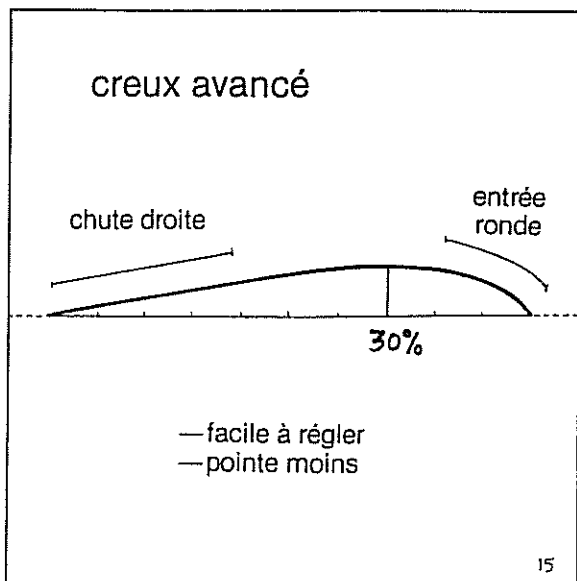
La mollesse de l'étai contrôle le creux dans les sections supérieures et du milieu de la voile.

Une voile plus profonde est nécessaire dans les vents légers et le clapot si vous désirez vous éloigner du vent. Donnez du mou à étai en relâchant la tension du

pataras. Vous augmenterez le creux lorsque le quindant se rapprochera de la chute (fig. 11). Cet effet est visible dans la moitié supérieure de la voile où le mou est grand comparativement à la longueur de corde.

Pour vérifier la mollesse, observez l'étai à partir du point d'amure tandis qu'une autre personne modifie la tension du pataras. Vous remarquerez que dans les rafales de vent, l'étai mollira automatiquement alors que vous voulez décharcher la voile et l'aplatir. Votre pataras devra avoir beaucoup d'ajustement pour réduire toute mollesse indésirable à l'étai et même diminuer cette mollesse à mesure que le vent fraichit.

Au contraire, par vents légers le pataras doit être suffisamment relâché pour augmenter le mou de l'étai et la courbe de la voile. La tension du pataras dans les vents légers devrait être environ 25% de la capacité maximum. Le pataras est trop relâché lorsque le guindant est trop courbé et mobile.



Un étai mou, en plus de donner du creux, augmente l'efficacité du bateau. Il réduit le devers en laissant le guindant se déplacer sous le vent (fig. 12 et 13). Cet effet convient parfaitement pour les vents moyens et le clapot mais est désastreux par grands vents puisqu'un étai mou augmente la charge là où la force de gîte est la plus forte—soit en haut du gréement. Il ajoute du creux en majeure partie à l'avant de la voile et produit une entrée plus ronde et une coupe plus facile à régler.

#### Facteurs de performance:

Creux et devers

#### Affecté par:

Tension du pataras

#### Effets majeurs:

- Augmenter la tension du pataras tend l'étai et a pour effet d'aplatir les voiles.
- Relâcher la tension du pataras réduit le devers et augmente l'efficacité de la tête.

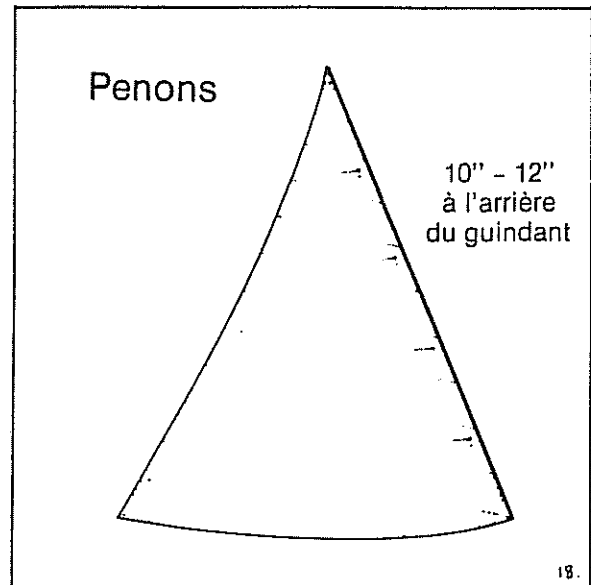
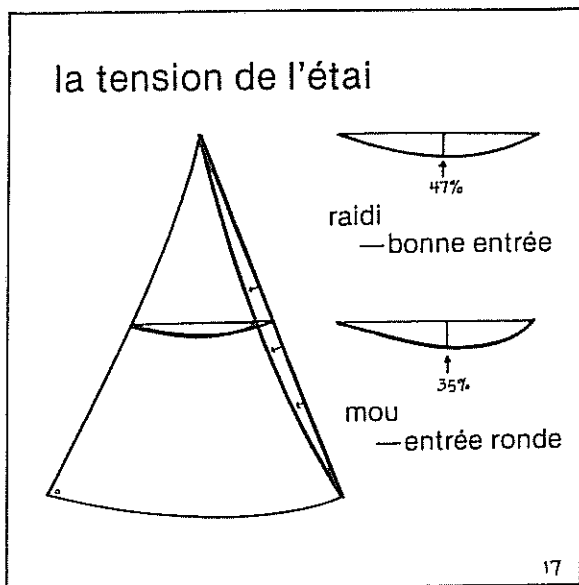
#### Effets secondaires:

- Relâcher la tension du pataras courbe le guindant et déplace le creux vers l'avant. La voile est ainsi plus facile à régler dans le clapot.

**Etape 6.** Régler la localisation du creux avec la tension de la drisse.

Utilisez votre Sailscope pour localiser le creux—qui devrait se situer à environ 45 à 47% à partir de l'arrière de la voile (fig. 14). Vous pouvez déplacer le creux en modifiant la tension du cunningham ou de la drisse. Une drisse plus étarquée déplace le creux vers l'avant et inversement si la drisse est relâchée.

Une coupe de voile avec un creux situé à l'avant de la voile (40 à 45%) est plus difficile à régler qu'une voile dont le creux est situé plus à l'arrière (47 à 50%). Avancez le creux lorsque vous avez besoin d'un sillon plus large—soit dans le clapot ou quand le barreur n'est pas excellent. Dans les bonnes



conditions—mer calme et vent moyen—déplacez le creux vers l'arrière pour pouvoir pointer au maximum.

Étudions maintenant l'importance de la localisation du creux (fig. 15 et 16). Qu'entendons-nous par "une voile dont le creux est situé à l'avant est plus facile à régler"? Qu'est ce que le sillon?

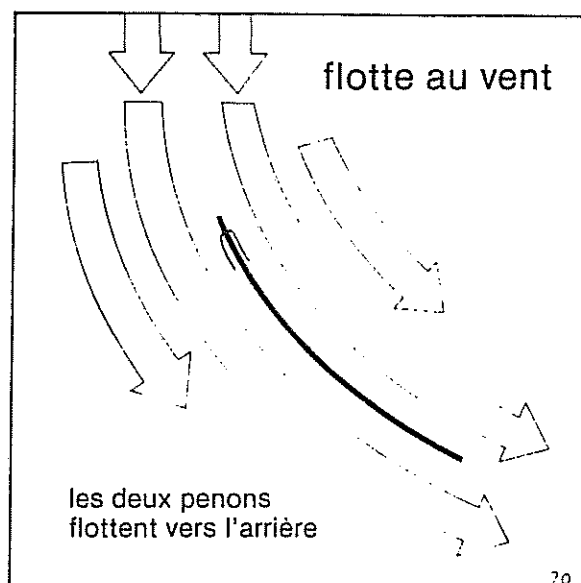
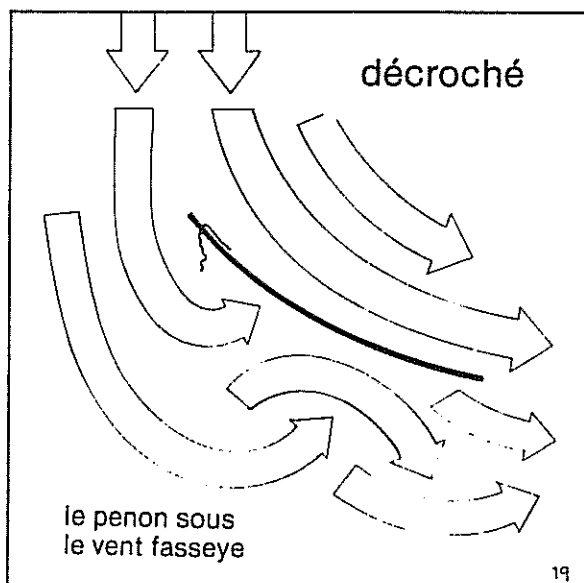
Le sillon est la combinaison maximale du réglage de la voile, de la vitesse du bateau et de sa facilité à pointer. Au près, on cherche toujours à se placer dans le sillon.

Avec la tension de la drisse, le génois est plus facile à régler et le creux est placé plus à l'avant, ce qui rend le sillon plus facile à délimiter. En étarquant la drisse, vous élargissez le sillon en rendant le génois plus performant. Pour comprendre cette réaction, imaginez qu'un génois dont le creux est situé à l'avant de la voile et avec une entrée courbée a une certaine quantité de "courbe supplémentaire" dans le guindant qui peut être supprimée.

Même si la localisation du creux est principalement délimitée par la tension de la drisse, nous avons remarqué que la mollesse de l'étai affecte aussi la courbe de l'entrée de la voile (fig. 17).

- Donner du mou à votre étai courbe l'entrée et avance le creux.
- Réduire le mou de l'étai aplatit l'entrée et déplace le creux vers l'arrière.

Élargir le sillon a comme désavantage d'altérer la facilité à remonter au vent dans une mer calme. Un génois avec une bonne entrée et un sillon étroit permet de plus serrer le vent dans une mer calme. Dans ces conditions idéales, un sillon étroit ne cause pas de problème—le bateau est facile à barrer. Le sillon devrait être juste assez large pour que la barre puisse toujours avoir le contrôle des penons.



#### Facteurs de performance:

Localisation du creux

#### Affecté par:

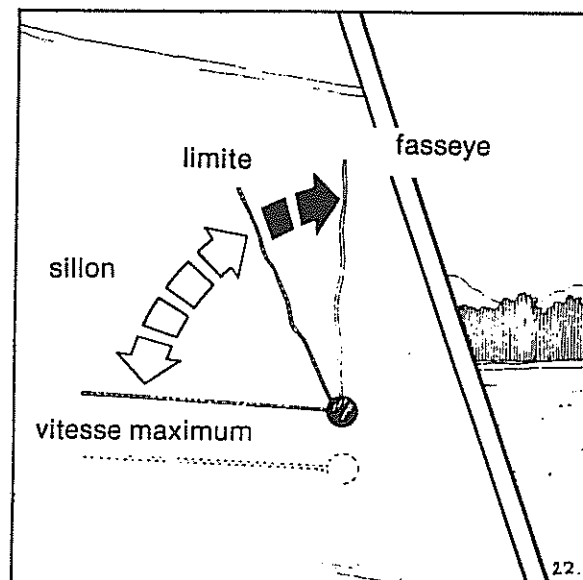
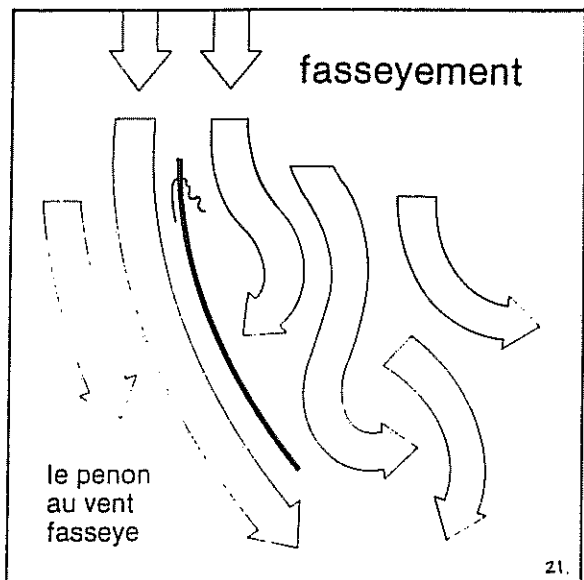
La tension de la drisse

#### Effets principaux:

- Plus d'étaillage avance le creux et arrondit l'entrée.

#### DÉLIMITER LE SILLON À L'AIDE DES PENONS

Les meilleurs indicateurs pour régler les voiles sont les penons placés à trois différentes hauteurs le long du guindant, à 10 ou 12 pouces de l'étau (fig. 18). Les penons sous le vent devraient toujours être tendus vers l'arrière. S'ils flasseyent mollement, la voile est inefficace et le trimmeur devrait relâcher l'écoute immédiatement pour ré-attacher le flot d'air (fig. 19, 20 et 21). Lorsque la voile est à nouveau réglée, le barreur devrait remonter doucement dans le vent. Il est important de suivre cet ordre (choquer l'écoute, remonter au vent et régler la voile) car le trimmeur peut réagir plus vite que le barreur, particulièrement par vents légers lorsque le bateau réagit lentement. Si le barreur tente de régler en poussant complètement la barre sous le vent, le gouvernail diminue la vitesse du bateau. Si l'écoute est relâchée en premier, permettant ainsi au barreur de remonter au vent en même temps que le trimmeur exécute les manoeuvres, le



bateau reprendra de la vitesse. Ici encore, l'entente entre le trimmeur et le barreur est le secret pour les manoeuvres (voir John Marshall "Trimmer & Tiller: A Winning Dialogue").

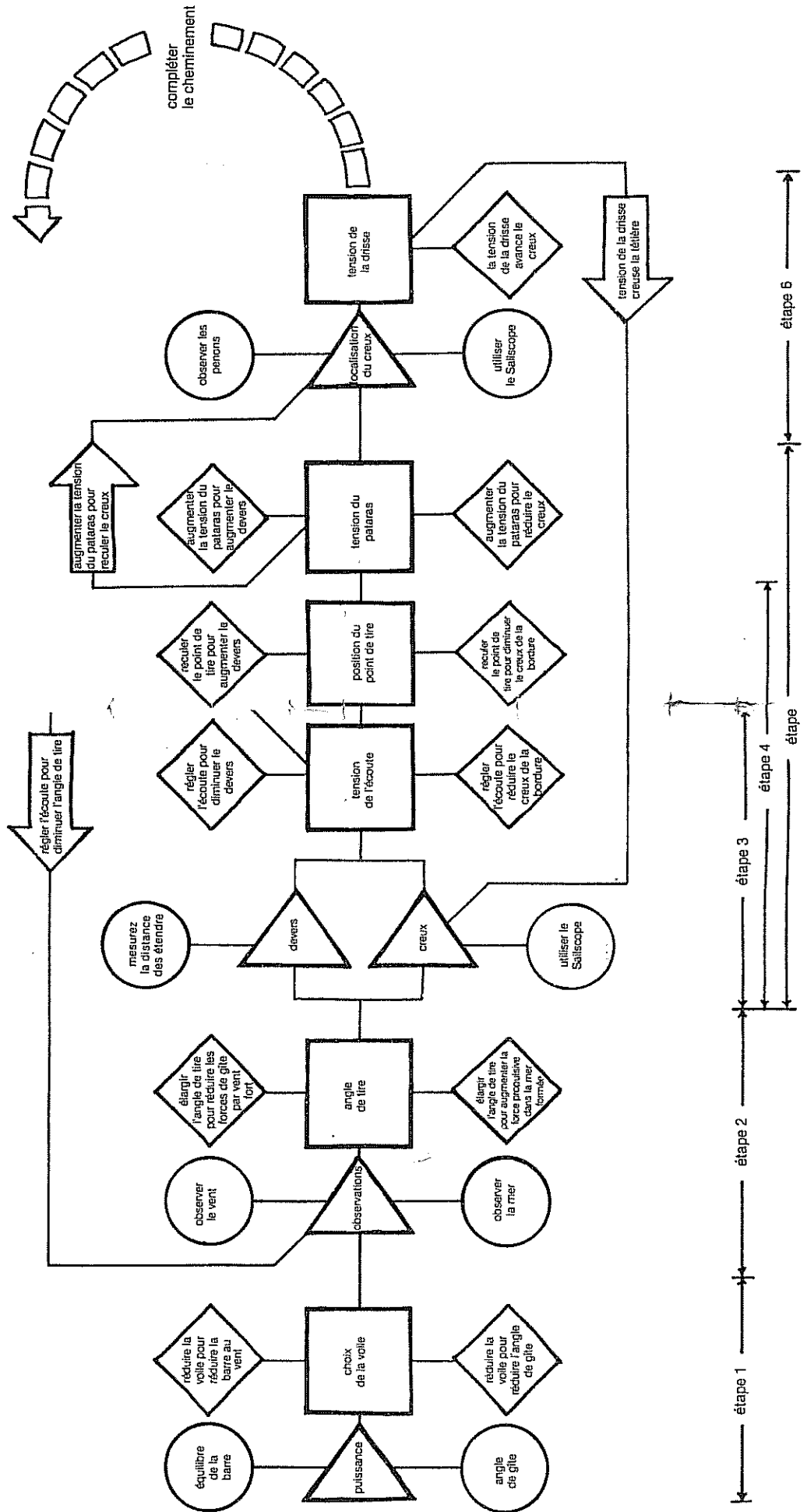
Les penons au vent indiquent toujours à quel point vous serrez le vent. Plus vous pointez, plus les penons remontent dans la voile (fig. 22). Eventuellement, la voile fasseyera et les penons au vent seront à la verticale dans la voile. En abattant, les penons au vent redescendront jusqu'à ce qu'ils soient presque à l'horizontale.

Il faut barrer fermement un bateau i.e. naviguer avec les deux penons au vent et sous le vent à l'horizontale lorsque vous avez besoin de plus de puissance pour naviguer dans le clapot, accélérer après un virement de bord ou simplement pour être plus rapide. Serrez de près le vent avec les penons qui remontent de temps en temps légèrement vers la verticale pour plus pointer dans une mer calme, pour faire remonter un autre bateau au vent ou pour décharger les voiles dans la brise.

Tant que les penons au vent sont situés entre la verticale et l'horizontale, vous êtes à l'intérieur du sillon. Lorsque vous naviguez dans la vague, les penons d'une voile avec une creux placé à l'arrière (une voile peu étarquée sur la drisse ou dont le patacas est très tendu) seront instables. Au lieu de changer graduellement de position, les penons au vent se déplaceront de la verticale à l'horizontale au moindre coup de barre. Ce comportement indique que l'entrée est trop étroite pour les conditions. Donner un peu de mou à l'étai ou étarquer le guindant pour élargir le sillon.

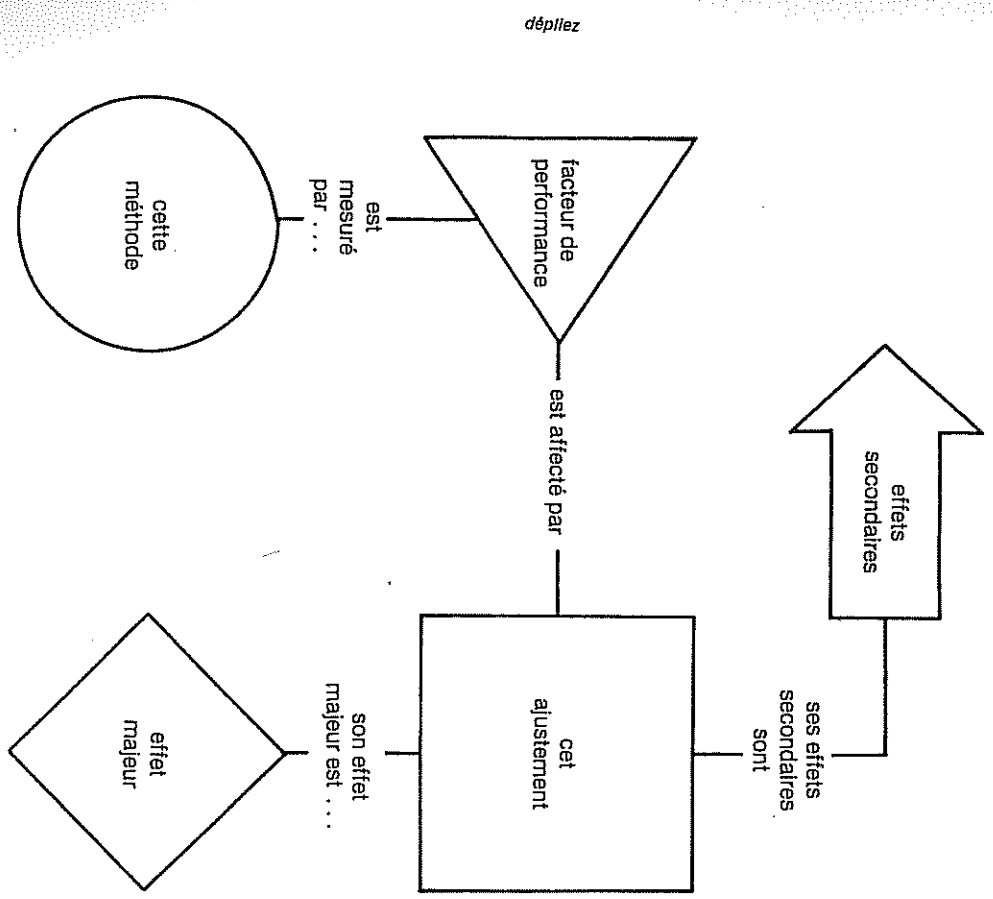
Si les penons au vent ne sont pas assez sensibles à la barre, le guindant est peut-être trop courbé pour les conditions de vent. Réduire le mou de l'étai pour avoir un sillon plus étroit et qui remonte plus au près.

# le cheminement de réglage—généis



# cheminement critique de réglage

Notes





*Notes*

*Notes*

## EXERCISES

### Partie 1 Compléter les phrases.

1. Au près, l'ajustement utilisé le plus souvent est l'écarte de Génois
2. Le creux de la bordure est affecté par Chariot (pt de tûe) / tension écarte
3. La largeur du \_\_\_\_\_ est mesurée par \_\_\_\_\_
4. La largeur du \_\_\_\_\_ est contrôlée par \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_

### Partie 2 Répondre brièvement.

5. Définir le J longueur écarte / angle de tûe
6. L'angle de tire du génois n'affecte pas l'angle d'attaque. Pourquoi? Qu'est-ce qui l'affecte? Que modifie l'angle de tire?
7. a) Pourquoi le mou du guindant altère-t-il la facilité à pointer?  
guindant + mou  $\rightarrow$  angle d'attaque de tûe) + large  
b) A quel moment permet-il de plus pointer?  
+ tûe  $\rightarrow$  de la mou  
 $\nearrow$  ceux (présence petit temps (intense mp = meilleur effet quille)
8. Pourquoi les fabricants de voile réduisent la bordure et non le guindant lorsqu'ils fabriquent des génois no 2 et 3?  
allongement + gd

**Partie 3 Répondre vrai ou faux.**

- ✓ 9. Hisser un plus petit génois diminue la barre au vent.
- ✓ 10. Lorsque les penons sous le vent fasseyent, il faut abattre car le génois est inefficace.
- f 11. Lorsque le haut du guindant du génois fasseye avant le bas, le devers n'est pas assez grand.
- f 12. La différence de creux entre un génois no 1 léger et un no 1 lourd est de 3%.

**Partie 4 Exercices de coupe de voile. Référez-vous aux illustrations des pages 179 à 184 de l'annexe pour les questions suivantes.**

- 13. Mesurer et inscrire le creux et la position du creux dans les bandes du milieu des photos 1 à 6. Pour plus de pratique, essayez de deviner les mesures.
- 14. Dessiner une ligne droite sur le 30% avant de chaque voile pour mettre en évidence la courbure du guindant. Qualifier chaque génois de "entrée étroite", "entrée courbée" ou "moyenne".

|      | creux | localisation<br>du creux | courbure<br>du guindant |
|------|-------|--------------------------|-------------------------|
| no 1 | _____ | _____                    | _____                   |
| no 2 | _____ | _____                    | _____                   |
| no 3 | _____ | _____                    | _____                   |
| no 4 | _____ | _____                    | _____                   |
| no 5 | _____ | _____                    | _____                   |
| no 6 | _____ | _____                    | _____                   |

- 15. a) Quel ajustement varie entre le génois no 1 et no 2? \_\_\_\_\_
- b) Lequel a un sillon plus large? \_\_\_\_\_
- c) Lequel pourrait plus serrer le vent dans une mer calme? \_\_\_\_\_
- 16. a) Comparer les génois no 3 à 6. Lequel est le mieux réglé pour un vent apparent de 10 noeuds et dans le clapot? \_\_\_\_\_
- 17. a) Quel ajustement est différent entre le génois no 5 et no 6? \_\_\_\_\_
- b) Lequel est le plus creux? \_\_\_\_\_
- c) Lequel convient le plus dans une mer calme? \_\_\_\_\_
- 18. Quel est le problème du génois no 4? \_\_\_\_\_

## RÉGLAGE DU MÂT

A. barre de  
flèche supérieure

B. pataras

C. étai

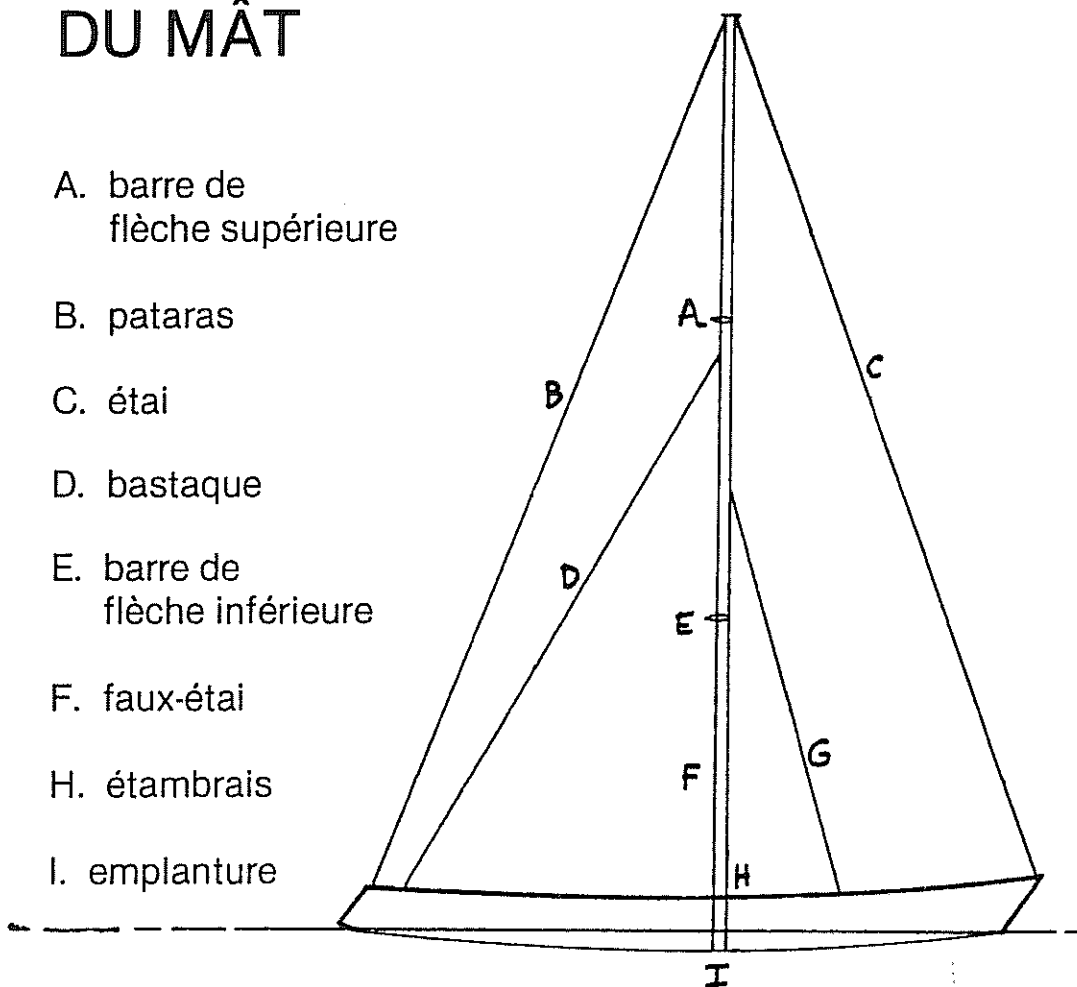
D. bastaque

E. barre de  
flèche inférieure

F. faux-étai

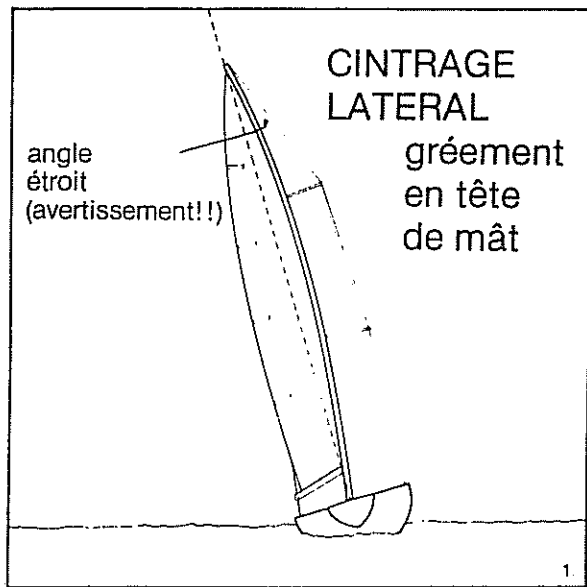
H. étambrais

I. emplanture



## REGLAGE DU MAT

Si votre attitude envers le réglage du mât a toujours été ambivalente, oubliez tout et lisez attentivement ce chapitre. Régler un mât est facile—un peu d'habileté et de bon sens suffisent—mais d'une grande importance pour la performance de votre bateau.

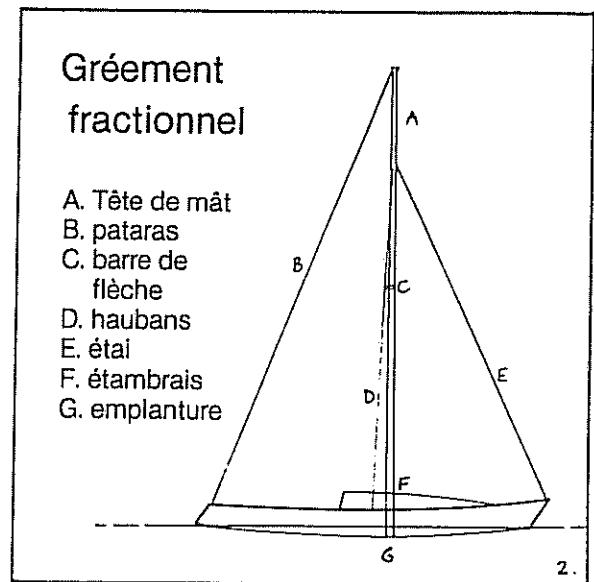


Cette section est la plus simple de ce livre et elle est divisée en quatre parties pour faciliter la compréhension: le cintrage latéral, l'inclinaison latérale, le cintrage longitudinal et la quête.

### LE GREEMENT EN TETE DE MAT LE CINTRAGE LATERAL

Le cintrage latéral pour un gréement en tête de mât est simple: le cintrage doit être nul. Les voiles sont confectionnées pour s'ajuster à un mât parfaitement droit. Votre bateau est plus rapide ainsi et de toute façon le cintrage latéral est difficile à ajuster.

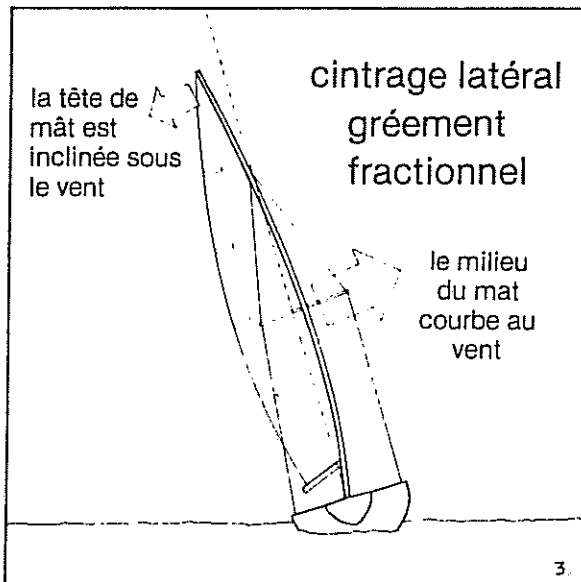
Un cintrage latéral d'un gréement en tête de mât est généralement dû à des galhaubans trop relâchés ou étirés qui produisent une inclinaison sous le vent du mât—ce qui peut entraîner des situations périlleuses dans de grands vents (fig. 1). En augmentant le cin-



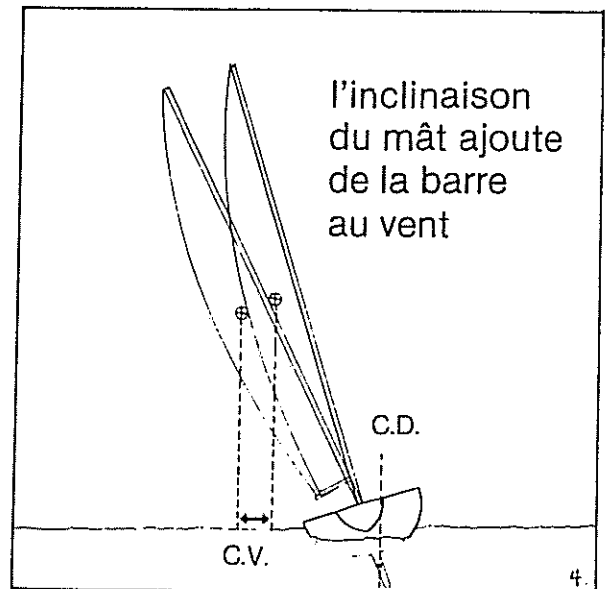
trage, l'angle entre le galhauban et le mât diminue et les charges sur le hauban augmentent. Si l'angle est inférieur à  $11^\circ$ , vous risquez d'arracher le hauban du mât et de plier vos barres de flèche.

De plus, le cintrage latéral donne du mou excessif à l'étai dans la brise—alors que vous n'en avez pas besoin.

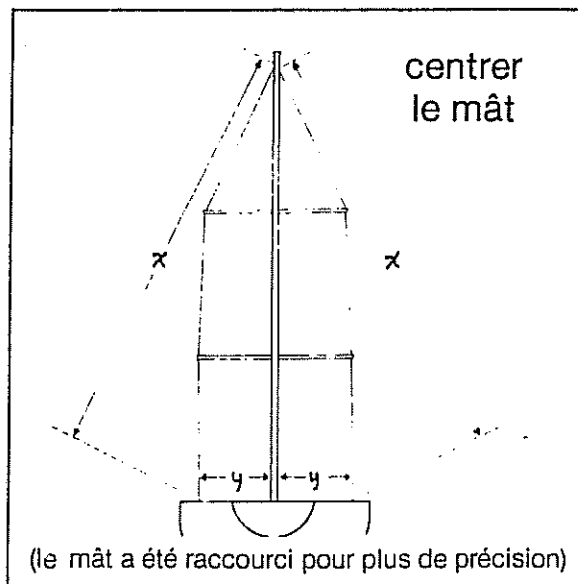
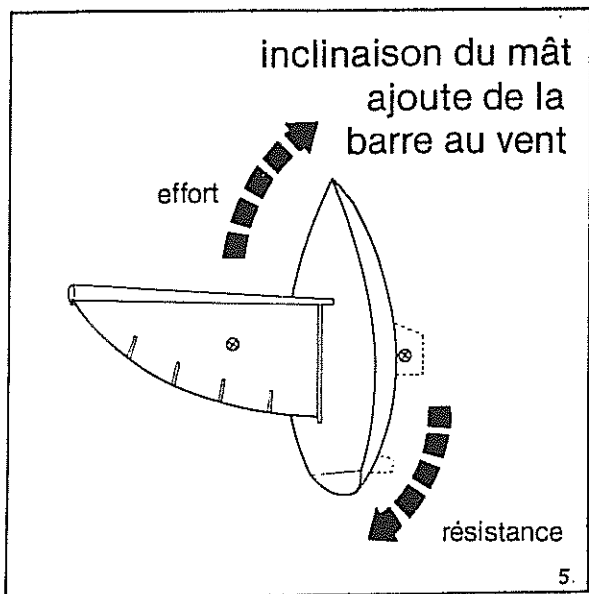
Pour un gréement fractionnel (fig. 2), la tête du mât non-étayée penche naturellement sous le vent—sous la traction de la chute de la grand-voile. Ainsi, le milieu du



mât est courbé au vent (fig. 3), le couloir d'air est ouvert, la grand-voile est plate et alignée dans le couloir d'air. Sur les dériveurs (les J-24 ou tout autre bateau avec un gréement fractionnel), le cintrage latéral est une façon efficace de décharger la grand-voile dans la brise.



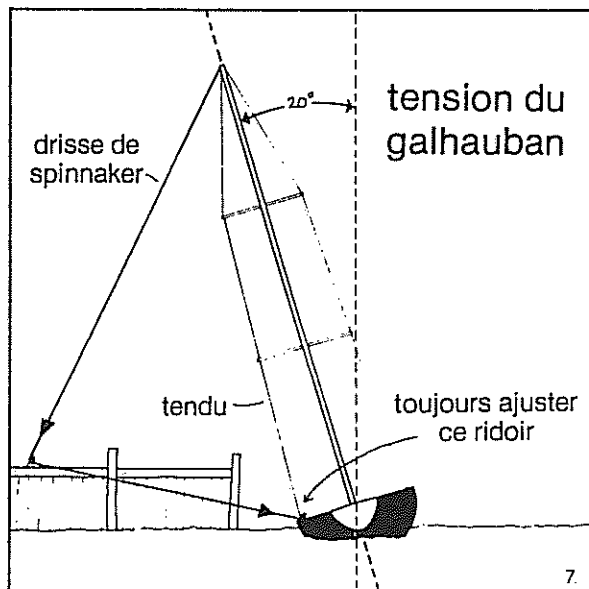
L'inclinaison latérale (l'inclinaison sous le vent d'un mât droit) ralentit le bateau pour les mêmes raisons que la gîte. Elle rend le bateau ardent en produisant une force qui tourne autour du centre de dérive de la coque (fig. 4 et 5). Suivez les étapes pour éliminer le cintrage et l'inclinaison latérale.



**Etape 1.** Centrer l'espar sur le bateau.

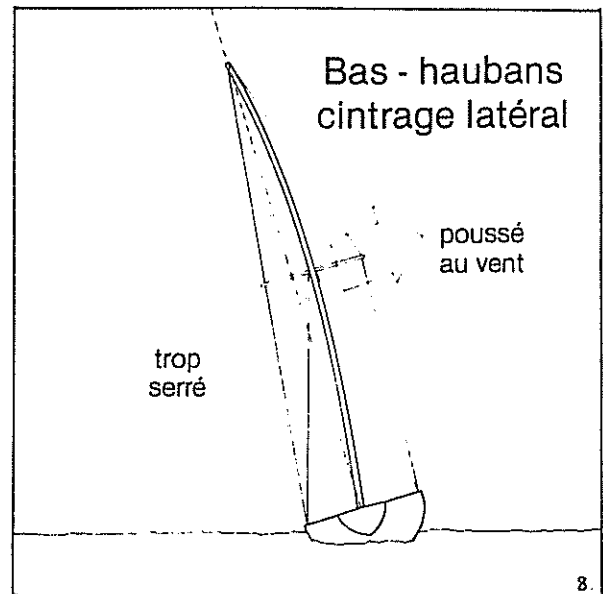
Puisque chaque bateau n'est pas complètement symétrique, vous devriez vérifier à plusieurs reprises vos mesures. Avec un ruban métallique hissé en tête de mât avec la drisse de grand-voile, mesurer la distance entre la tête de mât et la cadène. Ensuite, mesurer la distance entre les plats-bords et le mât au niveau du pont et finalement celle entre chaque étambrai et le mât (fig. 6). Concilier vos mesures et conserver les plus fiables. Vous constaterez peut-être que vos étambrais ne sont pas centrés. Vous devrez alors modifier la tension de chaque étambrai. De toute façon, poser les cales sur les côtés du mât au niveau des étambrais pour diminuer le cintrage latéral.





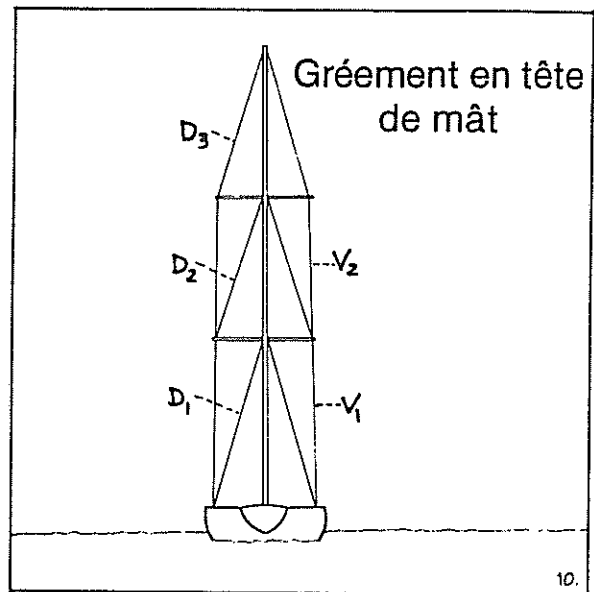
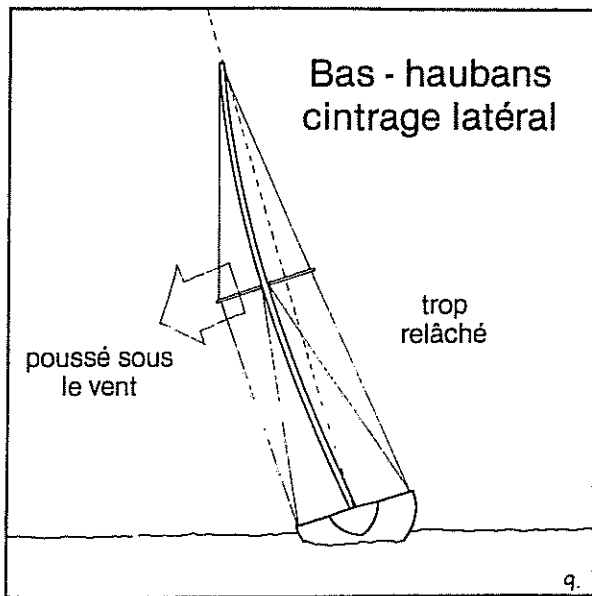
**Etape 2.** Tendre les galhaubans pour éliminer l'inclinaison.

Une fois l'espar droit, tendre les deux galhaubans également, compter les tours donnés aux ridoirs. La méthode la plus facile est de naviguer au près sur les deux amures dans un vent moyen et de serrer le hauban sous le vent sur chaque amure jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de mou à une gîte de 20°. Ou encore, faire gîter le bateau d'un côté puis de l'autre en amarrant une drisse de spinnaker au quai. Prendre le mou du hauban relâché jusqu'à ce qu'il soit étarqué à 20° de gîte (fig. 7). Sur certains gréements à deux barres de flèche (C&C 40), cette dernière méthode évite à une personne de monter dans le mât pour ajuster les ridoirs des haubans sur les barres de flèche.



**Etape 3.** Régler les bas-haubans pour éliminer le cintrage.

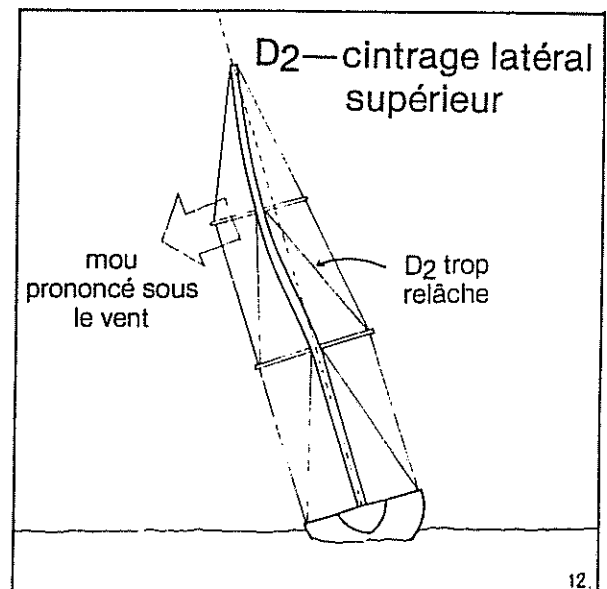
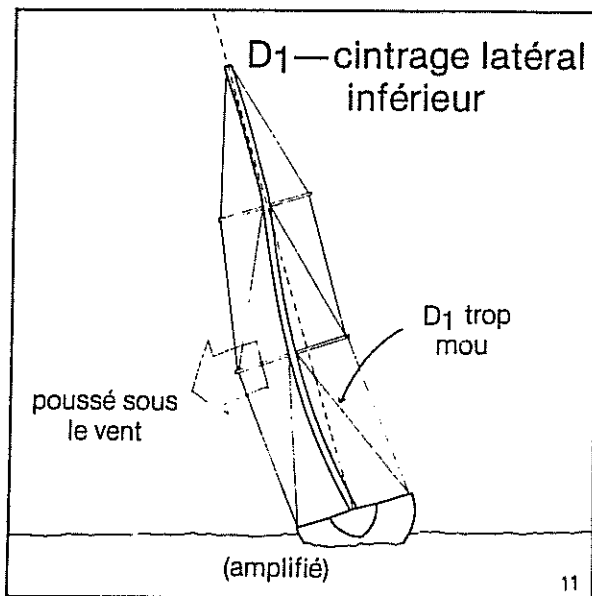
Sur un gréement à une seule barre de flèche, les bas-haubans déplacent le milieu du mât au niveau des barres de flèche d'un côté puis de l'autre. A voile, le bas-hauban au vent supporte toujours la charge. Tendre ce hauban déplace le milieu du mât au vent et le relâcher affaisse le milieu du mât sous le vent (fig. 8 et 9). Naviguer au près pour ajuster les bas-haubans sous le vent et changer d'amure pour vérifier les résultats jusqu'à ce que le mât soit droit à une gîte de 20°. Pour observer votre mât, placez-vous aussi bas que possible sur le pont et regardez l'engoujure du guindant de la grand-voile.



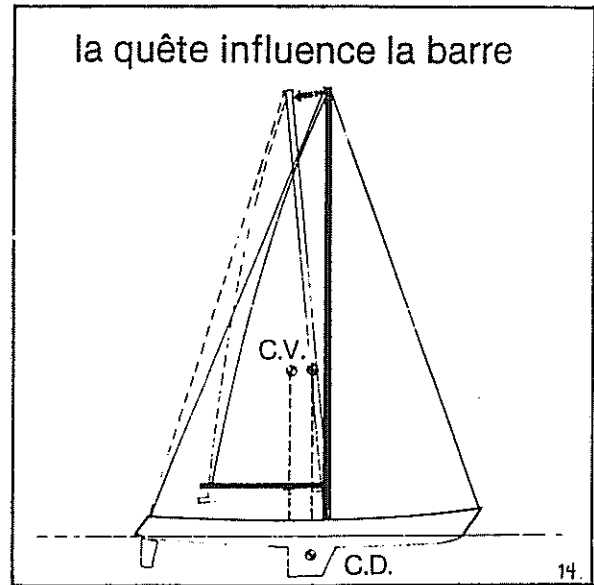
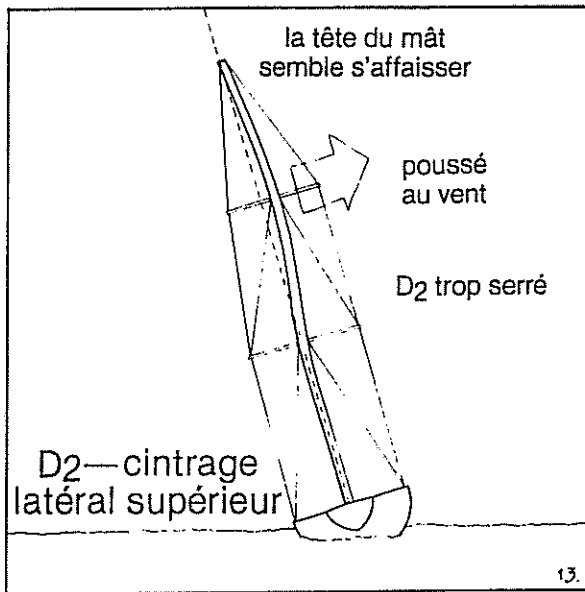
Si votre bateau a un gréement avec des bas-haubans avant et arrière, leur tension respective affectera le cintrage latéral et longitudinal. Les bas-haubans avant produisent le cintrage longitudinal. Ils devraient donc être plus tendus que les bas-haubans arrière qui empêchent le cintrage longitudinal dans les grands vents. Ils devraient être relativement relâchés à quai.

Leur action combinée prévient le cintrage latéral. Les bas-haubans avant et arrière devraient être moins tendus que les galhaubans.

A la figure 10, le gréement d'un mât à double barres de flèche a été divisé en sections: V pour les haubans verticaux, D pour les diagonaux. Les chiffres représentent les différentes hauteurs. Si les galhaubans de votre gréement à deux barres de flèche sont divisés en 3 sections (V, V2 et D3), leurs longueurs respectives détermineront les angles de barre de flèche. Après avoir réglé la tension de vos galhaubans, observez les barres de flèche en vous éloignant du bateau pour vérifier si elles sont horizontales ou un peu pointées vers le haut. Déterminer leur angle propre en évaluant le design des fixations des barres de flèche. Les barres de flèche devraient diviser en 2 parties égales l'angle des haubans.



Avec un gréement à double barre de flèche, le même principe s'applique mais son application est considérablement plus délicate. Régler tout d'abord la première partie inférieure, D1 (fig. 11). Le bas du mât devrait demeurer droit même sous de lourdes charges, à plus de 25° de gîte. Ensuite, tendre le D2 pour que le mât soit droit (fig. 12). Si le D2 est trop tendu, vous aurez l'impression que les galhaubans sont trop mous (fig. 13).

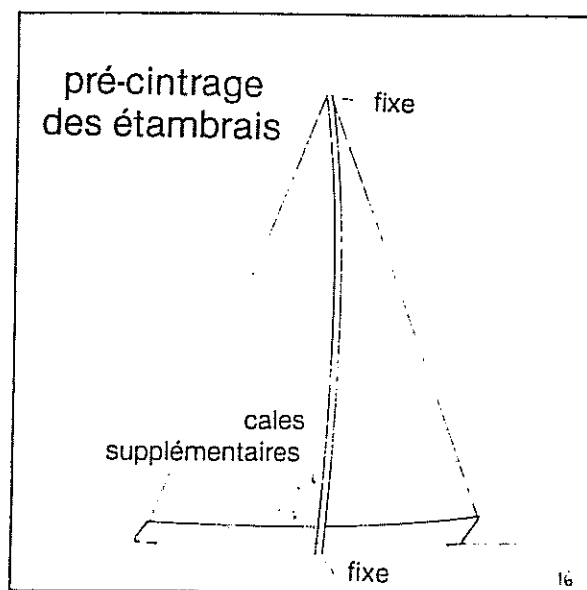
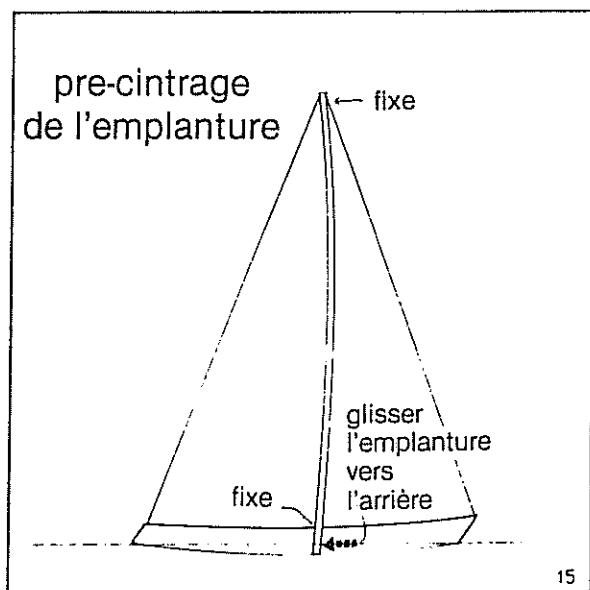


### RÉGLAGE LONGITUDINAL: LA QUÊTE

La quête est l'inclinaison du mât dans la direction longitudinale, contrairement au cintrage qui est la courbure de l'espar pour une quête donnée. La quête est modifiée en changeant la longueur de l'étai et du pataras pour déplacer la tête du mât.

Il est évident que cette méthode pour incliner votre mât déplace quelque peu la voile, ce qui à son tour affecte la barre. Augmenter la quête (raccourcir le pataras et allonger l'étai) rend la barre ardente car le centre de poussée est déplacé vers l'arrière et vice versa (fig. 14). Pour déterminer la quête idéale, il s'agit de choisir la position où vous avez assez de barre dans peu de vent et où la barre n'est pas trop ardente dans de grands vents. La meilleure façon de connaître la quête de votre mât est de demander à un expert de mesurer la distance entre la tête de mât et le croc d'amure. Régler la quête en ajustant la longueur de l'étai.

Votre pataras contrôle la tension de l'étai et devrait pouvoir être ajusté avec un ridoir hydraulique, une vis sans fin ou des poulies et des palans d'étauage. Le mou de l'étai est provoqué par la traction du génois qui rayonne du point d'écoute au guindant. Il est limité avec la tension du pataras exercée sur l'étai. Lorsque le vent augmente et que la charge du génois donne plus de mou à l'étai, vous devez prendre plus de tension sur le pataras pour contre-balancer. Une méthode pour mesurer la tension du pataras (comme une jauge placée sur votre système hydraulique calibré en livre ou un tensiomètre qui s'enfile sur l'étai) est essentielle pour régler rapidement le mât. La mollesse de l'étai modifie la courbe de l'entrée du génois (consulter le chapitre du réglage du génois). un étai moins dur dans les vents légers et le raidir autant que possible dans les grands vents.

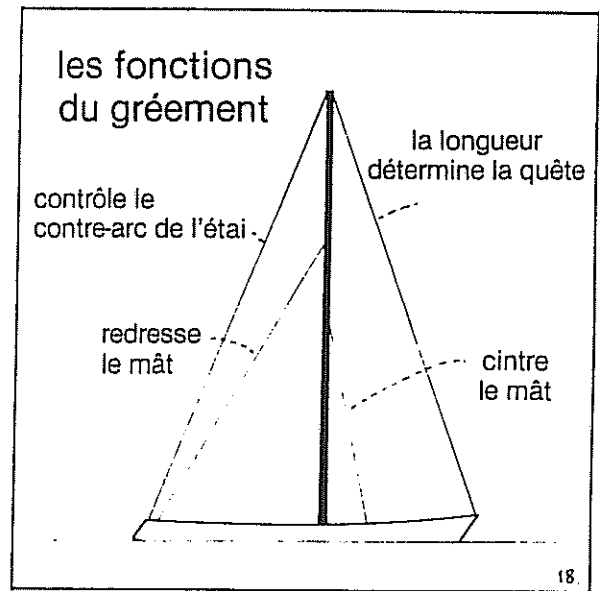
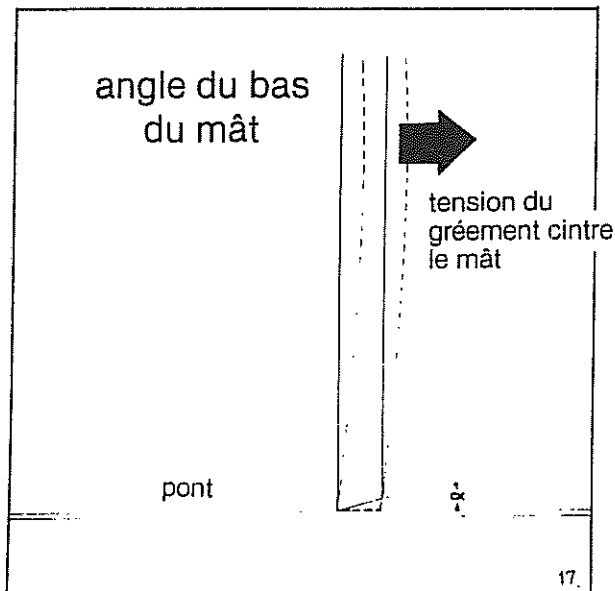


Pour déterminer la charge maximum efficace du pataras, naviguer au près dans un vent moyen avec un génois no 1 lourd. Tendre le pataras tout en observant l'étai. Vous observerez que la mollesse de l'étai diminue lorsque vous ajoutez de la tension au pataras jusqu'à ce que le bateau commence à cintrer. Passé cette limite, une tension supplémentaire cintré le bateau sans que l'étai ne soit affecté car le maximum de charge efficace a été atteint.

#### LE RÉGLAGE LONGITUDINAL: LE CINTRAGE

Le cintrage du mât est la partie la plus dynamique du réglage du mât en ce qui concerne la vitesse. En modifiant le creux et le devers vous pouvez utiliser la même grand-voile pour différentes forces de vent et à différentes allures.

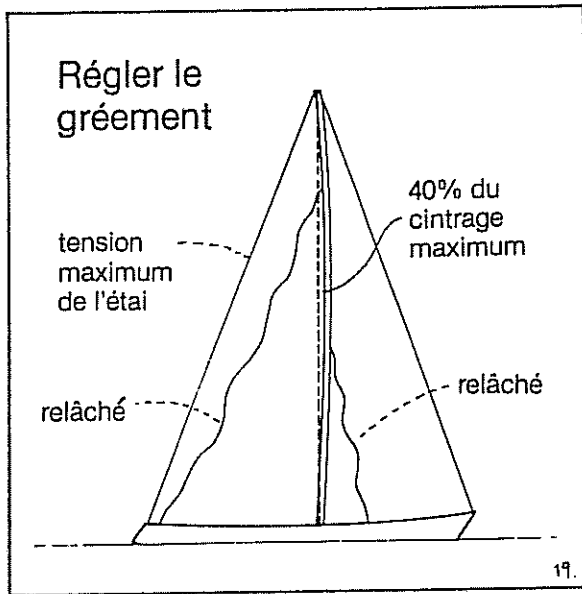
Certains ajustements du cintrage ne peuvent être faits pendant une course. L'ajustement le plus important est la position des étambrais par rapport à l'emplanture et la tête de mât. Effectuer des modifications à un des ces endroits précis provoquera un pré-cintring visible alors qu'aucune voile n'est hissée. Si nous prenons comme acquis que la tête du mât est fixée dans une position avec une quête pré-déterminée, vous devez soit reculer l'emplanture (avec une massue, fig. 15) ou avancer les étambrais (en plaçant des cales supplémentaires derrière le mât, fig. 16) pour ajouter du pré-cintring.



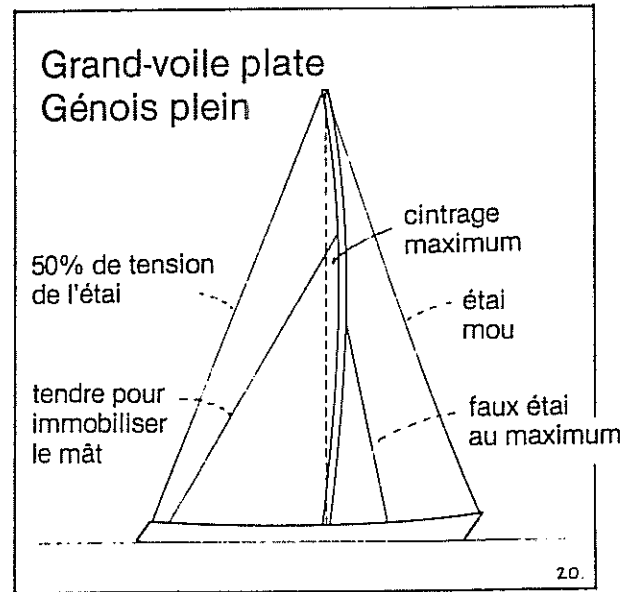
Une autre méthode disponible pour les bateaux de moins de 28 pieds avec une emplanture de mât sur le pont est de donner un angle au bas du mât. Vous empêcherez le mât de reposer à plat sur l'emplanture. Avec une tension additionnelle dans le gréement, le bas du mât a tendance à être droit dans l'emplanture, cintrant ainsi le mât (fig. 17). Glisser des cales sous la partie arrière du mât donne le même résultat. Donner un angle au bas du mât de cette façon est conseillé seulement pour un mât emplanté sur le pont, là où il n'y a pas d'étambrais pour produire un peu de cintrage.

Trois configurations de haubans règlent le cintrage du mât: un pataras avec des bastaques, un pataras sans bastaques et des bas-haubans avant et arrière. Nous allons maintenant regarder de plus près chaque configuration.

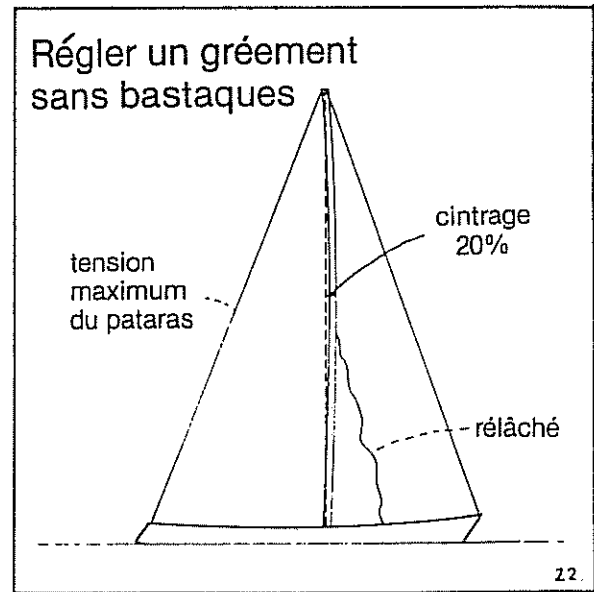
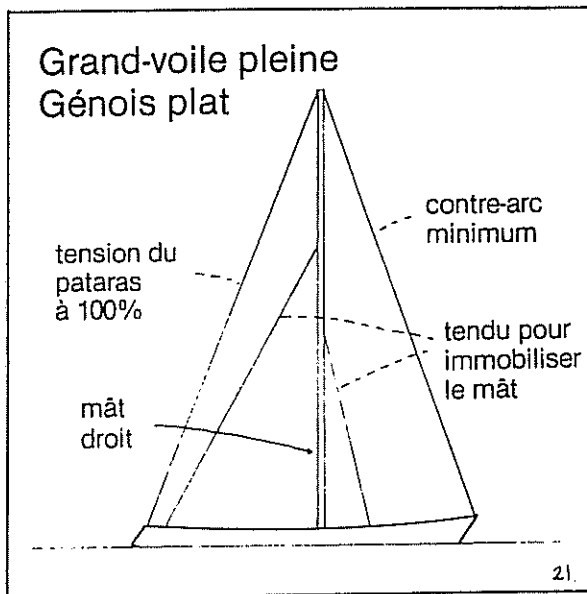
**Faux-étai et bastaques.** Ce réglage du faux-étai produit le cintrage et les bastaques le limitent (fig. 18). Nous vous suggérons une méthode de réglage qui convient à la plupart des grand-voiles. Les pourcentages du cintrage ne sont que des suggestions. Vous pouvez les modifier selon la coupe de votre grand-voile.



**Etape 1.** Ajuster les étambrais et la position du bas du mât pour avoir 40% du cintrage maximum sécuritaire sur l'étai et aucune tension dans le faux-étai ou la bastingue (fig. 19).



**Etape 2.** Relâcher 50% de la tension maximum du pataras. Ajuster la longueur fixe de votre pataras pour avoir un maximum de cintrage lorsque toute la tension est prise. Ce réglage vous permet d'aplatir la grand-voile avec le cintrage du mât et de tendre l'étai en même temps. Ceci constitue une option intéressante avec un gènois no 2 ou no 3 au bas de sa limite (fig. 20). Le mou de l'étai donne le creux voulu au gènois alors que le cintrage du mât garde la grand-voile plate.

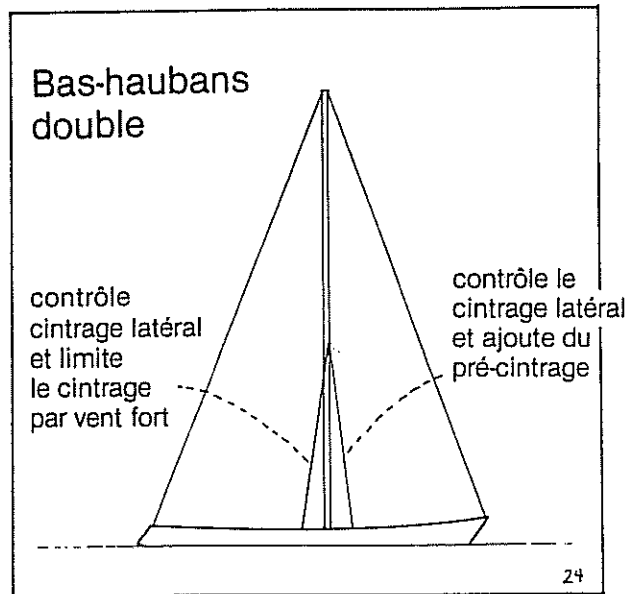
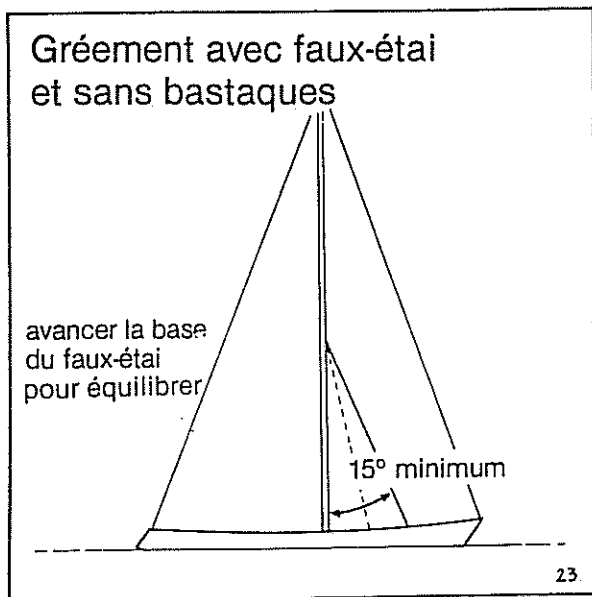


**Etape 3.** Vous devriez maintenant être en mesure d'obtenir le réglage opposé—un mât droit avec un minimum de mou de l'étai—pour vous permettre de porter un génois léger à la limite. La tension du pataras doit être assez élevée pour éliminer le mou et la tension de la bastaque suffisante pour redresser un espar (fig. 21).

Remarque: Un gréement de haute performance soumis à une lourde charge de compression des haubans peut se décentrer lorsque vous naviguez dans les vagues. Raidissez le gréement en prenant le mou des bastaques ou du faux-étai, selon le cas.

**Faux-étai sans bastaques.** Sans bastaques, vous n'avez aucun moyen de limiter le cintrage excessif. Vous devez donc réduire le pré-cintrage de 40 à 20% du cintrage maximum sécuritaire (fig. 22). Avec moins de pré-cintrage, le gréement a moins tendance à s'affaisser avec un maximum de tension sur le pataras mais il est par contre beaucoup plus difficile de le cintrer avec le faux-étai. Lorsque le faux-étai est tendu, il devrait avoir un angle de 15° de la verticale pour avoir assez de force de levier (fig. 23).





**Bas-haubans doubles.** Les bas-haubans avant produisent un cintrage longitudinal et éliminent le cintrage latéral alors que les bas-haubans arrière limitent le cintrage dans les grands vents (fig. 24). Il est difficile d'ajuster les haubans—il faut donc régler la tension des bas-haubans avant comme indiqué dans la section sur le cintrage latéral. Ensuite, régler les bas-haubans arrière juste assez pour avoir un cintrage complet dans les grands vents avec la tension maximum du pararas.

*Notes*

*Notes*

*Notes*

## EXERCISES

### Partie 1 Compléter.

1. La tension du pataras influence *tenue de* et *centre du mât*
2. La tension de la bastaque sur un gréement de tête de mât influence *centre du mât*
3. La tension de la bastaque avant sur un gréement fractionnel influence *tenue de*
4. Sur un gréement à une seule barre de flèche avec des bas-haubans arrière et avant, tendre le bas-hauban arrière déplace le milieu du mât à *l'avant* et *à l'arrière*

### Partie 2 Répondre brièvement.

5. En quoi l'inclinaison latérale fait-elle défaut? *→ qit (quêter le vent)*
6. Durant la saison, vous décidez de donner une quête de quelques pouces de plus vers l'arrière. Comment devriez-vous ajuster les étambrais et la position de l'emplanture pour conserver la même inclinaison? *→ centre (renfer érabier, avec l'uplatine)*
7. Est-ce conseillé de donner un angle à l'emplanture d'un mât de deux tonnes? Pourquoi?  
*mât trop lourd → pas*

8. Vous naviguez sur un bateau dont le mât est emplanté dans la quille et avec un gréement à double barre de flèche, des bastaques et un faux-étai.

a) Si vous remontez au vent et que la tête de mât semble s'incliner sous le vent, que devriez-vous faire? *tendre les gelhansons (mât avant à 20° qft)*

b) Vous naviguez au près dans de grands vents avec un faux-étai très tendu pour donner du cintrage mais le mât se déplace sur l'avant et l'arrière. Que devriez-vous faire?

*Relâcher le hantique*

9. Comment pouvez-vous déterminer la tension maximum d'efficacité de l'étai?

*An fn de 20 nds apparents,*

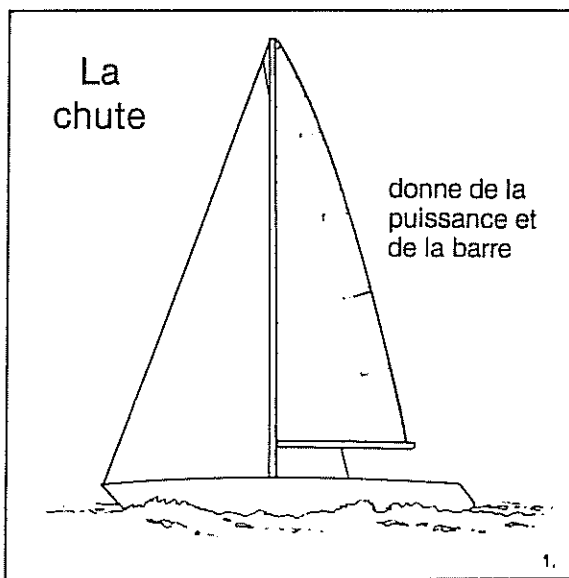
*tension max = étai tendu*



## REGLAGE DE LA GRAND-VOILE

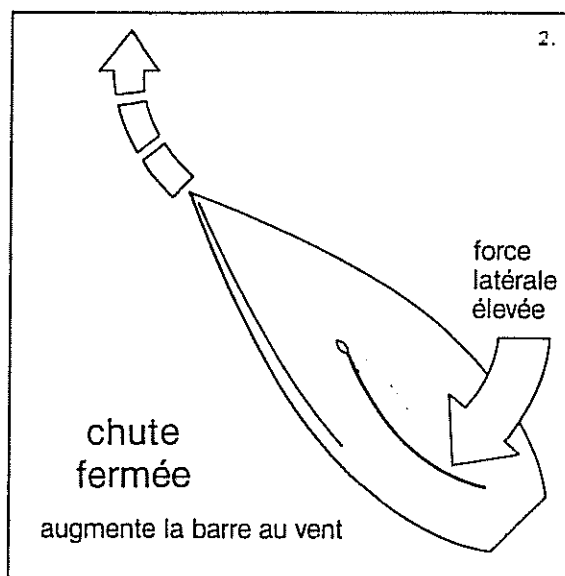
Un fabricant de voile a déjà dit: "Régler le devant du génois et l'arrière de la grand-voile." Ce chapitre mettra donc l'accent sur l'arrière de la grand-voile.

La chute est la partie de la voile soutenue par les lattes (fig. 1). Elle frappe le



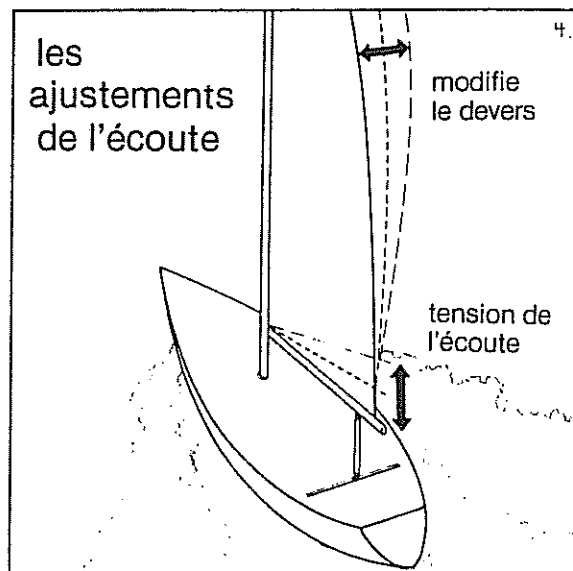
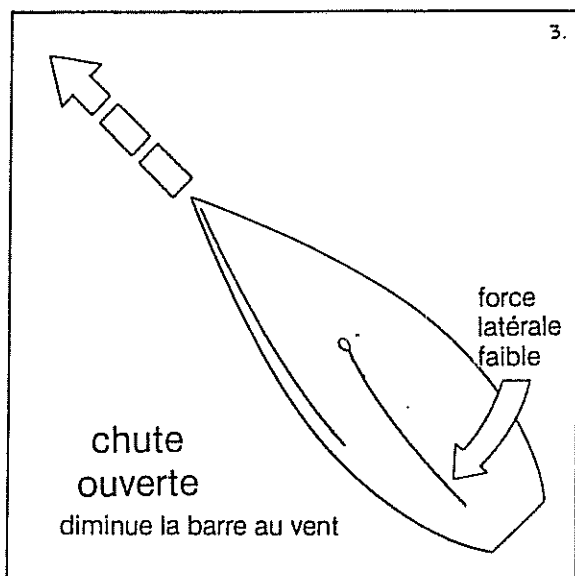
courant d'air, agissant comme un indicateur de réglage pour préciser la tendance directionnelle du bateau.

Une chute fermée ou serrée développe une grande force latérale sous le vent à l'arrière du bateau, déplaçant ainsi l'avant du bateau au vent et le rendant ardent (fig. 2). Une chute ouverte et relâchée permet au vent de circuler facilement dans la grand-voile sans produire autant de force latérale (fig. 3). Vous avez donc un bateau moins ardent. De plus, l'ouverture de la chute diminue la résistance. Une chute ouverte convient pour s'éloigner du vent et une grand-voile avec une chute serrée et un bateau ardent vous permet de remonter plus au vent, malgré une perte relative de vitesse due à une plus grande résistance. Vous devez toujours garder à l'esprit l'importance de la chute lorsque vous étudierez les étapes de réglage. Alors que nous mettons l'accent sur le guindant du génois en le réglant en fonction de la force propulsive, la chute de la grand-voile est réglée en fonction de la barre.



Cette méthode de réglage est divisée en 5 étapes—formant un cheminement critique de réglage—que vous devrez revoir continuellement. Ce cheminement présente chaque étape dans l'ordre qui devrait être suivi à chaque fois que vous effectuez un réglage. Nos commentaires expliquent tout en détail et la carte de courant à la fin du chapitre illustre les inter-relations des étapes. Lorsque vous effectuez un ajustement, vous obtenez une réaction principale et plusieurs réactions secondaires. Par exemple, modifier la tension de l'écoute de la grand-voile affecte en premier lieu le devers, mais le creux, la largeur du couloir d'air et la barre subissent aussi des modifications. Pour vraiment comprendre la réglage de la grand-voile, prenez bien le temps de faire les liaisons entre chaque étape.



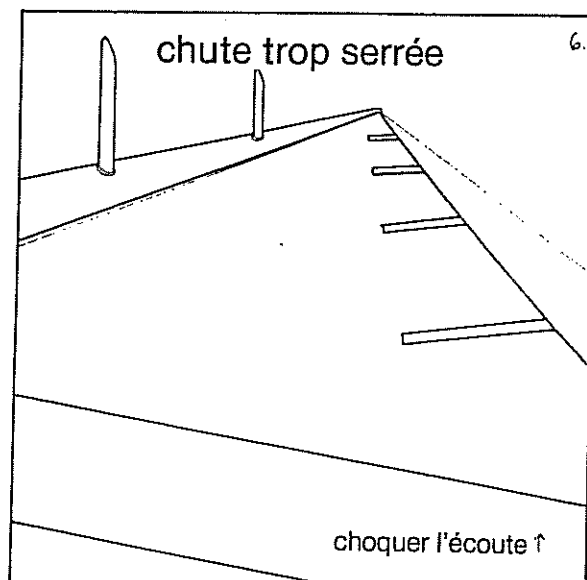
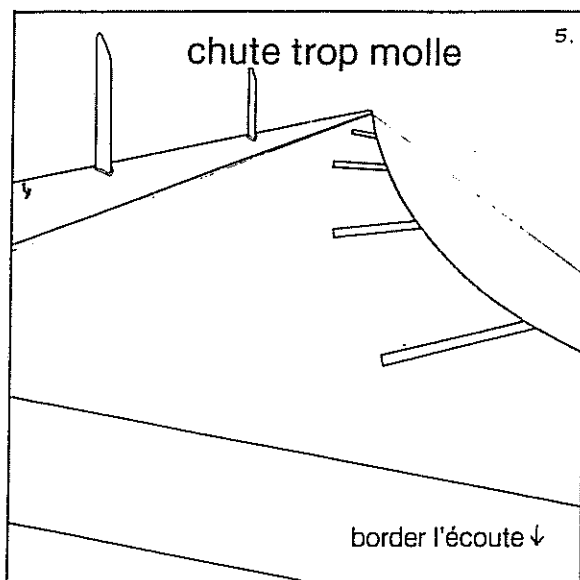


Voici les 5 étapes de réglage:

1. Etablir le devers avec l'écoute de grand-voile.
2. Etablir le creux avec le cintrage du mât, l'étaillage et le ris de fond.
3. Etablir la position du creux avec le cunningham.
4. Etablir l'équilibre de la barre avec la barre d'écoute.
5. Enfin, effectuer le réglage final de la grand-voile pour obtenir la puissance désirée ou réduire la surface de la voile si le bateau est trop chargé.

## LE RÉGLAGE DE LA GRAND-VOILE

**Etape 1.** Etablir le devers avec l'écoute de la grand-voile. L'écoute de la grand-voile règle le devers (le changement des angles respectifs des cordes de haut en bas de la voile). N'oubliez pas le principe "régler le devant du génois et l'arrière de la grand-voile" et il vous paraîtra logique d'accorder plus d'importance au guindant du génois pour régler son devers et à la chute pour le devers de la grand-voile. Le guindant de la grand-voile n'est pas un bon indicateur car il est situé dans un courant d'air troublé et qu'il subit les turbulences causées par le mât.

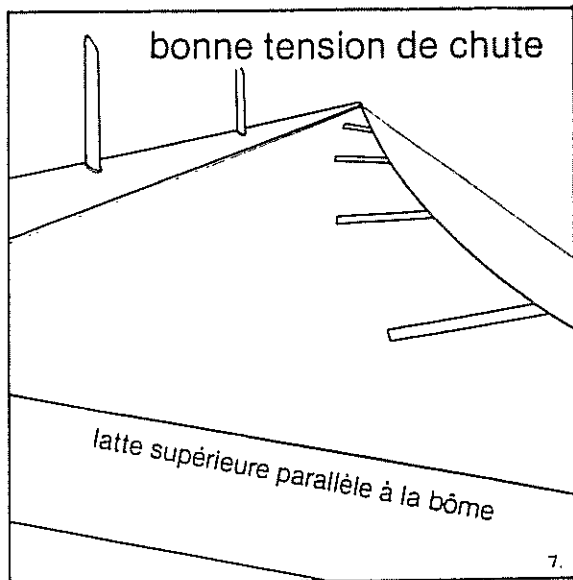


Etablir le devers avec l'écoute pour que la latte supérieure soit parallèle à la bôme. L'angle formé par la latte supérieure par rapport à la bôme n'indique pas vraiment le devers (l'angle de la latte et celui de la corde sont différents) mais il vous donne tout de même une bonne idée. Lorsque vous bordez l'écoute, le devers de la voile diminue (fig. 4) et l'angle de la latte est réduit jusqu'à ce que la latte soit parallèle à la bôme (fig. 5). Si vous bordez plus encore, vous éliminez le devers et fermez le haut de la chute et pousserez la latte supérieure au vent (fig. 6). Choquer l'écoute donne le résultat opposé (fig. 7).

Le réglage idéal pour la majorité des bateaux est de régler la latte supérieure parallèle à la bôme. Ceci est une des règles de l'ajustement de la grand-voile.

**Quand profiter au maximum du réglage.** Sur un bateau avec un gréement en tête de mât, vous pouvez presque toujours réussir à pousser la latte un peu au vent et à resserrer le haut de la chute avec l'écoute, spécialement dans les vents moyens et une mer calme. Un génois de hauteur maximum dirige le couloir d'air du côté sous le vent en haut de la chute et réduit le danger de perte d'efficacité. Dans une mer calme, décharger le haut de la grand-voile augmente la force propulsive et vous permet de remonter davantage dans le vent. Sur un gréement fractionnel, le génois ne dirige pas de couloir d'air dans le haut de la grand-voile. Il se peut que vous ayez à choquer l'écoute pour ouvrir la chute.

Dans le clapot, après un virement de bord



et dans peu de vent, choquez l'écoute pour ouvrir un peu la chute. Au contraire, fermez le haut de la chute et réduisez le devers lorsque vous avez besoin de pointer au maximum dans les vents modérés ou dans une mer calme.

**Facteur affecté:**

Devers

**Réglé par:**

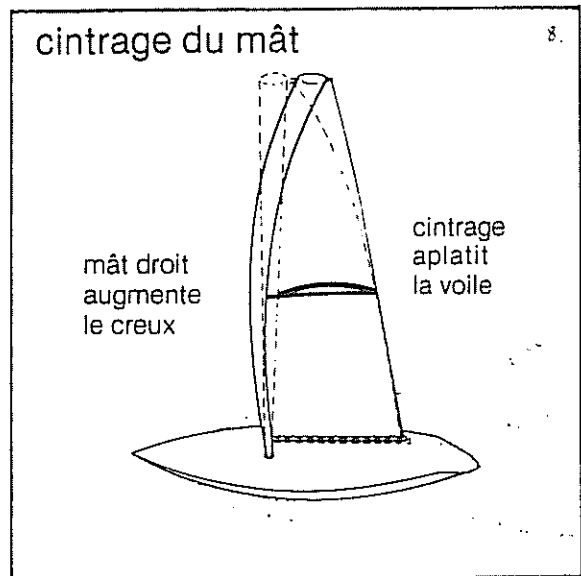
L'écoute de la grand-voile

**Réaction principale:**

- la tension de l'écoute réduit le devers et diminue l'angle de la latte supérieure avec la bôme.

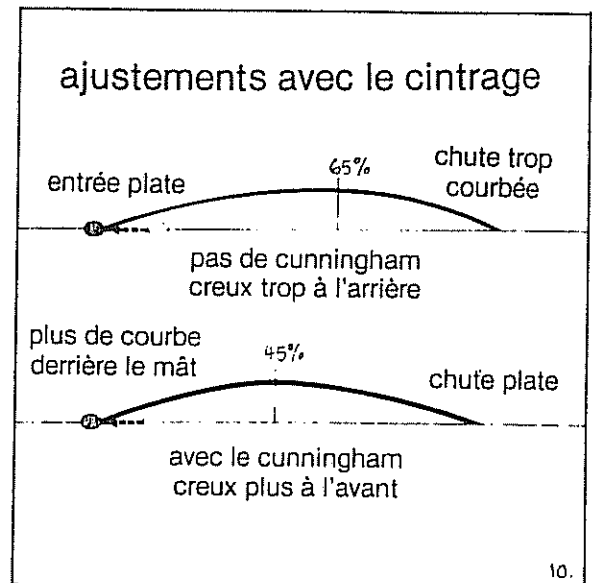
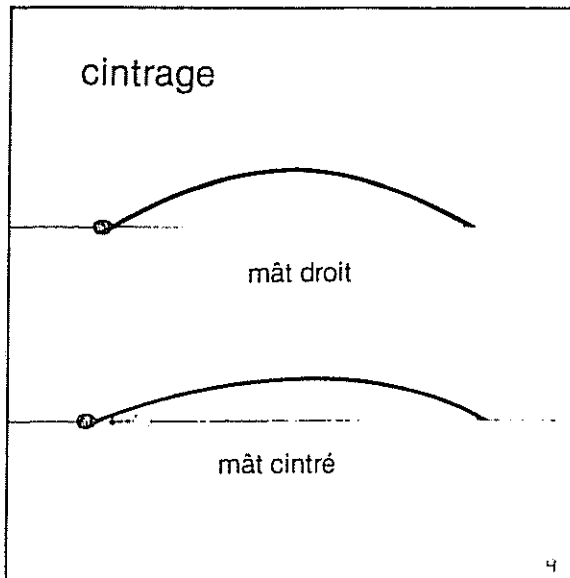
**Réactions secondaires:**

- La tension de l'écoute ferme la chute, ce qui augmente la barre au vent.
- La tension augmente le creux dans la partie supérieure de la voile.



**Etape 2.** Etablir le creux avec le cintrage du mât, l'étauage et le ris de fond.

Le cintrage du mât affecte le creux dans les 2/3 supérieurs de la grand-voile. Cintrer le mât éloigne le guindant de la chute, aplatit la voile, ouvre la chute et déplace de creux (fig. 8 et 9). Si vous cintrerez le mât seulement pour aplatir la voile (ce qui est souvent le cas), vous devrez éliminer les réactions secondaires (fig. 10). Premièrement, le cintrage du mât redistribue les charges qui rayonnent du point d'écoute—allonger la distance entre le point d'écoute et le milieu du guindant permet d'ouvrir la chute. Bordez l'écoute pour raidir encore plus la chute. Deuxièmement, le cintrage du mât aplatit le guindant. Etauagez le cunningham pour redonner de la courbure au guindant.

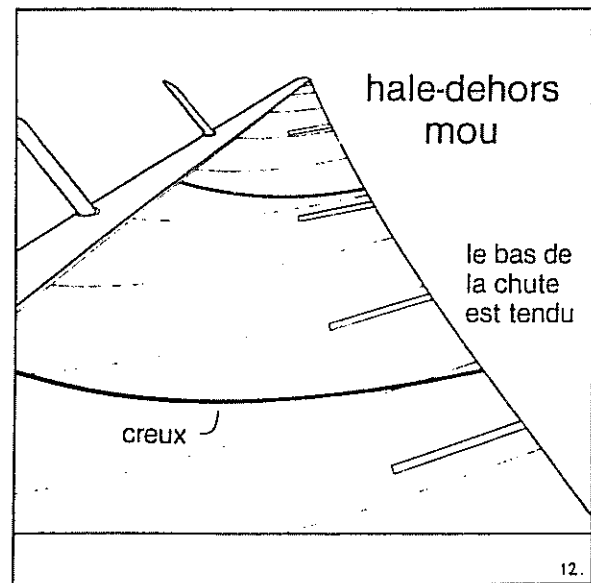
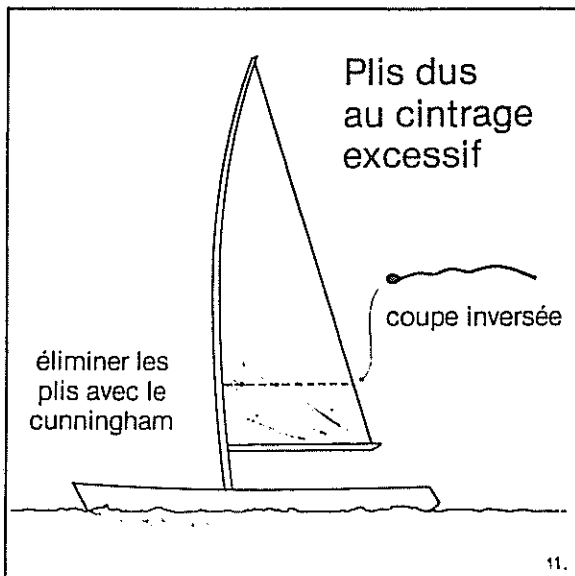


Une bonne grand-voile devrait s'aplatir lorsque le mât est bien cintré. Avec une écoute et un cunningham tendus, le creux de la grand-voile devrait être réduit à 8%. La grand-voile aura ainsi le réglage idéal pour les grands vents et une mer calme et s'établira derrière le mât sans fasseyer ou créer de résistance.

Des faux-plis dus au cintrage excessif qui s'étendent du point d'écoute au mât se forment lorsque le cintrage du mât est plus grand que la courbe du guindant de la voile (fig. 11). La forme de la grand-voile est inversée et la chute s'éloigne de ces longs plis

diagonaux. Inverser la grand-voile peut être un moyen radical de décharger le bateau dans de grands vents et avec des voiles avec peu l'allongement. Par contre, la facilité à pointer en est souvent trop altérée. Les grand-voiles avec un grand allongement sont plus sensibles au cintrage excessif parce que la même quantité de cintrage a un pourcentage plus élevé que la longueur de corde.

Le cintrage du mât est parfois nécessaire par vents légers ou violents. Pour des raisons aérodynamiques, un vent qui se déplace lentement demeure plus facilement attaché à une voile dont la chute est plate et ouverte qu'à une voile avec un grand creux. Puisque le vent n'est pas assez fort pour cintrer le mât par vents légers, plusieurs grand-voiles seront trop profondes. Il faudra donc donner du pré-cintrage au mât en tendant le gréement comme décrit dans le chapitre sur le réglage du mât, jusqu'à ce que le creux diminue à 14 ou 15%.



**Facteur affecté:**

Le creux dans les 2/3 supérieurs de la voile

**Réglé par:**

Le cintrage du mât

**Réaction principale:**

- Le cintrage du mât aplatit les 2/3 supérieurs de la voile.

**Réaction secondaire:**

- Le cintrage du mât recule le creux en éliminant la courbe du guindant.
- Le cintrage ouvre le couloir d'air en déplaçant le guindant au vent.
- Le cintrage augmente le devers et ouvre la chute en redistribuant les charges de la chute au milieu du guindant.
- Le cintrage réduit l'ardeur du bateau en ouvrant la chute.

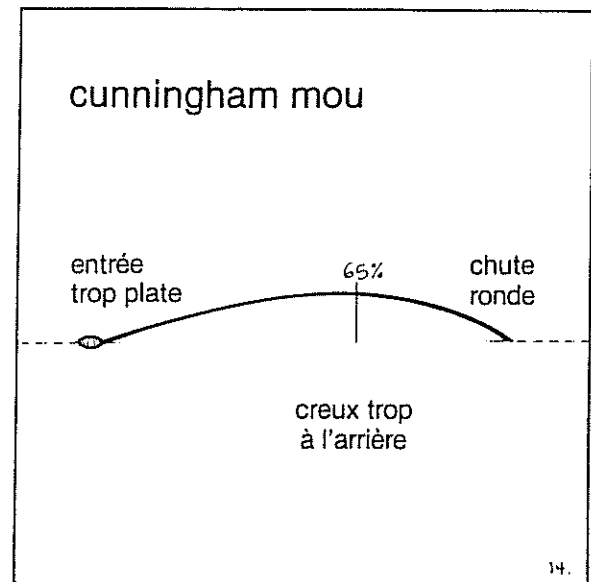
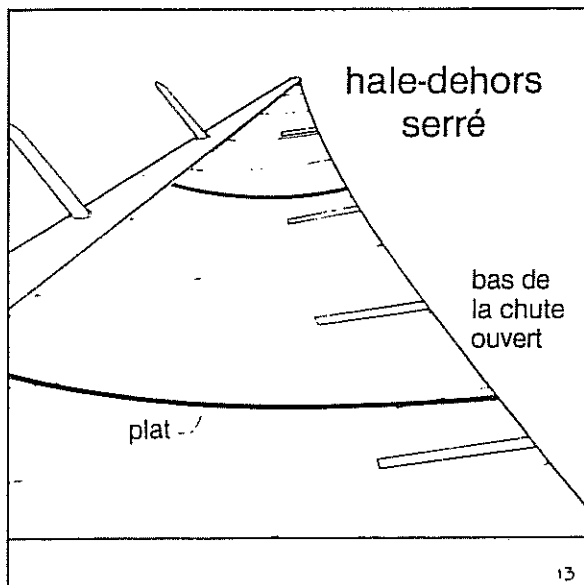
Le rôle de l'étarquage de bôme de la grand-voile est de déplacer le creux du tiers inférieur de la voile (fig. 12 et 13) et de modifier la rigidité de la chute. Relâcher l'étarquage creuse la bordure qui à son tour ferme le bas de la chute. Ces changements sont observables de deux façons: soit en se plaçant en avant de l'étai ou sous la bôme. Comparez l'angle de la latte inférieure avec la bôme.

En modifiant la couture courbée de la bordure, le ris de fond aplatit la bordure encore plus que l'étarquage (même s'il est tendu au maximum). Ensemble, l'étarquage et le ris de fond permettent trois ajustements de base pour naviguer au près:

**Vent léger**—Relâcher l'étarquage et ouvrir partiellement la bordure.

**Vent moyen ou modéré**—Tendre l'étarquage et fermer la bordure.

**Vent violent**—Prendre le ris de fond et aplatir la bordure au maximum.



Si la mer est formée comparativement à la force du vent, relâcher un peu l'étarquage pour obtenir plus de puissance: si la mer est calme comparativement au vent, une brise de large par exemple, aplatir la voile afin de réduire la résistance.

L'étarquage ayant un effet direct sur la tension de la chute inférieure, il affecte la barre.

#### Facteur affecté:

Le creux du tiers inférieur de la voile

#### Réglé par:

L'étarquage de bôme et le ris de fond

#### Réaction principale:

- L'étarquage de bôme aplatit le tiers inférieur de la grand-voile.

#### Réaction secondaire:

- La tension de l'étarquage ouvre le bas du couloir d'air.
- La tension de l'étarquage ouvre le bas de la chute et réduit ainsi l'ardeur du bateau.

**Etape 3.** Ajustez la localisation du creux avec le cunningham. Tendez le cunningham

jusqu'à ce que la position du creux soit à 50%. Utiliser le Sailscope pour localiser le creux.

La tension du cunningham règle la position du creux—l'étarquer pour avancer le creux, le relâcher pour le reculer (fig. 14, 15 et 16). Dans la brise, utilisez le cunningham au maximum pour éliminer les faux-plis dus au cintrage excessif du mât et pour essayer d'avancer le creux à 50%. Dans les vents légers, relâchez le cunningham jusqu'à ce que des faux-plis apparaissent sur le long du guindant et que le creux recule à 55%.

#### Facteur affecté:

La localisation du creux

#### Réglé par:

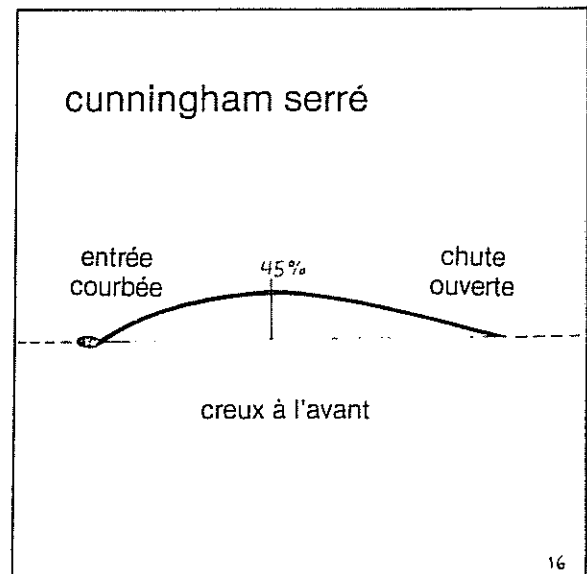
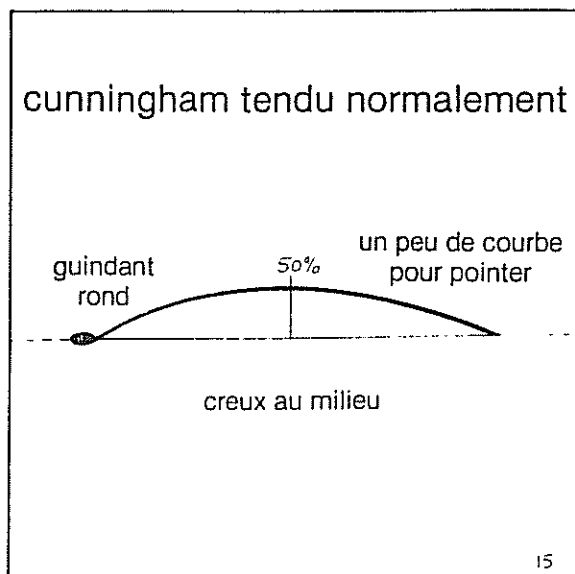
La tension du cunningham

#### Réaction principale:

- La tension du cunningham avance le creux.

#### Réaction secondaire:

- La tension ouvre la chute et réduit l'ardeur de la barre.



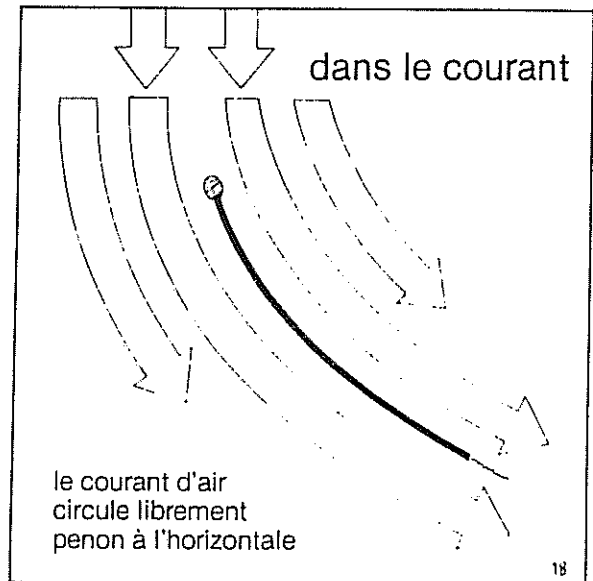
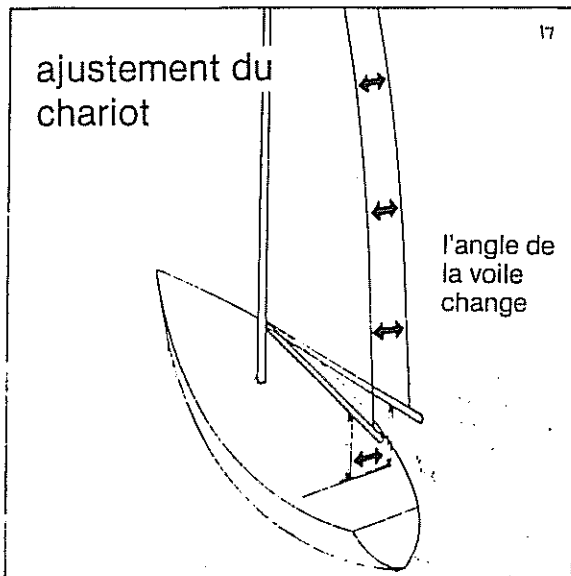
**Etape 4.** Equilibrer de la barre avec la barre d'écoute.

La barre d'écoute règle l'angle de la grand-voile avec l'axe du bateau et avec le vent (fig. 17). Ne jamais régler la barre d'écoute pour que la bôme soit au vent de l'axe. Par contre, ne pas trop relâcher la bôme pour que le génois crée une poche de turbulence. A l'intérieur de ces limites, réglez méticuleusement le chariot de la barre d'écoute jusqu'à ce que le penon de la latte supérieure flotte dans le vent (fig. 18). Ce penon fixé à l'arrière de la latte supérieure et dépassant la voile de 8 à 10 pouces indique si le haut de la chute est efficace. Lorsque la chute est inefficace, les penons sont poussés sous le vent de la grand-voile (fig. 19). Pour rétablir le courant d'air vous devriez relâcher le chariot de la barre d'écoute pour ouvrir la chute. Le penon devrait flotter au vent de 50 à 90% du temps. Lorsque le penon fasseye, vous aurez tendance à pointer plus haut et à être plus lent. Lorsque le penon flotte au vent, la chute produit

moins de force oblique, la barre au vent est moindre, le bateau pointe moins. Essayez différents ajustements et vérifiez l'indicateur de vitesse pour obtenir le meilleur réglage.

Le rapport de la grand-voile avec la barre d'écoute est assez complexe. Considérons que le point de tire du génois est analogue: reculer le point de tire donne du devers au génois comme choquer l'écoute de la grand-voile donne du devers à la grand-voile. Puisque ajuster le point de tire vers l'intérieur diminue l'angle du génois avec l'axe, remonter le chariot d'écoute diminue l'angle de la grand-voile avec l'axe.

**Remarque.** Sur plusieurs bateaux, régler la chariot d'écoute change automatiquement la tension de l'écoute (ce qui n'est pas toujours à votre avantage). Vérifiez votre installation pour vous assurer que la courbe du rail de barre d'écoute ou la came de l'écoute de la grand-voile sont bien posées. Idéalement, vous devriez pouvoir ajuster le chariot sans modifier la tension de l'écoute.



#### Facteurs affectés:

Largeur du couloir et équilibre de la barre

#### Réglés par:

La position du chariot sur la barre d'écoute

#### Réactions principales:

- Baisser le chariot de barre l'écoute ouvre la chute et diminue l'ardeur du bateau.
- Baisser le chariot de barre d'écoute ferme le couloir et augmente les turbulences.

#### Réaction secondaire:

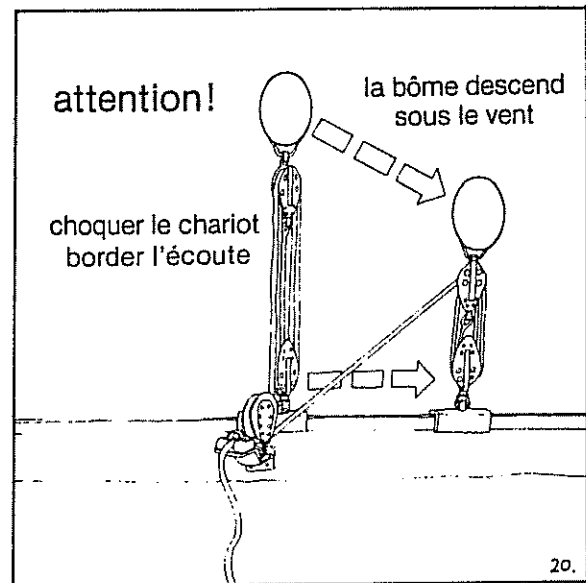
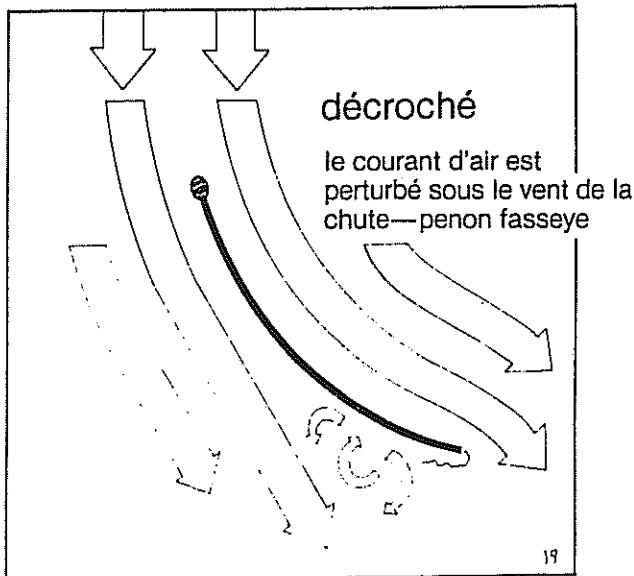
- Baisser le chariot de barre d'écoute diminue la puissance.

**Etape 5.** Faire le réglage final de la grand-voile pour avoir la puissance désirée ou réduire la surface de la voile si la puissance est trop grande.

Le test final et continu du réglage de la grand-voile consiste à mesurer la puissance totale, son effet sur la gîte, la vitesse et la facilité du bateau à pointer. Pour expliquer comment ces facteurs peuvent être mesurés, imaginez que votre grand-voile est réglée idéalement pour naviguer au près dans un vent moyen. Si le vent forçait, vous devriez graduellement décharger la grand-voile premièrement en l'aplatissant avec le cintrage du mât et la tension de la bordure, ensuite en baissant le chariot de la barre d'écoute dans les rafales et finalement en arisant si nécessaire. Mais quand devriez-vous décharger la grand-voile?

Si vous croyez que votre bateau est trop chargé, testez la puissance de la grand-voile avec la vitesse du bateau soit en baissant le chariot sur la barre d'écoute jusqu'à ce que la grand-voile fasseye en grande partie et





observez l'indicateur de vitesse. Si la vitesse du bateau augmente et que vous pouvez pointer, vous êtes trop chargé. Réduisez la surface de la grand-voile si vous ne l'avez pas encore fait. Consultez une autre fois l'indicateur de vitesse pour vérifier si votre vitesse est meilleure avec un ris.

Pour tester la puissance de la grand-voile avec l'ardeur du bateau, mesurez l'angle du gouvernail (voir la chapitre sur la préparation du bateau) requis pour naviguer en ligne droite.

Nous avons convenu que le but du réglage de la grand-voile est d'obtenir l'équilibre idéal de la barre. Rendre une grand-voile plus puissante en augmentant le creux et en fermant la chute et border l'écoute et le chariot d'écoute augmente l'ardeur du bateau. Décharger la grand-voile en ouvrant la chute, en choquant l'écoute et le chariot de la barre d'écoute et en arisant diminue l'ardeur du bateau. Ces ajustements ne font que modifier la puissance totale exercée par

la grand-voile. Modifier sa puissance influence l'équilibre de la barre (le chapitre sur la mécanique des fluides étudie la théorie de l'équilibre de la barre). La plupart des bateaux ont besoin de 3° à 5° de barre pour être convenablement balancés.

#### Facteur effecté:

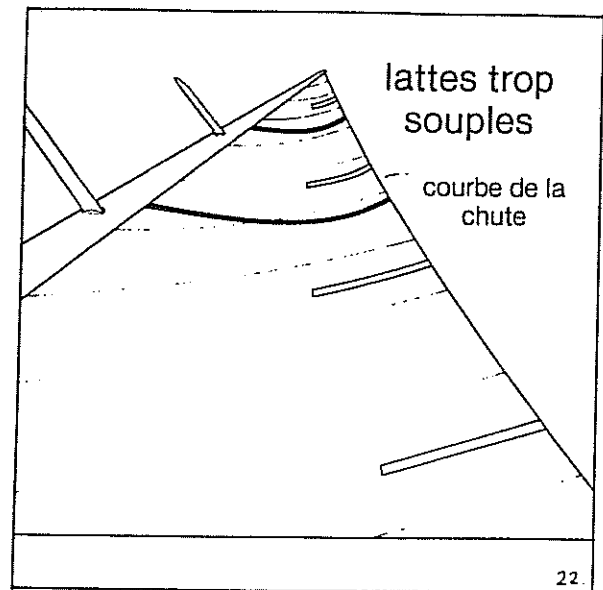
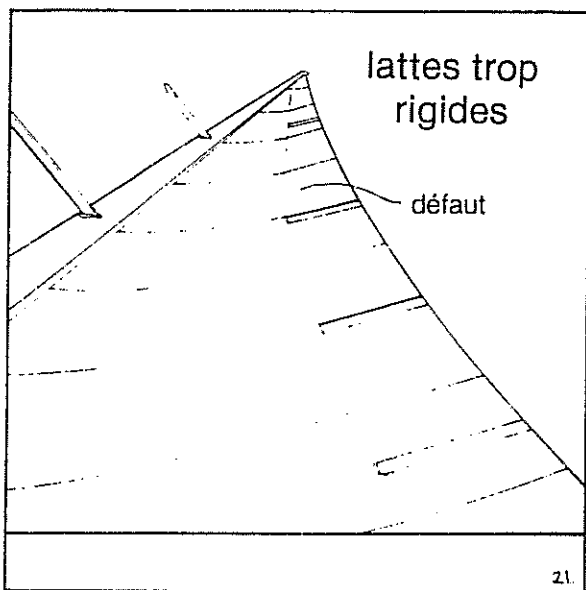
Puissance totale

#### Réglé par:

L'arrisage, le cintrage du mât, la tension de l'étrépage, le chariot de la barre d'écoute

#### Réactions principales:

- Décharger le voile réduit l'angle de gîte.
- Décharger les voiles réduit la vitesse du bateau.
- Décharger réduit une barre trop ardente.



## LATTES

Les lattes devraient supporter le rond sans déformer la voile. Le rond est le tissu supplémentaire dans la chute derrière la ligne droite qui relie le point d'écoute à la tête. Les nouveaux tissus kevlar/mylar permettant au dessinateur d'ajouter plus de rond qu'auparavant, les lattes jouent un rôle plus important. Utilisez des lattes rigides dans les vents violents pour éliminer la courbe de la chute. Utilisez des lattes souples dans les vents légers pour éviter que la voile soit trop rigide à l'avant des lattes. Ayez deux lattes supérieures: une latte flexible et une latte rigide. Si un faux pli se forme entre les lattes, les lattes sont trop souples (fig. 21). Si la courbe dans le haut de la chute est trop formée ou que le bas de la chute ne peut être ajusté dans les vents violents, les lattes sont trop souples. Les grand-voiles à trois ris devraient avoir des lattes très rigides (ou deux lattes attachées ensemble) dans les deux étuis du bas de la voile pour éviter le fasssement causé par le poids des oeillets de ris dans les vents violents.

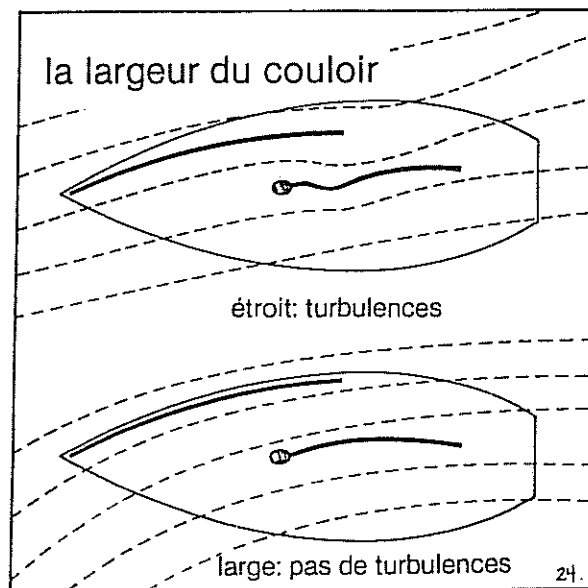
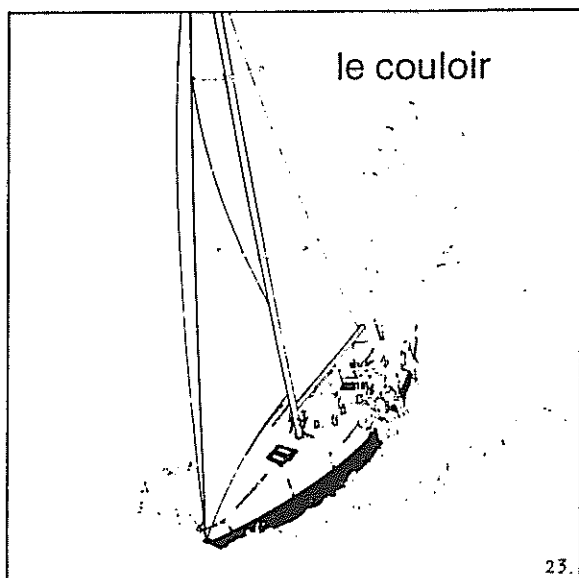
## LE NERF DE CHUTE

Tendre le nerf de chute juste assez pour éliminer le fasssement. Une chute refermée n'est pas très esthétique mais elle n'affecte pas la performance de la voile, alors que le fasssement abîme le tissu de la voile.

## L'INTERACTION GÉNOIS GRAND-VOILE

Après avoir étudié séparément le génois et la grand-voile, vous êtes maintenant prêt à les étudier ensemble. Seules des voiles bien agencées pourront être performantes. Après avoir examiné en détail l'avant du génois et l'arrière de la grand-voile, nous allons maintenant étudier l'arrière du génois et le devant de la grand-voile qui forment ensemble la surface de recouvrement (le couloir).

Le couloir est la surface d'interaction située entre le génois et la grand-voile (fig. 23). Après avoir déterminé la largeur du couloir désirée, réglez les voiles pour obtenir un couloir égal de haut en bas de la voile (fig. 25).



Largeur du couloir est réglée par:

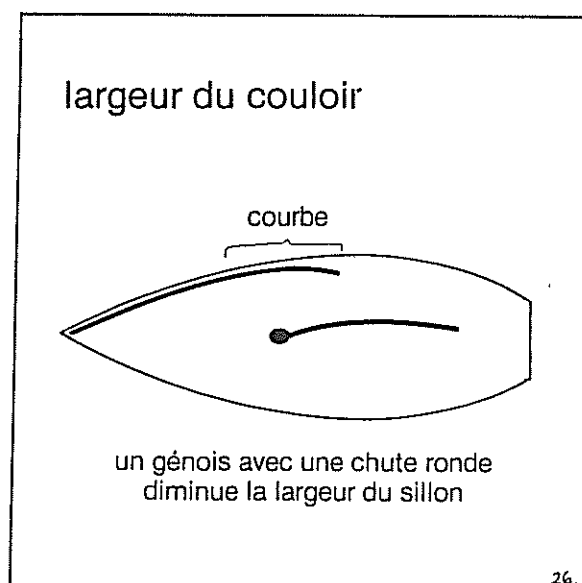
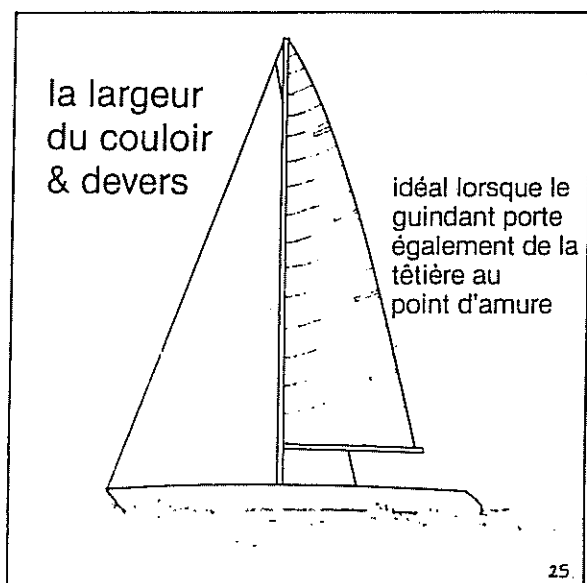
- La barre d'écoute.
- Le creux de la grand-voile (étarquage de bôme, cintrage longitudinal).
- Cintrage latéral du mât.
- Angle de tire du génois.
- Tension de l'écoute du génois.
- Tension de l'écoute de la grand-voile.

Lorsque vous effectuez ces ajustements, vous réglez la grand-voile pour qu'elle travaille avec le génois. Dans les vents moyens et modérés, une grand-voile devrait être gonflée également de la bôme à la tête, et le génois devrait présenter des penons flottant au vent.

Relâchez la barre d'écoute pour vérifier les particularités de la portance, puis réajuster l'écoute et la barre d'écoute. Si le haut de la voile gonfle avant le bas, la voile a trop de devers (réglez l'écoute de la grand-voile). Si le bas gonfle avant le haut de la voile, choquez l'écoute de la grand-voile pour donner plus de devers. Ce gonflement signifie que le couloir est aussi étroit que possible. Beaucoup de turbulences dans la grande-voile indique que le couloir est trop étroit. Pour modifier le couloir:

- Choquer l'écoute du génois.
- Déplacer le point de tire du génois vers l'extérieur.
- Régler la grand-voile (barre d'écoute ou écoute).
- Aplatir la grand-voile ou
- Changer la voile d'étai pour une voile avec moins de recouvrement.

Si aucune de ces solutions n'est efficace, assurez-vous que le milieu du mât n'est pas courbé sous le vent.

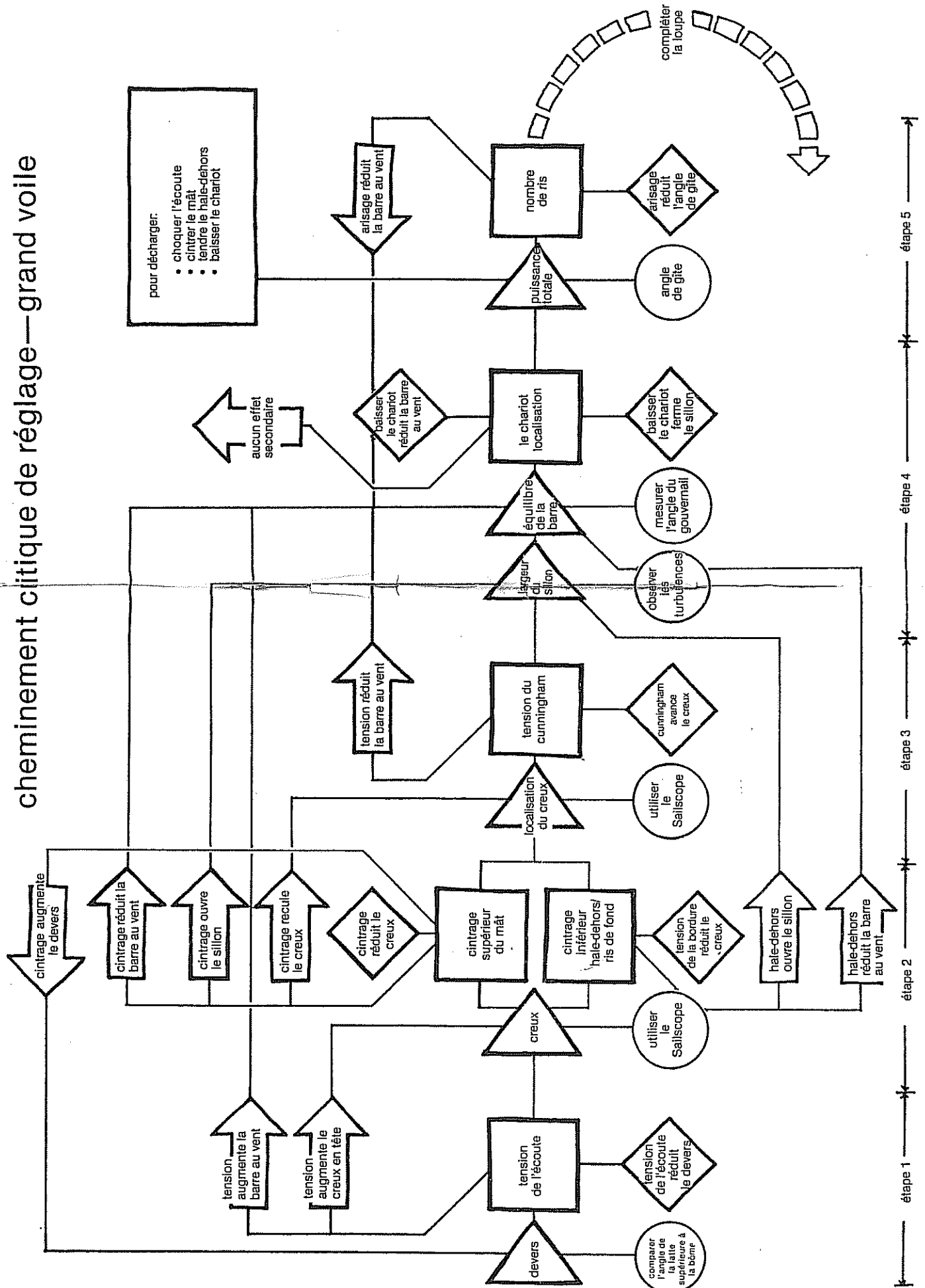


Si les turbulences persistent, vérifier la courbe de la chute du génois (fig. 26). La courbe du 30% arrière du génois projette le vent dans la grand-voile avec la même force qu'un couloir étroit. Les génois avec une chute ronde demandent un angle d'écoute plus large que normal pour compenser. Vous pouvez aussi faire recouper la chute ou acheter une nouvelle voile. Une grand-voile avec une creux placé très à l'avant est plus susceptible de produire des turbulences.

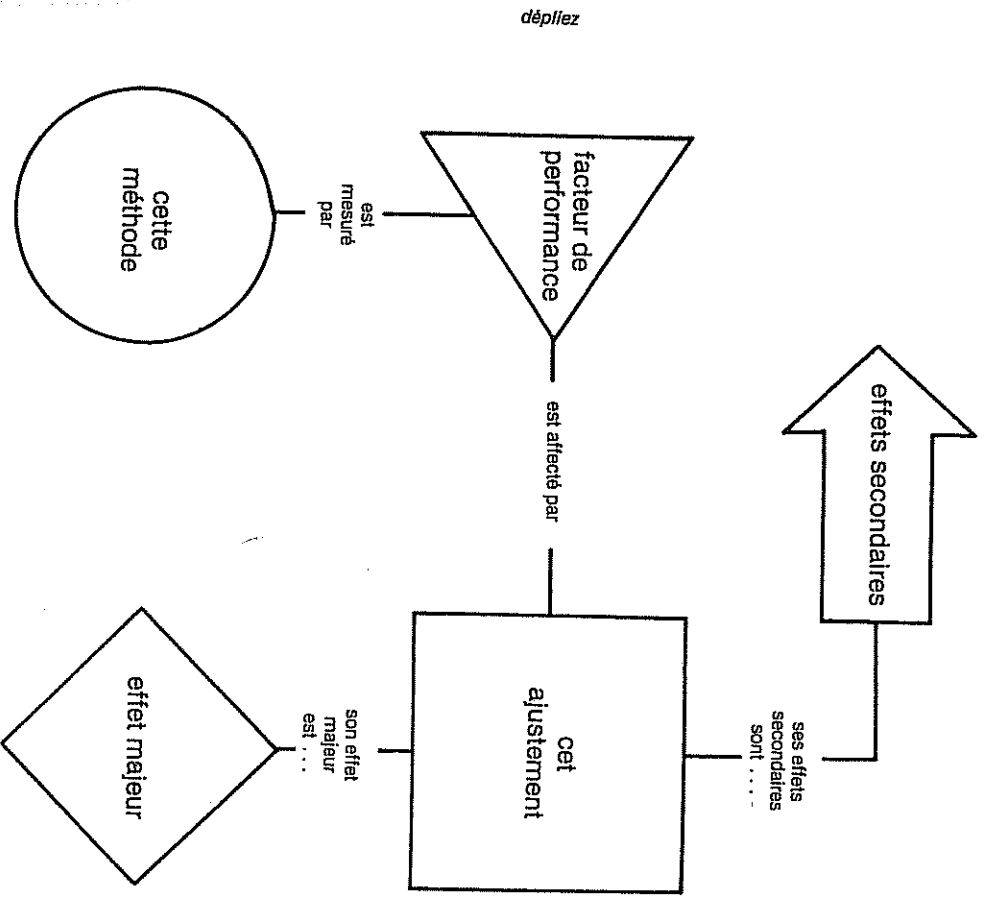
### VENT ARRIÈRE

Relâchez l'étauillage et redresser le mât pour ajouter du creux. Relâchez le cunningham pour conserver la position du creux à 50%. L'étauillage de bôme règle donc la tension de la chute et devrait être réglé jusqu'à ce que le penon supérieur soit à la limite de décrochage. L'écoute de la grand-voile règle l'angle de la voile. Elle devrait être choquée jusqu'à ce que la grand-voile soit à la limite de fassellement.

# cheminement critique de réglage—grand voile



# cheminement critique de réglage



Notes

*Notes*

*Notes*



## EXERCISES

### Partie 1 Compléter

1. La partie la plus importante de la grand-voile est *le chute*
2. Le meilleur réglage de la latte supérieure est *à la bôme*
3. Le devers est réglé premièrement par *tenir écarte*
4. Le cintrage du mât influence premièrement *celui de la 2/3 sup de la voile*
5. Décrire les effets du cintrage du mât pour chacun de ces facteurs
  - a. barre ardente *↓*
  - b. localisation du creux *recule*
  - c. largeur du couloir *'change'*
  - d. creux *↓*
  - e. devers *↓*

### Partie 2 Choix multiple Choisir la meilleure réponse

6. Fermer la chute augmente
  - a. l'ardeur de la barre
  - b. la mollesse de la barre
  - c. la vitesse du bateau
  - d. l'angle de virement de bord
7. Quand devriez-vous régler la latte supérieure pour qu'elle soit au vent de la bôme?
  - a. pour abattre
  - b. pour pointer
  - c. dans une mer calme
  - d. dans une mer formée
  - e. a et c
  - f. b et d
  - g. b et c

**Partie 3 Répondre brièvement.**

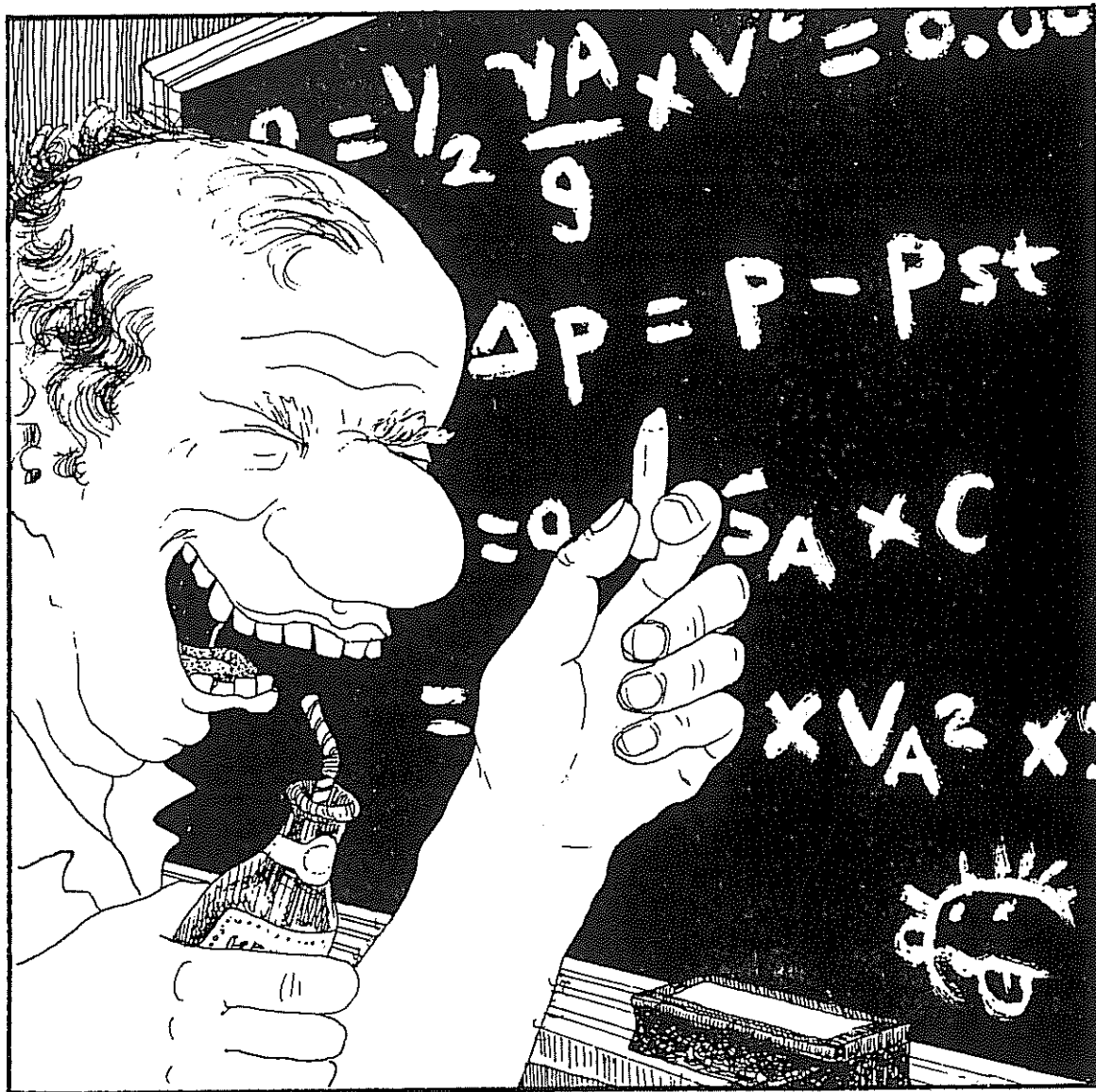
8. Comment pouvez-vous rendre la grand-voile complètement plate?  
*winer, ris de pied, écarter bordée*
9. Comment pouvez-vous vérifier si le couloir est de la même largeur de haut en bas?  
*descente de voil → voil dévoté uniformément*
10. Que faire pour vérifier si vous devez ariser la grand-voile?  
*descente de voil → chute au vent → interne P*

**Partie 4 Répondre vrai ou faux.**

- ✓ 11. Le cintrage du mât diminue l'ardeur de la barre.
- ✓ 12. La tension de la bordure diminue l'ardeur de la barre.
- f 13. La tension du cunningham augmente l'ardeur de la barre.
- f 14. La tension de la bordure ferme le bas de la chute.
15. Le penon de la latte supérieure devrait toujours flotter au vent. → *vent fort  
vent léger cor. de tps*

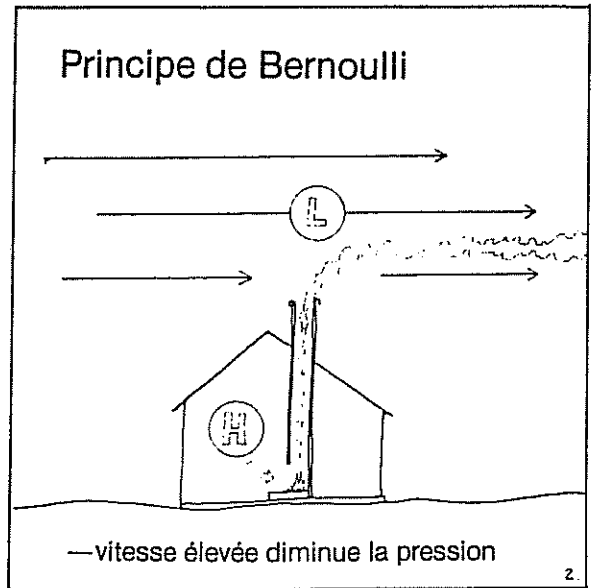
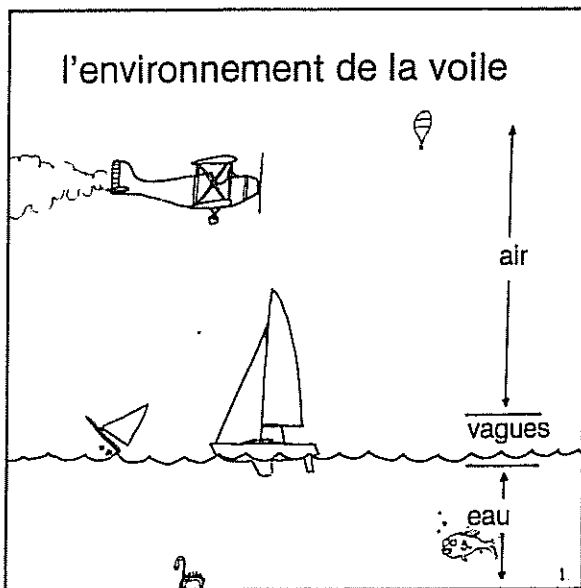
**Partie 5 Se référer aux illustrations des pages 179 à 184 de l'annexe pour les questions suivantes.**

16. Mesurer le creux et sa position au milieu de la bande des illustrations 9 à 12.
17. Comparer la localisation des creux des illustrations 9 et 10 Quel ajustement a été fait?
18. Quel ajustement a été changé pour les grand-voiles no 11 et 12?
19. Comment pourriez-vous changer la forme de la grand-voile no 12 pour pouvoir plus remonter dans le vent? Quel ajustement utiliserez-vous?



## LA MECANIQUE DES FLUIDES

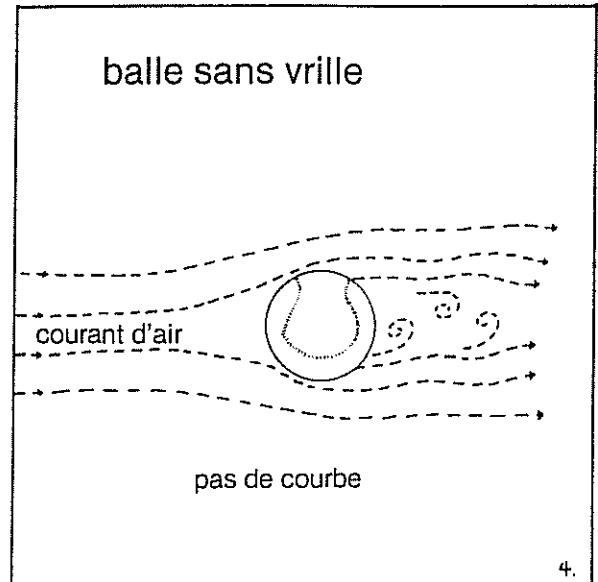
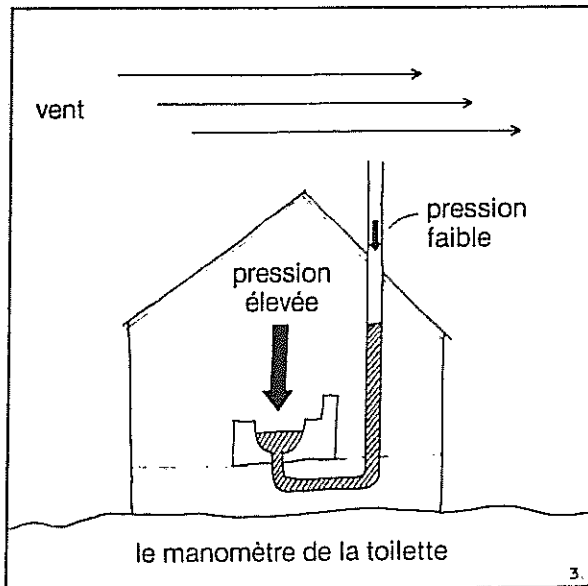
Comparés aux jets modernes, les principes de base de la voile sont plus complexes car contrairement au jet qui est complètement submergé dans un "océan d'air", un voilier flotte sur l'eau et ses voiles entrent en action avec l'air, ce qui a pour effet de créer des vagues sur l'interface des deux fluides



(fig. 1).

Dans ce chapitre, nous aborderons quelques aspects-clés: la portance, la résistance, le courant des fluides, l'équilibre de la barre et l'action du couloir. Il est évident que nous n'étudierons pas ces principes en profondeur—la mécanique des fluides pourrait être l'objet d'un livre à elle seule. Ce livre existe d'ailleurs *Aero-Hydrodynamics of Sailing*, New York, 1979, écrit par C.A. Marchaj qui a étudié pendant plus de 40 ans la théorie de la voile.

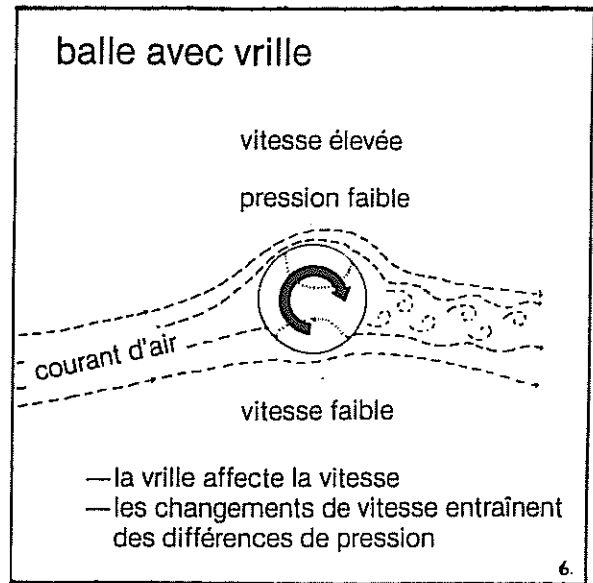
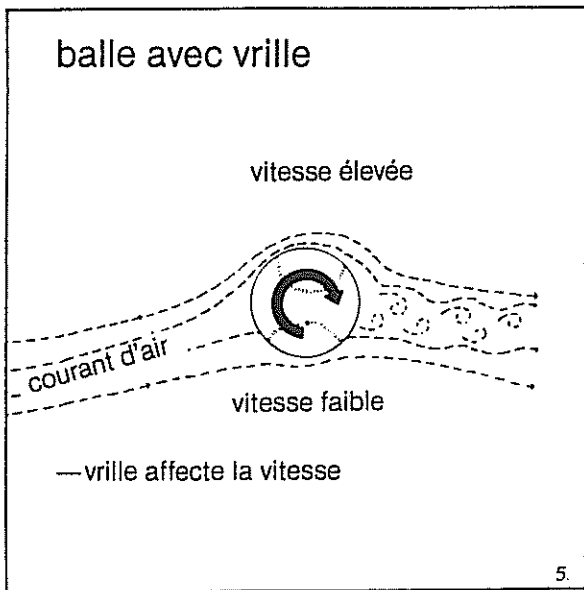
**Le théorème de Bernoulli.** En 1738, Daniel Bernoulli a établi une relation entre la vitesse et la pression des fluides. Pour ce chapitre, nous pouvons résumer ce théorème par: "Plus la vitesse est élevée, moins il y a de pression". Pourquoi? Tout simplement parce que l'énergie totale d'une masse de fluide en mouvement reste constante. Elle peut cependant être distribuée sous trois formes: la vitesse, la pression et la chaleur dont l'action est combinée. Lorsque la différentielle de pression est élevée, la chaleur joue un rôle important (l'air froid qui s'échappe d'un pneu d'automobile le prouve). Mais en ce qui concerne la voile, la température varie à peine. L'énergie est donc partagée entre la vitesse et la pression. En fait, le théorème est une approximation relativement précise de l'ampleur des différentielles de pression contenues dans un bateau naviguant au près.



Voici un exemple qui illustre le théorème de Bernoulli (fig. 2). Un vent fort tire la fumée d'une cheminée plus facilement qu'un vent léger. Pourquoi? La différence de vitesse à l'intérieur et à l'extérieur de la maison produit une différence proportionnelle de pression. Le principe de Bernoulli veut que la pression à l'intérieur de la maison soit plus élevée que la vitesse du vent à l'extérieur. La différence de pression pousse la fumée dans la cheminée.

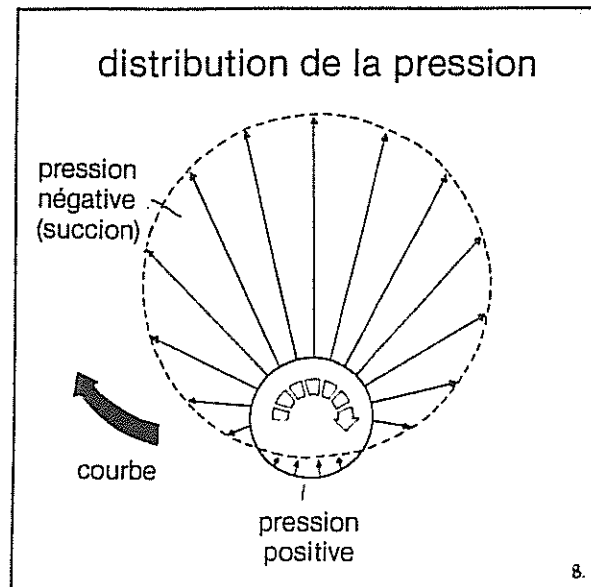
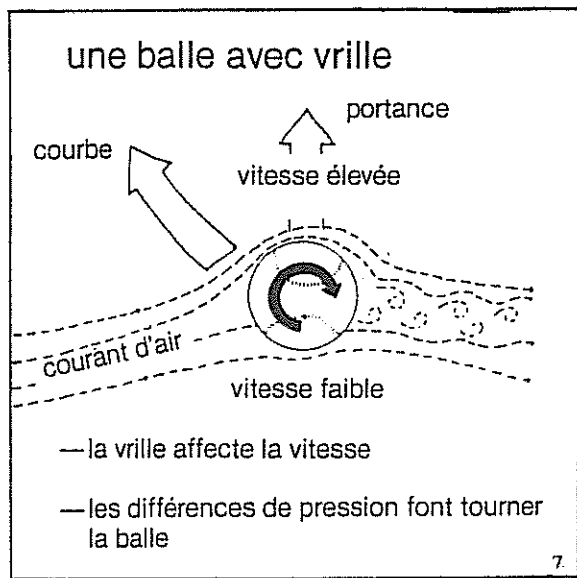
Autre exemple. Avez-vous déjà observé le niveau de l'eau dans une toilette lorsque le vent est fort? Le phénomène est le même que pour la fumée dans la cheminée. La plupart des toilettes sont ventilées par un tuyau qui relie l'extérieur en passant par le toit. Lorsqu'une rafale de vent souffle au travers du toit, la pression d'air extérieure est momentanément diminuée. La pression d'air plus élevée à l'intérieur fait baisser le niveau d'eau dans le bol et l'eau remonte dans le tuyau (fig. 3).

Abordons maintenant la question de la balle de base-ball. Les balles "avec effet" utilisent le principe de Bernoulli à un niveau un peu plus complexe que le bol de toilette. En effet, une balle avec effet dessine une courbe dans l'air. Ce phénomène a une explication très logique.



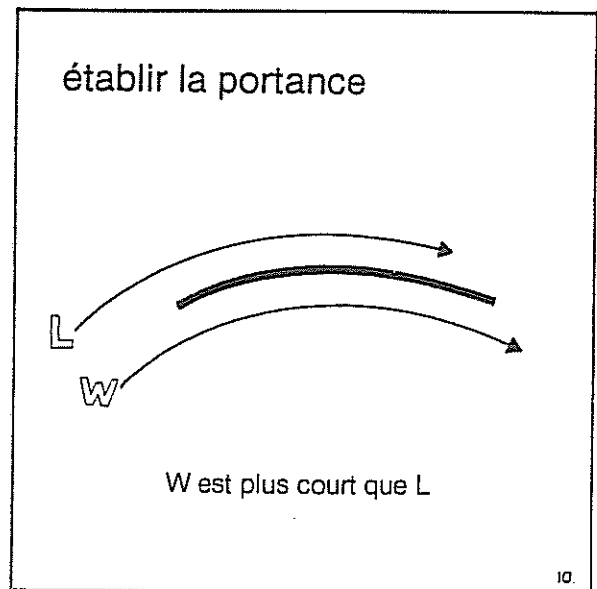
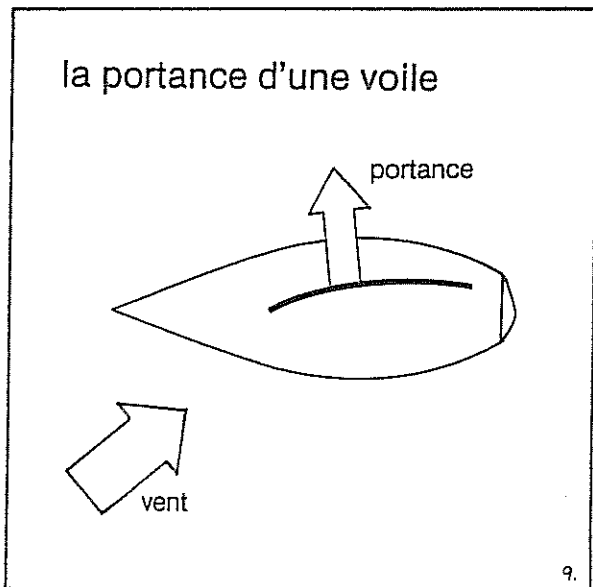
La rotation de la balle à effet crée un courant circulaire. D'un côté le courant est dans le sens du courant libre (le courant créé par le lancement de la balle). Ce courant est situé sur la partie supérieure de la balle. La vitesse totale de ce côté est la somme du courant circulaire et du courant libre. De l'autre côté de la balle, la rotation de la balle crée un courant dans le sens opposé au courant libre. La vitesse totale est la différence entre les courants circulaires et libres.

Une fois la différence de vitesse des côtés de la balle établie, il reste à trouver la différentielle de pression. Puisque la pression est forte là où la vitesse est moindre, la balle s'éloigne du côté où l'air se déplace lentement (donc où la pression est élevée) et est poussée du côté où la vitesse est élevée (la pression est donc moindre) (fig. 4 à 7). Le principe de Bernoulli s'applique une fois de plus: Une vitesse moindre engendre une pression élevée.



La théorie du courant divise le courant en deux composantes: le courant libre derrière la balle et le courant circulaire autour de la balle. La vitesse de la première composante est la vitesse du lancer, disons 80 m/h. La vitesse de la deuxième composante est proportionnelle à la vitesse de la rotation. Il est nécessaire de connaître certaines notions de la théorie du courant pour pouvoir aborder les différents aspects de la mécanique des fluides, que ce soit pour la balle de base-ball ou pour la voile.

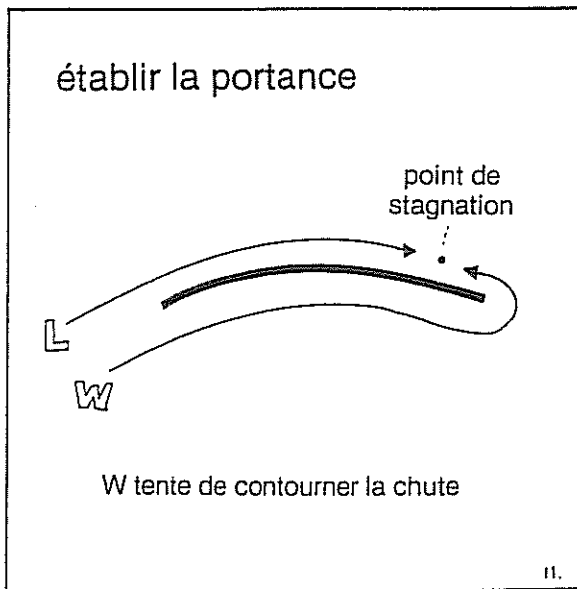
Vous devriez maintenant vous familiariser avec la représentation graphique de la force aérodynamique (fig. 8). Ici, la direction, la force de la traction et de la poussée du vent sont représentées par des flèches superposées sur les contours de la balle. Cette figure illustre clairement un fait. Comme vous pouvez le constater, la trajectoire courbée est produite par la succion du côté où la vitesse est élevée et la pression basse. Ce côté est plus puissant que l'autre côté de la balle (vitesse basse, pression élevée). L'importance du côté où la pression est basse (sous le vent) s'applique aussi pour la voile. Dans des situations difficiles, plusieurs navigateurs disent que "le vent tire".



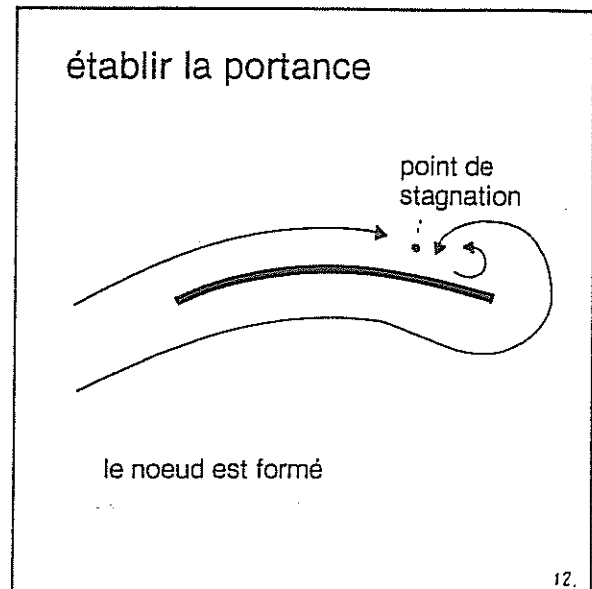
**Portance.** Nous sommes maintenant prêts à étudier le fonctionnement des voiles (fig. 9). Comme pour le base-balle, nous utiliserons le principe de Bernoulli et la théorie de la circulation. Ici, c'est la forme de la voile et non la rotation de la balle qui crée le courant circulaire. Comment le vent peut-il circuler autour de la voile sans mécanisme? Les étapes qui suivent expliquent le comportement du courant lorsqu'il entre en action avec les voiles.

**Etape 1.** Le vent circule tout d'abord des deux côtés de la voile, du guindant à la chute. Une courbe se forme dans la voile et le courant suit les contours de la voile. Le vent sur le côté au vent atteint la chute en premier—la distance est plus courte à parcourir. Cette figure illustre la situation au moment où les premières particules d'air atteignent la chute au vent de la voile (fig. 10) Que se passe-t-il ensuite?

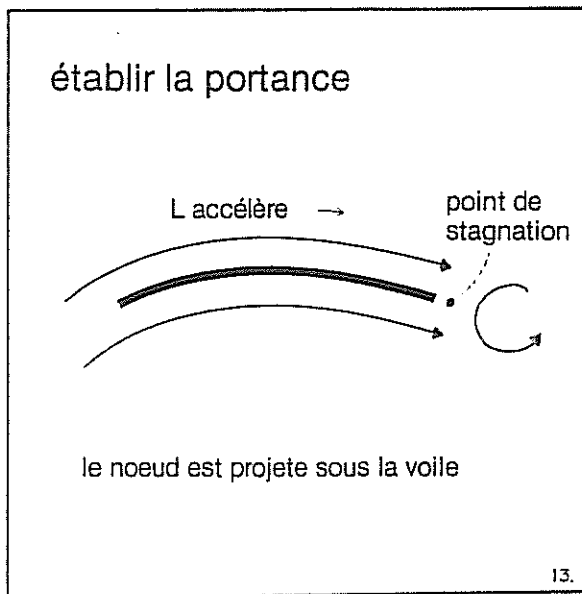




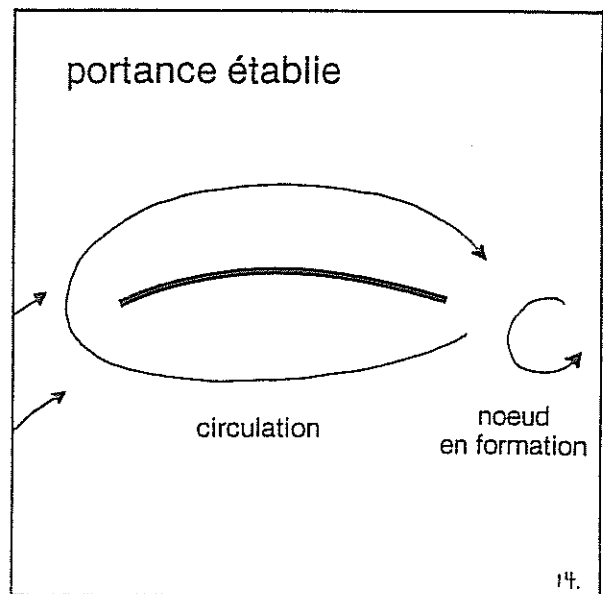
**Etape 2.** Les premières particules d'air sont projetées autour de la chute pour rencontrer le courant d'air sous le vent qui n'a pas encore atteint la chute. Ces deux courants entrent en collision au point de stagnation arrière, soit le point où le courant d'air est nul dans les deux directions (fig. 11). Y-a-t-il un autre point de stagnation dans la voile?



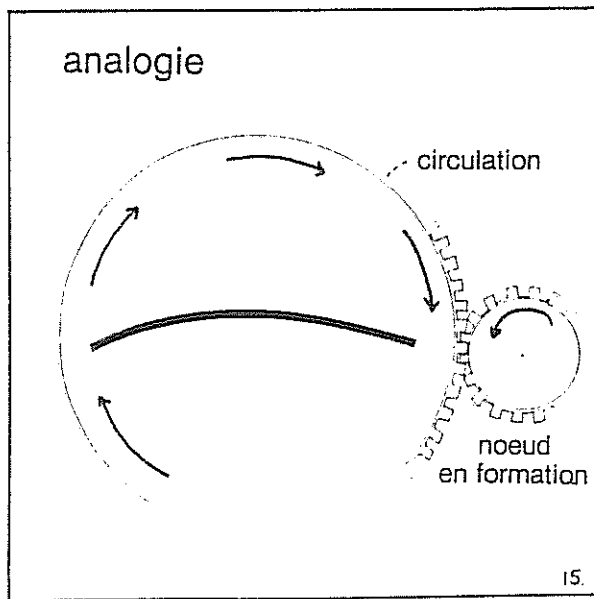
**Etape 3.** Ensuite, un noeud de remous se forme sous le vent de la chute (fig. 12). La figure vous aidera à comprendre cette réaction.



**Etape 4.** Ce noeud est poussé de la voile par le courant libre et le point de stagnation est lui aussi entraîné directement derrière la chute. A partir de ce moment, les particules d'air sous le vent doivent accélérer le long de la face extérieure de la courbe et se déplacer plus rapidement pour rencontrer le courant d'air au vent (fig. 13). Le noeud s'éloigne de la voile en tourbillonnant.

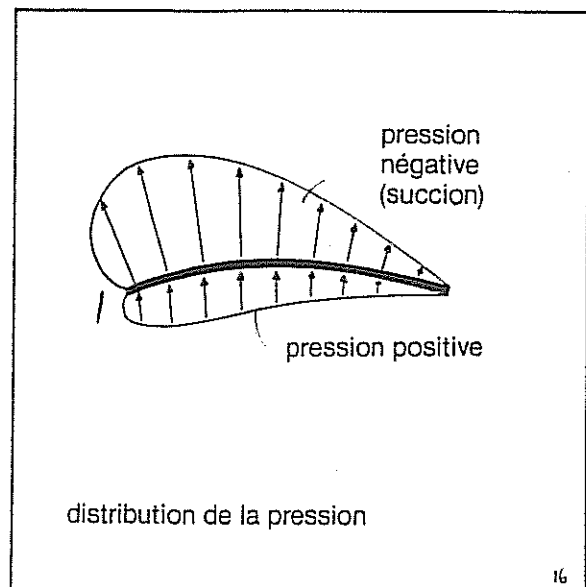


**Etape 5.** Le noeud a maintenant amorcé la circulation autour de la voile (comme le lanceur imprime le courant autour de la balle en lui donnant un effet) (fig. 14). Pour illustrer ce phénomène, imaginez que le noeud est un petit mécanisme qui se met en prise dans un plus grand engrenage afin de créer un mouvement circulaire. Ce courant circulaire combiné au courant libre produit le courant résultant ou total. Le courant circulaire ralentit le courant libre au vent de la voile, créant ainsi une région de basse pression. L'illustration de la distribution de la pression indique que le côté sous le vent de la voile fait le majeure partie du travail comme pour la balle de base-ball. La portance est donc la force totale exercée par un profilé et perpendiculaire au courant du fluide. Dans le cas d'un avion où le courant est horizontal, la portance est une force verticale.



**Portance de la quille.** Les principes énoncés plus haut s'appliquent aussi à la quille. La quille crée une force au vent (en réaction à la poussée de la voile sous le vent). Même si la quille est un profilé épais et qu'elle est submergée dans un liquide, la théorie de la portance ne varie pas.

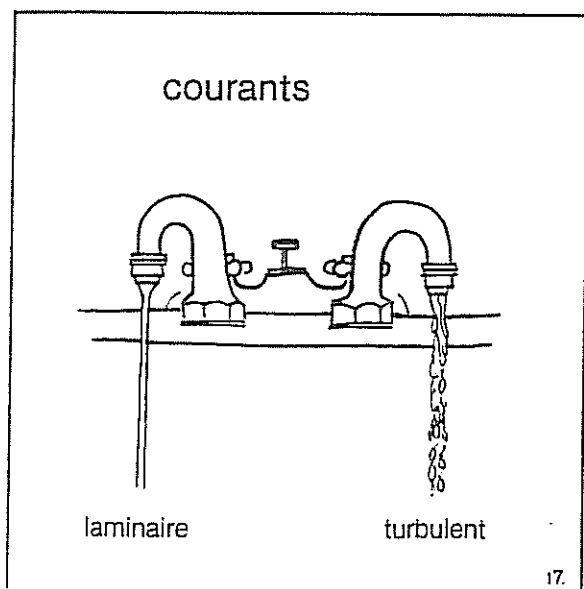
**Résistance.** Même dans les meilleures conditions, la portance n'est jamais parfaite. La résistance accompagne toujours la portance, entraînant l'objet dans le courant. La balle de base-ball ralentit lorsqu'elle heurte le marbre, l'avion a besoin de moteurs pour maintenir son altitude et la vitesse maximum d'un bateau est limitée par la résistance. L'idée est donc d'obtenir un maximum de portance pour un minimum de résistance.



**Courants.** Les deux courants que l'on retrouve à la surface sous le vent sont les courants attachés et séparés. Le courant attaché peut être soit laminaire, soit turbulent.

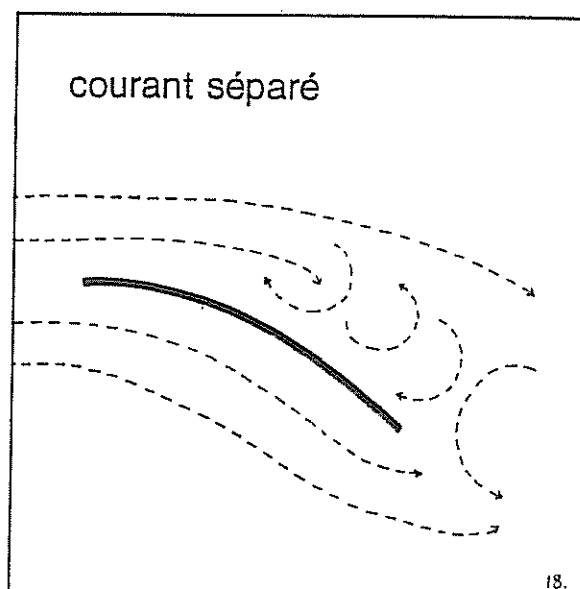
**Écoulement laminaire.** L'écoulement laminaire est formé de couches de fluide qui glissent sur la voile ou la quille sans se mêler. Une bille dans du sirop d'érable est un bon exemple d'écoulement laminaire car l'écoulement est exceptionnellement "pure". Dans certaines conditions, l'écoulement laminaire peut développer un rapport portance/résistance tout à fait extraordinaire.

Cependant, il est très instable, difficile à rétablir et réalisable seulement sur des surfaces planes (pas de bosses et de creux) et lisses (pas de rugosités) et à des vitesses basses, sur le bord d'attaque des profilés ou dans un fluide visqueux (dense). L'écoulement laminaire ne constitue qu'une petite partie du courant de la voile ou de la quille et ce, occasionnellement.



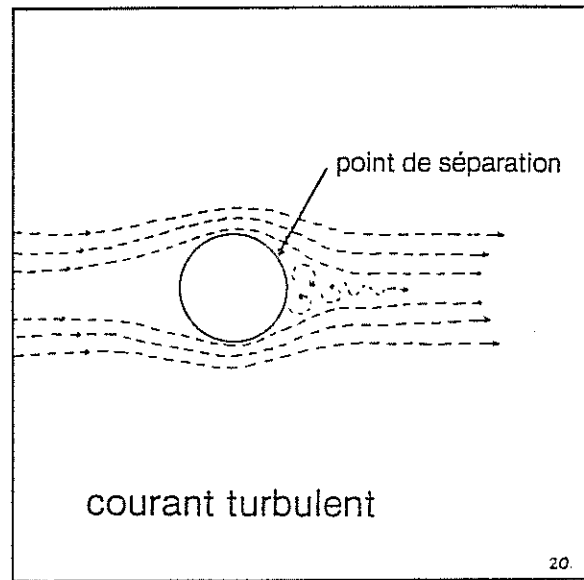
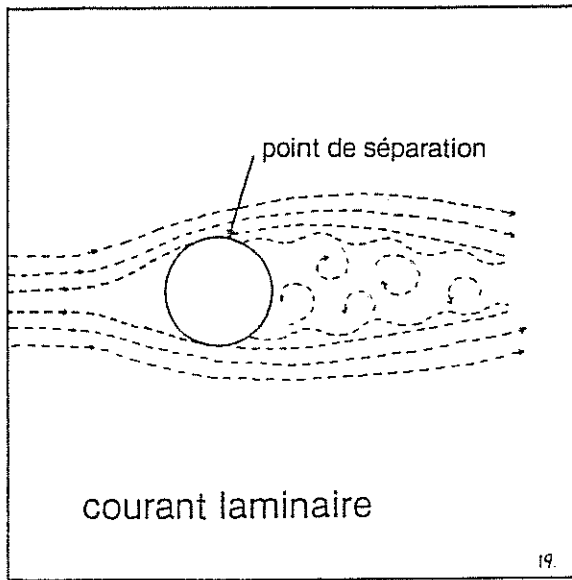
**Écoulement turbulent.** L'écoulement turbulent est un courant plus tolérant. L'écoulement laminaire sur le bord d'attaque d'un profilé se transforme habituellement en écoulement turbulent au milieu du profilé et sur le bord de fuite. Le passage de laminaire à turbulent est facile à représenter: ouvrez un robinet d'eau courante suffisamment pour avoir un mince filet d'eau (fig. 17). Vous obtenez un écoulement laminaire. Maintenant, ouvrez le robinet graduellement, le filet d'eau deviendra éventuellement turbulent. Le courant turbulent est obtenu en augmentant la vitesse du courant.

Le réglage des voiles sert à maintenir le courant attaché. La distinction laminaire-turbulent n'est pas d'une importance capitale pour les navigateurs. Vu la sensibilité du courant laminaire aux perturbations, ce courant est plutôt rare et inconstant pour les voiles ou la quille d'un bateau qui navigue dans les vagues.



**Courant séparé.** Voici maintenant le problème: lorsque vous bordez trop les voiles, que vous donnez des coups de barre ou essayez d'accélérer après un calme en réglant toutes les voiles en même temps, le gouvernail et la quille "décrocheront". Sur un profilé décroché, le courant est séparé de la surface et ne suit plus la courbe (fig. 18). La séparation commence au bord de fuite et progresse vers l'avant. La séparation partielle n'est pas mauvaise ou indésirable. Habituellement, au près et dans un vent moyen, 10 à 20% de la voile a un couloir séparé. Mais lorsque le point de séparation atteint le bord d'attaque du génois et que les penons sous le vent sont instables, la force de portance baisse brusquement.

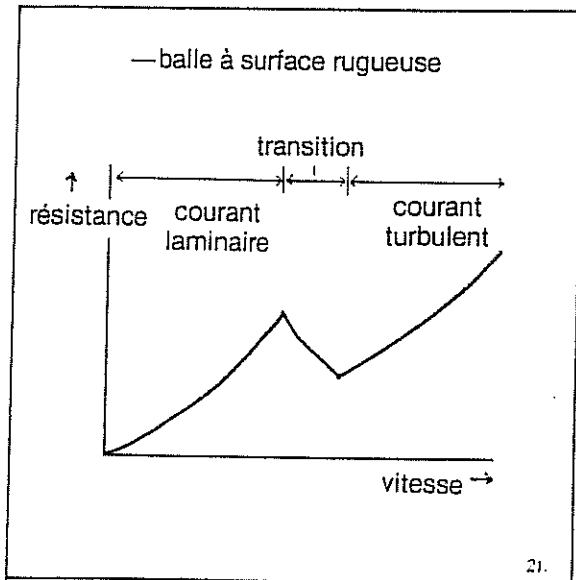
Evidemment, le décrochage est parfois la seule solution. Au vent arrière, votre grand-voile est décrochée à 100%.



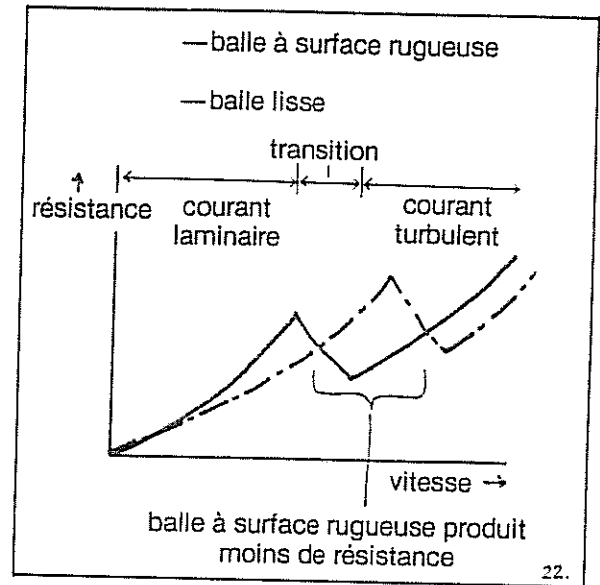
La balle de golf (ne fait pas partie du cours). L'exemple classique des écoulements laminaires, turbulents et séparés est la balle de golf. Les petites cavités de la balle de golf sont conçues pour diminuer la résistance et augmenter la vitesse. Voici comment:

Une balle de golf parfaitement lisse développe un écoulement laminaire le long du bord d'attaque (fig. 19). L'air qui circule sur la moitié avant de la balle reste attaché et laminaire. Mais lorsque qu'il se sépare et tente de suivre la courbe arrière, il se produit des turbulences. Puisque l'écoulement laminaire est très instable, il se sépare de la balle presque immédiatement. Le point de séparation est situé juste à l'arrière de la partie la plus large de la balle. La balle entraîne un sillon de turbulences aussi large que la balle. La largeur de ce sillon est proportionnelle à la résistance. Pour réduire cette résistance, vous devrez diminuer le sillon.

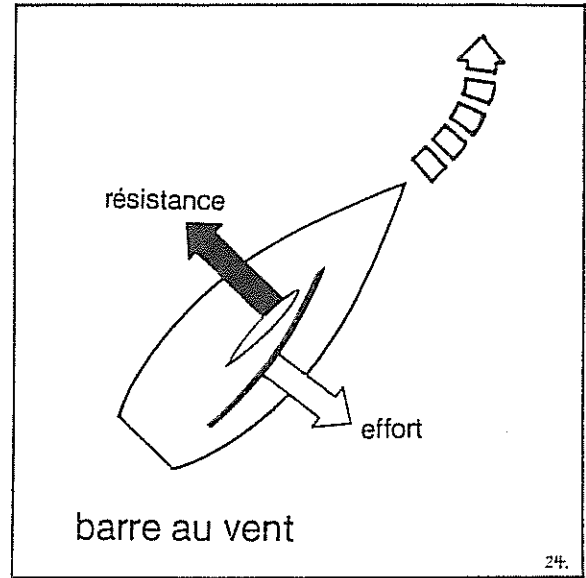
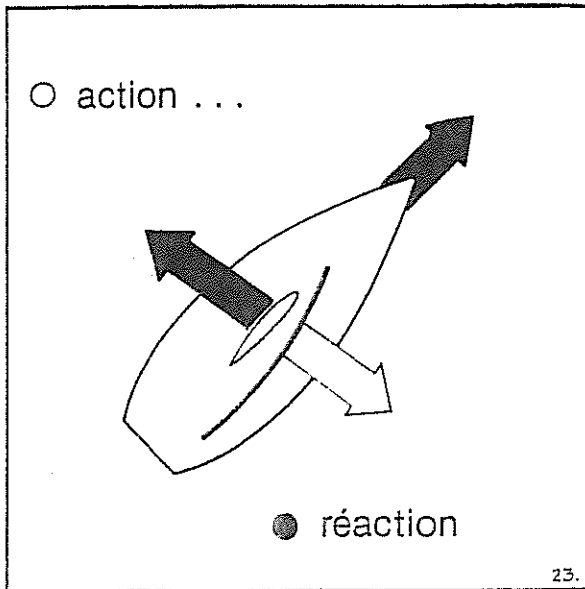
Des joueurs de golf ont remarqué que leurs vieilles balles toutes bosselées et rugueuses volaient plus loin que les balles lisses. De toute évidence, la rugosité crée des turbulences et réduit la résistance. Puisque l'écoulement turbulent est tolérant, vous pouvez diminuer la largeur du sillon. L'écoulement turbulent reste attaché à la balle de golf plus longtemps que l'écoulement laminaire et se transforme en turbulences seulement après que son diamètre ait diminué considérablement (fig. 20). Les balles de golf modernes sont fabriquées avec la quantité idéale de rugosité grâce aux petites cavités.



La figure 21 représente un graphique de la vitesse par rapport à la résistance pour une balle de golf. Comme nous le supposons, la résistance augmente avec la vitesse jusqu'à un certain point puis étrangement, le courant devient turbulent. Le sillon de la balle diminue et la résistance tombe à un point plus bas. En majorité, la rugosité de la balle à cavités produit plus de résistance.



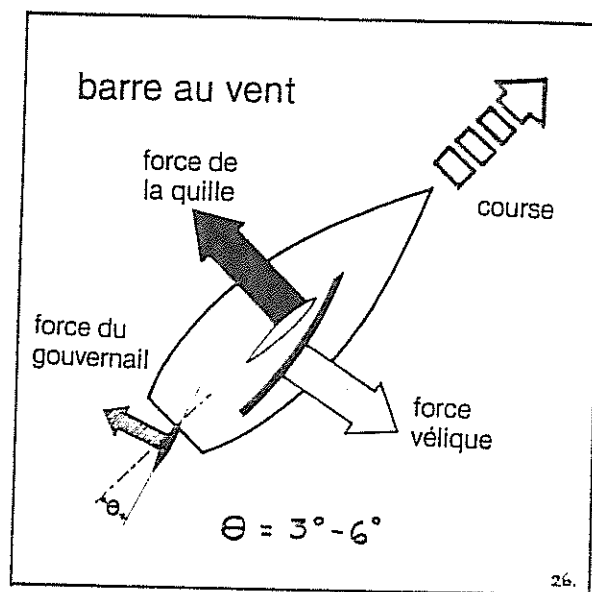
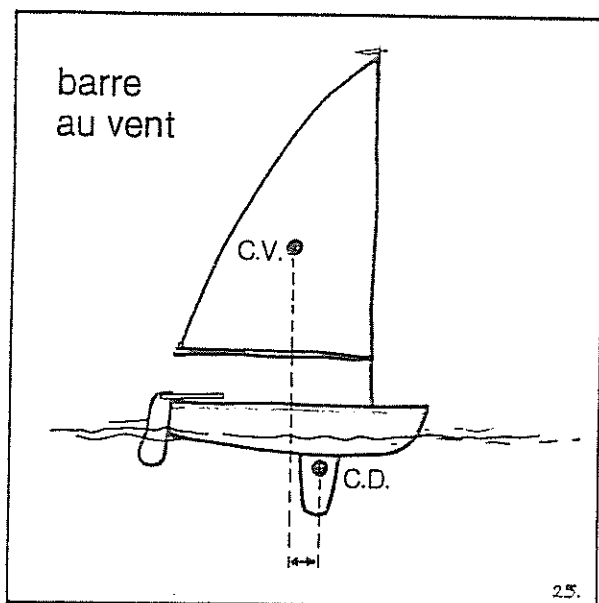
Cependant, la balle à cavités est plus performante à des vitesses plus élevées (fig. 22). Les cavités diminuent les turbulences et réduisent la résistance alors que la balle lisse subit encore la résistance élevée de l'écoulement laminaire. Des "turbulateurs" ont été expérimentés sur des bateaux—le mât du Gretel en était équipé—mais leur efficacité n'était pas satisfaisante.



### La rapport de la quille avec la voile.

Un autre principe de la théorie de la voile est qu'au près, la quille est aussi importante que les voiles. La figure 23 représente une analyse des vecteurs des forces véliques qui sont représentées par des flèches perpendiculaires à la corde de la voile. Si la force est dirigée comme décrit, le bateau devrait naviguer dans cette direction. Isaac Newton a dit que "pour toute action, il doit y avoir une réaction égale dans le sens opposé". Les surfaces submergées d'un bateau représentent cette réaction. Une analyse complète de vecteurs doit aussi inclure un vecteur pour la quille d'une longueur égale et opposée. Sans une quille, vous ne pourriez pas naviguer au près. Ne négligez pas la partie submergée de votre bateau sous prétexte que vous ne pouvez la voir.

**L'équilibre du bateau.** Lorsque vous laissez aller le gouvernail, un bateau ardent remonte au vent. Pour barrer en ligne droite sur un bateau ardent, vous barrez en donnant un angle au gouvernail afin de créer une portance qui équilibrera le bateau. Trop d'ardeur demande davantage de gouvernail, ce qui produit trop de résistance. Vous devez faire une analyse de vecteur pour examiner la physique de la résistance.



Le centre de la voile, ou le centre vélique (C.V.), est le point de la voile où la force directionnelle de la surface de la voile peut être réduite. Le point correspondant sous l'eau est le centre de dérive (C.D.). Lorsque ces deux points sont alignés à la verticale, le bateau a une barre neutre. Si le centre vélique est à l'arrière du centre de dérive, le bateau sera ardent (fig. 26). A ce moment, le gouvernail produit de la portance au lieu d'un simple courant derrière la quille. La portance additionnelle recule un peu le centre de dérive jusqu'à ce qu'il soit directement placé sous le centre vélique pour que le bateau navigue en ligne droite.

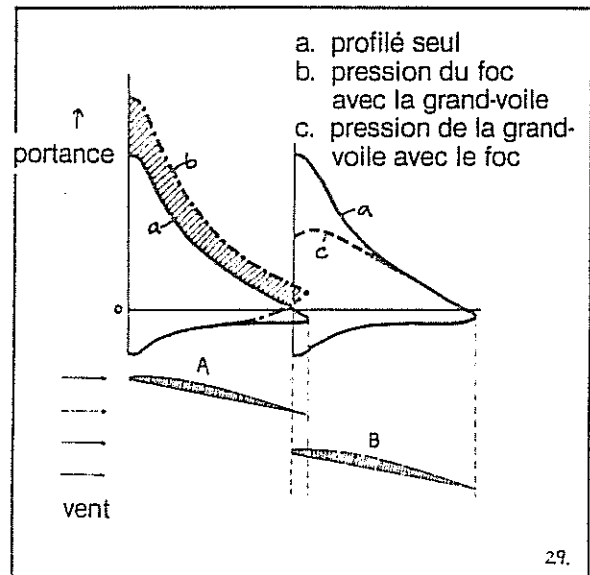
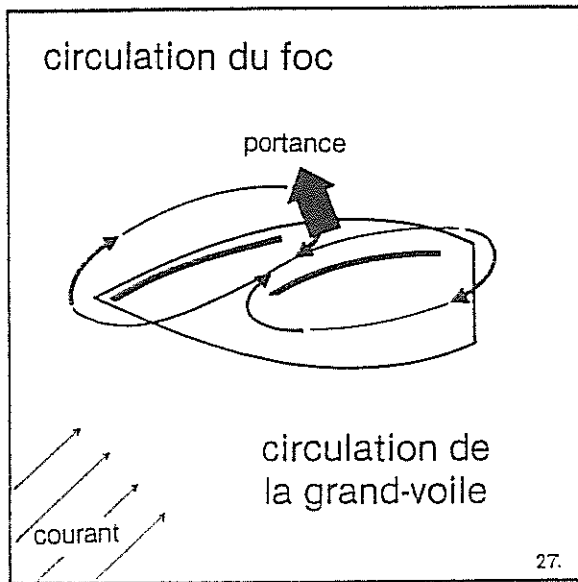
Tous les bateaux sont plus performants s'ils sont un peu ardents. En terme d'angle par rapport à la ligne centrale, un angle de gouvernail de 3° à 5° semble le meilleur. La portance produite par le gouvernail permet à la quille d'empêcher le bateau de trop dériver.

**L'action du couloir.** L'action du couloir est l'interaction du génois avec la grand-voile sur un sloop. Saviez-vous que:

- Le génois projette le vent sous le vent de la grand-voile et augmente ainsi l'efficacité de la grand-voile.
- Le courant d'air est resserré lorsqu'il entre dans le couloir et que cet effet d'entonnoir accélère le courant sous le vent de la grand-voile.

Ces deux énoncés sont complètement erronés. Voici pourquoi: La meilleure façon d'analyser l'action du couloir est d'analyser l'action que chaque voile exerce l'une sur l'autre, comme l'a fait A.E. Gentry dans "How Sails Work", Sails, avril à novembre, 1973. Tout d'abord la grand-voile (fig. 27). Nous avons établi que son courant total est composé des courants libres et circulaires. Ajoutons maintenant le génois (fig. 28). Etudiez l'interaction des deux courants et de l'action du génois sur la grand-voile.





- Le génois ralentit le courant d'air après le bord d'attaque sous le vent de la grand-voile. Un coup d'oeil aux directions opposées des deux vecteurs dans le couloir vous aidera à comprendre. L'effet—diminuer l'efficacité de la grand-voile et augmenter sa résistance au décrochage. Contrairement à ce que vous pourriez croire, le courant, lors de son passage dans le couloir, est relativement lent.
- Lorsque le génois est bordé plus près de la grand-voile, la vitesse et la succion du courant dans le couloir diminuent jusqu'à ce qu'ils soient identiques au côté du guindant de la grand-voile. Border le génois davantage ralentira le courant, augmentera la pression sous le vent sur la grand-voile et provoquera du déventement.
- En diminuant le vent apparent sur le bord d'attaque de la grand-voile, le génois place la grand-voile à contre et exige plus de réglage.

Imaginez maintenant un génois seul. Ajoutez ensuite la grand-voile. Les effets de la grand-voile sur le génois sont:

- Le courant de la grand-voile favorise le courant du génois en accélérant le courant sous le vent de la voile ce qui rend le génois plus performant.
- Le courant autour de la grand-voile produit une portance constante sur le génois. Ainsi, le génois peut avoir un angle plus grand que la grand-voile. La figure 25 illustre ces effets en terme de différentielles de pression.

Ainsi, l'action du couloir augmente beaucoup l'efficacité du génois et réduit quelque peu celle de la grand-voile. La portance totale des deux profilés est plus élevée que s'ils étaient séparés.

*Notes*

## EXERCISES

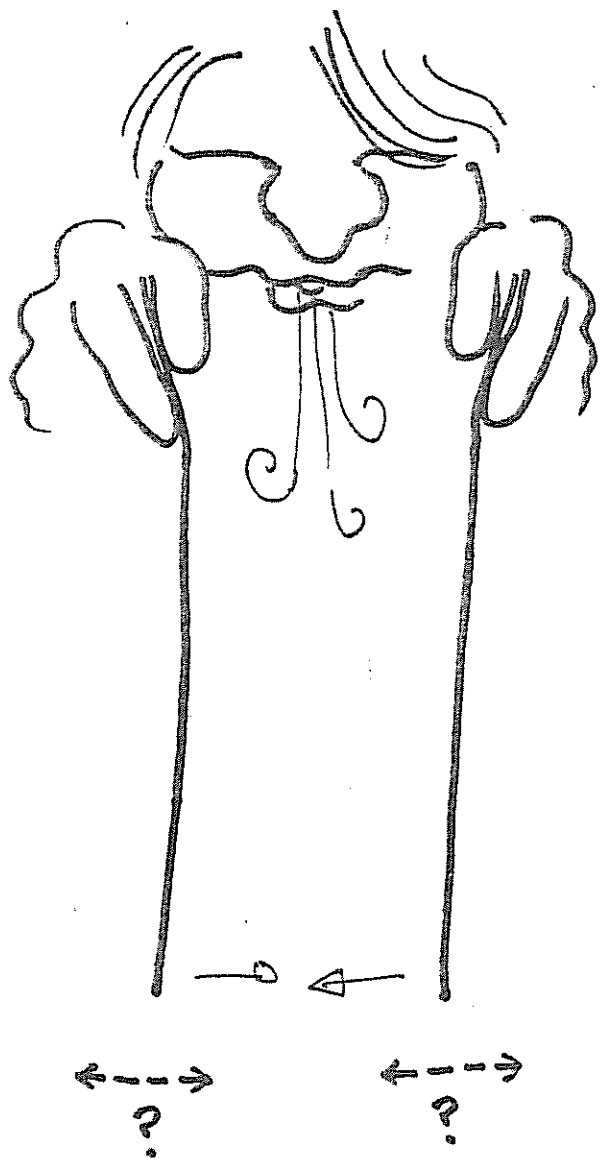
1. Quelles sont les particularités de l'écoulement turbulent attaché?

*filier suivent le profil au mélange*

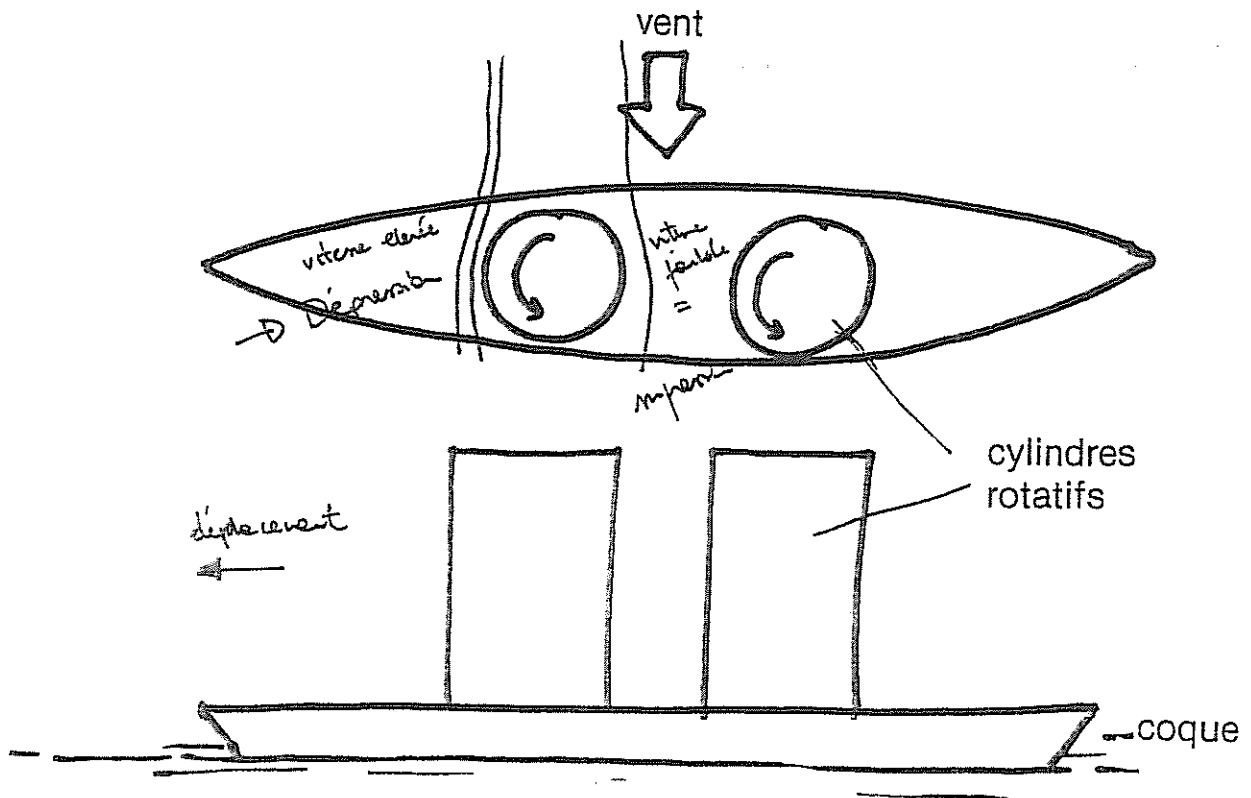
2. Selon la théorie du courant, quelles sont les deux sortes de courant à l'arrière d'une balle de base-balle avec effet?

3. Suspendre deux feuilles de papier de 6'' sur 8''.  
Souffler entre ces deux feuilles.  
Dans quelle direction sont-elles poussées?  
Pourquoi?

*intene → donc Pression ↓*



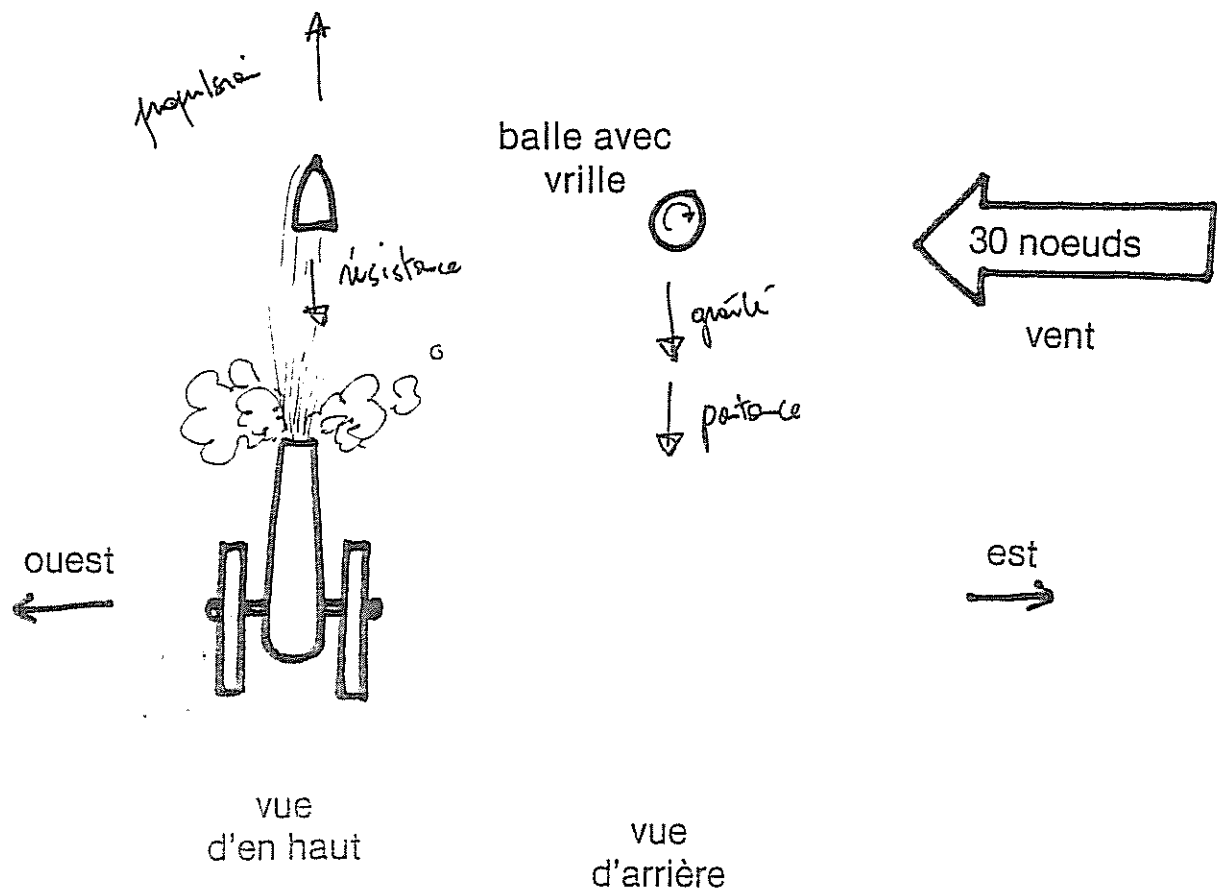
4. a. Est-ce que ce bateau peut naviguer? Pourquoi?



b. Dans quelle direction se déplacera-t-il?

5. Une balle de fusil est tirée vers le nord un vent d'est souffle à 30 noeuds. Le canon du fusil produit une rotation de la balle dans le sens des aiguilles d'une horloge, vue de l'arrière.
- Dessiner et nommer les flèches sur les diagrammes pour les forces suivantes: propulsion, portance, résistance et gravité.
  - Quel est l'action du vent de travers sur la trajectoire de la balle?

West



6. Quel côté de la voile produit le plus de force de portance?

du côté du vent (extrados)

7. Un voilier de 30 pieds navigue au près à une vitesse de 4, 6 noeuds. Il fait un virement de bord à 90° avec 700 livres de force vélique. A combien de livres de force la quille résiste-t-elle approximativement?

700 livres

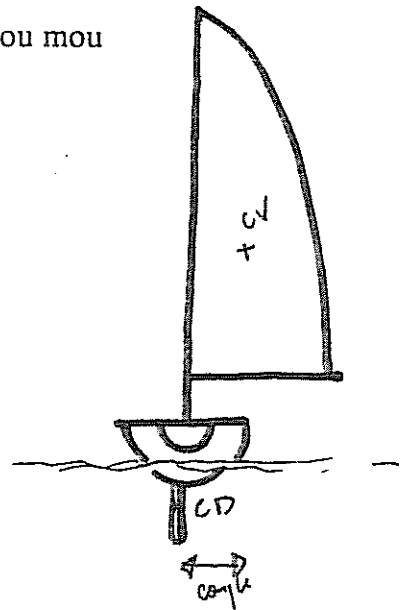
8. Ce catboat navigue au vent arrière.

a. Localiser le C.V. et le C.D. et indiquer si le bateau est ardent ou mou

*bateau ardent*

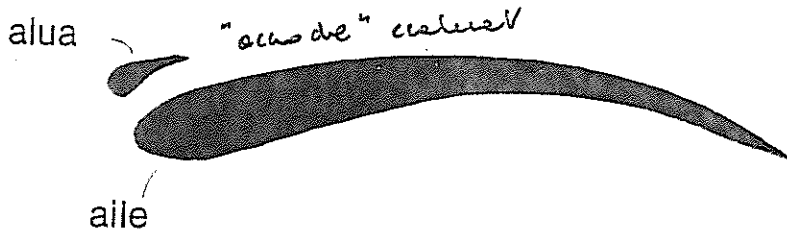
b. Comment la barre peut-elle être neutralisée?

*c/ être*



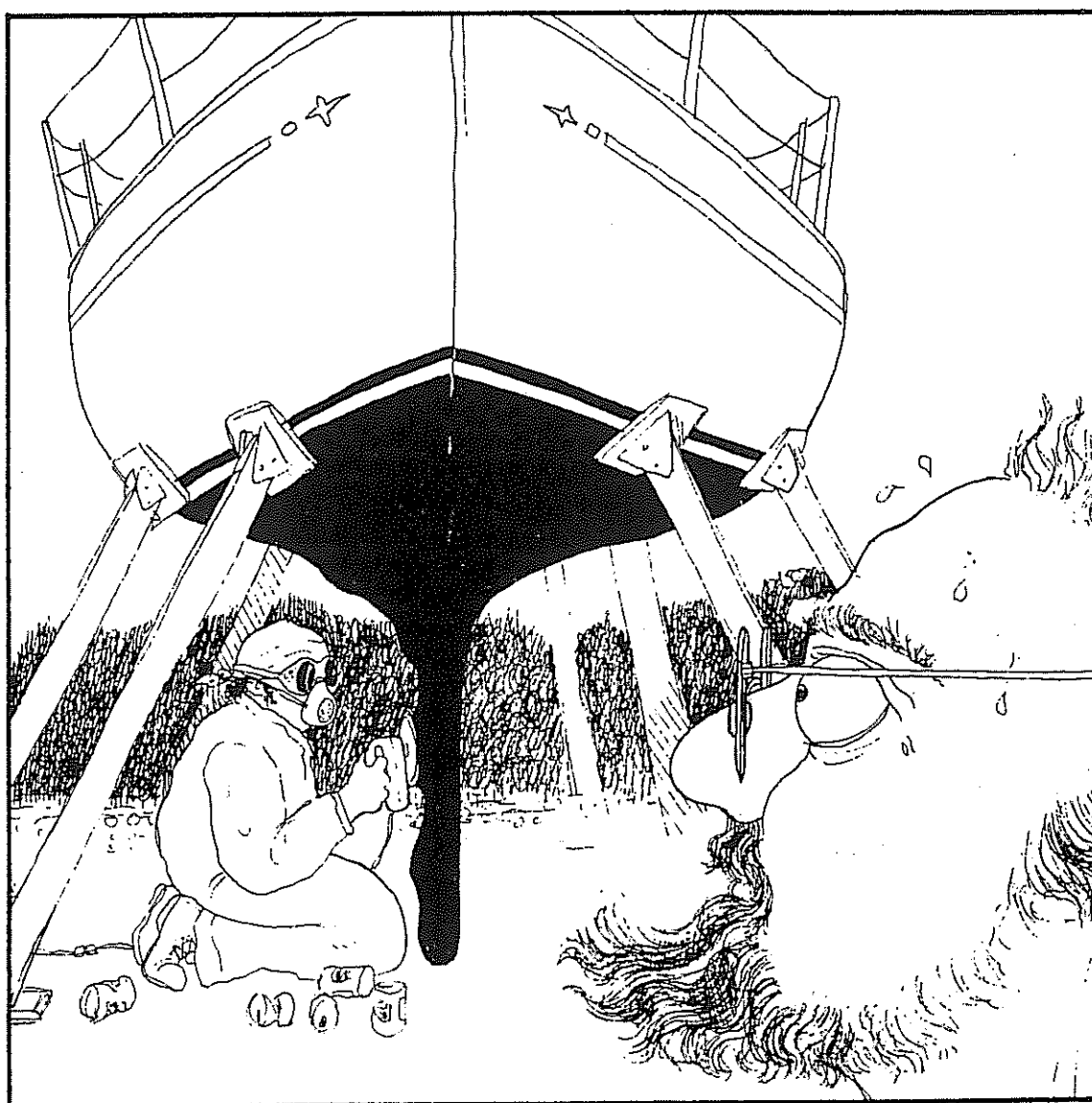
9. L'aigle d'or a une fausse aile, ou alula, qui est déployée pour former un couloir de bord d'attaque.

a. En quoi l'alula modifie les caractéristiques de l'aile?



b. A quel moment l'alula est-elle nécessaire?



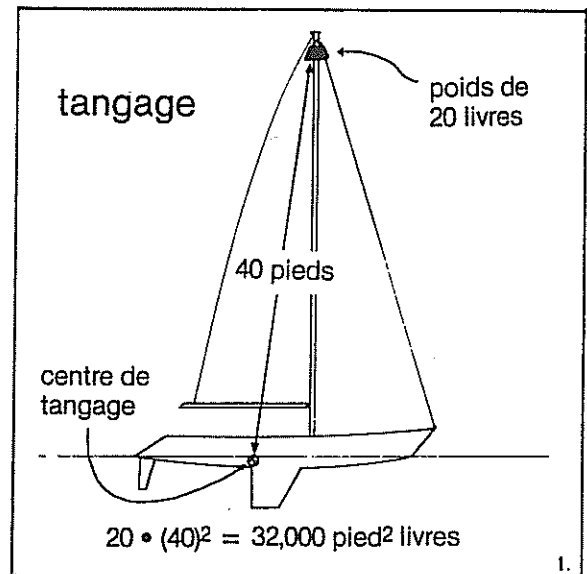


## LA PRÉPARATION

Il y a trois ans, la préparation du bateau était considérée comme une tâche supplémentaire qui prouvait votre dévouement complet à la course à voile. Cette époque est maintenant révolue.

Aujourd'hui, la préparation du bateau est une étape nécessaire à la compé-

$$20 \cdot (40)^2 = 32,000 \text{ pied}^2 \text{ livres}$$



titon à voile, si vous voulez être à la hauteur. De même qu'un skieur de course ne voudrait pas skier sur un tracé glacé avec des carres non-aiguës, les meilleurs navigateurs ne voudraient pas participer à une régata si le design de leur bateau, le plan de pont ou la quille étaient inefficaces.

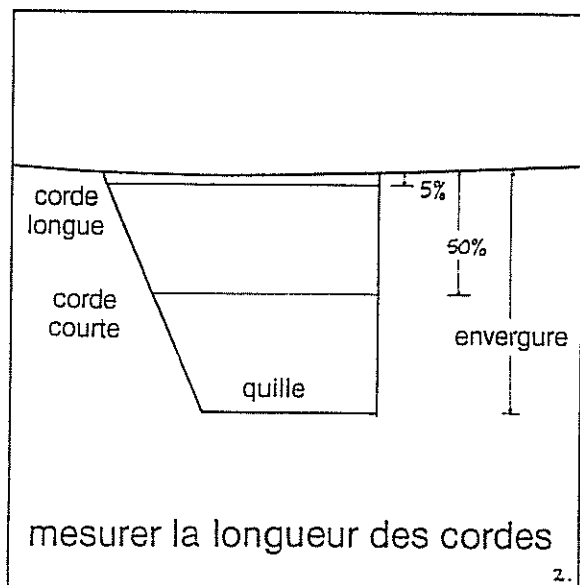
### LE CHOIX DU BATEAU

**Les règles de jauge (non discuté en classe).** La jauge internationale pour la course au large (IOR) est composée de différentes mesures d'un bateau, qui sont converties en formule. Un résultat est obtenu en pied et cette mesure est votre rating. Après une course, votre position finale est modifiée selon une table de compensation de temps qui indique le temps qu'un bateau avec un rating particulier devrait prendre pour terminer une course dans des conditions de vent moyens.

Le IOR a été étonnamment stable. Des designs moins récents sont encore performants. Le C&C 40, bien que dessiné en 1978, peut encore remporter des courses locales et régionales et est considéré comme un adversaire sérieux. Aucune autre règle de design n'a été aussi efficace jusqu'à maintenant.

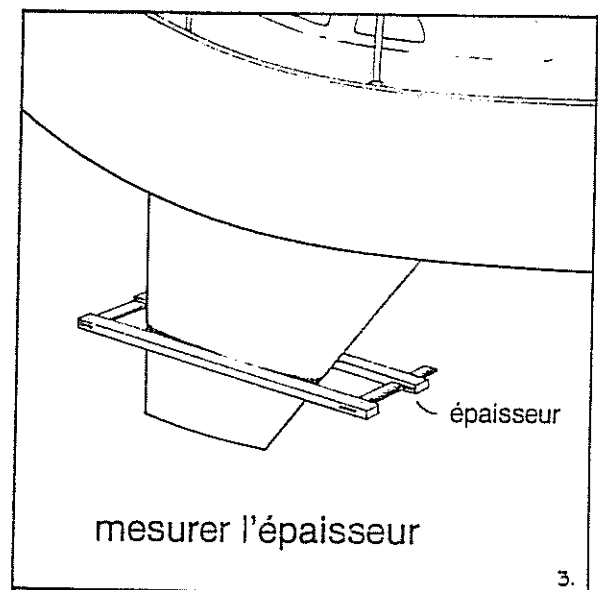
Quels bateaux sont avantagés par le IOR? Ce sont les bateaux de stabilité et déplacement moyens. Le compromis voilier de plaisance/course IOR garantit le succès de la règle. Le développement a récemment été ralenti et il semble que plusieurs dessinateurs de bateaux se désintéressent de la recherche déficiente et se tournent vers des techniques de construction innovatrices telles que celles de matériaux légers pour la coque avec une quille attachée à une structure tubulaire triodétique qui réunit l'étai, les haubans et le pataras.





**IOR IIIA.** En 1976, la règle IOR version IIIA a été créée pour avantager le rating des bateaux qui ne pouvaient plus être performants sous l'ancienne règle IOR. Selon cette règle, les bateaux les plus rapides sont ceux qui remportaient les courses auparavant et dont les configurations de quille à déplacement élevé leur confèrent les meilleurs ratings. Les bateaux plus récents comme les Peterson, Holland et C&C construits entre 1973 et 1975 sont peu avantagés mais il est possible de les équiper de quilles et de gouvernails plus récents.

**PHRF.** Ce système d'handicap (Performance Handicap Racing Fleet) est différent du IOR ou du MORC. Au lieu de prendre différentes mesures du bateau, c'est la performance du bateau en course qui est utilisée pour établir le "potentiel réel" du bateau. Les seules mesures requises sont utilisées pour corriger les différences de surface de voile (gênois et spinnakers) et la hauteur du mât. De toute évidence, cette règle est la plus utilisée. Cependant, elle est souvent modifiée, obligeant ainsi les bons navigateurs de se retirer du PHRF lorsque les comités de rating ajustent les handicaps en fonction des habiletés du capitaine et non en fonction du potentiel réel du bateau. Les bateaux construits sur mesure et les nouveaux designs sont plus problématiques et la plupart des comités de rating PHRF adaptent les ratings IOR en secondes par mille.

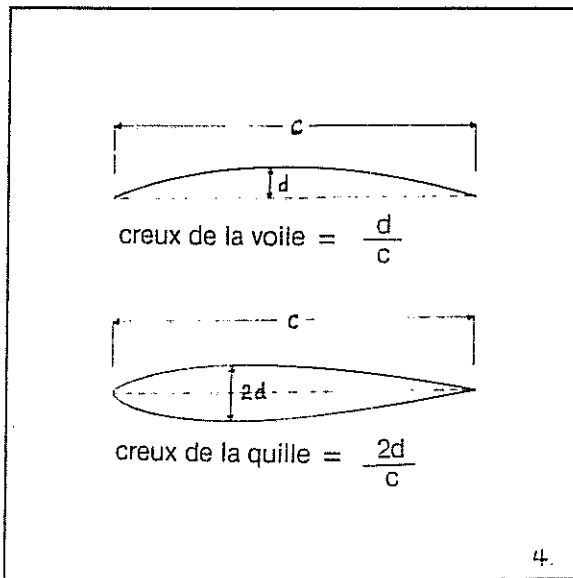


**MHS.** (Measurement Handicap System) Ce système offre une alternative au IOR IIIA lorsqu'il est temps de déterminer le rating pour les bateaux plus âgés afin qu'ils demeurent performants. Comme pour le IOR et le MORC, le MHS mesure le bateau et donne sa performance probable, mais le MHS est plus précis pour les performances du bateau dans différentes conditions (i.e. vent léger, violent, au près ou au vent arrière). Ce système donne plusieurs ratings pour les différentes conditions de course. Le comité doit donc établir un équilibre adéquat entre les différents facteurs de vitesse, selon les conditions de course. Puisque le temps compensé entre différents types de bateaux en course dans les conditions précises est souvent inéquitable pour les règles MORC, IOR ou PHRF, l'approche multi-rating du MHS se révèle valable pour améliorer les handicaps de tous les systèmes de rating.

La méthode de mesure MHS utilise les mêmes données de base que les autres règles de mesure—ces règles sont donc en principe compatibles au système multi-rating MHS.

Comment choisir la règle qui convient à votre bateau parmi celles qui vous sont offertes. Considérez ceci:

- Si votre rating est le même avec les différents systèmes, adoptez la règle de rating qui est utilisée dans votre région. Ensuite, prenez le temps d'observer la façon dont la règle est gérée. Si vous n'êtes pas satisfait, vous n'aurez pas autant de plaisir à naviguer et la valeur de revente du bateau pourrait aussi en être affectée.
- Toute règle d'handicap rend sensible les bateaux très spécialisés pour certaines conditions précises (vent léger). Si vous naviguez dans une région où les conditions ne varient pas, vous pouvez opter pour un bateau performant dans ce genre particulier de conditions.



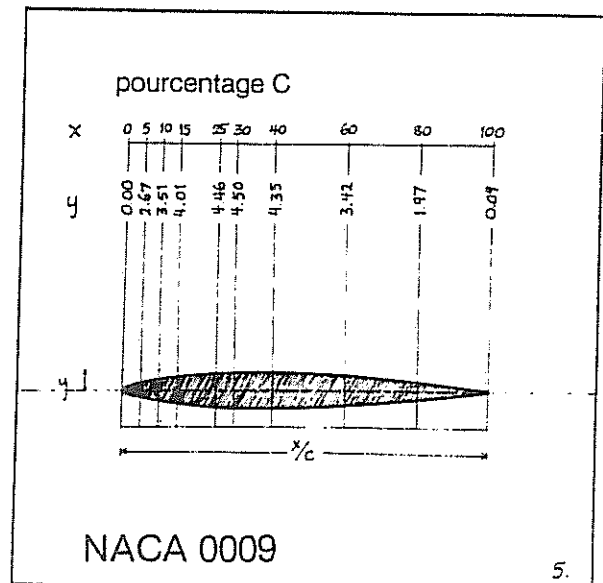
- La publicité affirmant qu'un bateau est de haute performance fait souvent abstraction des règles de rating et il est démoralisant d'avoir un bateau rapide mais avec un rating inadéquat. De plus, les comités de course PHRF sont souvent influencés par ces publicités "gonflées" et attribuent à ces bateaux des ratings désavantageux.
- La voile est un sport de champions. N'importe quel design peut remporter quelques victoires parmi toutes les courses organisées au cours d'une saison.
- Les performances d'un bateau donne une bonne indication de la valeur d'un bateau.
- Demandez conseil à des experts.
- Finalement, consultez un fabricant de voiles. Son expérience avec différents designs lui permet d'avoir un jugement relativement objectif.

#### LE CHOIX DU BATEAU—LA COQUE

La coque devrait être solide, résistante, légère (particulièrement aux extrémités). Ces facteurs vous feront gagner des courses.

Les quilles légères sont toujours avantageuses par les règles de rating. Pour déterminer le poids de la quille d'un bateau, utilisez un certificat de rating IOR ou MORC et comparez le poids réel avec celui donné par le fabricant. Un certificat MORC donne une liste de poids des quilles, tandis que le certificat IOR calcule le déplacement et donne une mesure de 10 à 20% inférieure au poids réel.

Sur les bateaux hauturiers, le poids sauvé dans la coque peut être utilisé comme lest supplémentaire si le bateau est gâtard. (Des poids correcteurs peuvent être placés au milieu du bateau si le bateau doit être plus enfoncé dans l'eau selon le rating IOR ou tout simplement retirés pour permettre d'avoir un équipier de plus à bord. Le nombre d'équipiers sur le bateau n'est pas spécifié pour aucune règle de rating).



Supposons qu'un équipement de tête de mât de 20 livres situé à 40 pieds du centre de giration donne  $20 \times (40)^2 = 32\,000$  pieds<sup>2</sup> livres (fig. 1).

Les items suivant affectent la tangage:

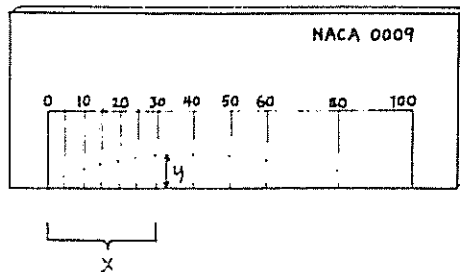
- Le mât
- Les drisses et le gréement
- Les instruments placés aux extrémités du bateau
- Le gouvernail et la barre
- La quille (n'est pas éloignée du centre de giration, mais est très lourde)
- Un équipage désorganisé et sans position précise
- Voiles établies
- Voiles rangées aux extrémités du bateau.

Un voilier est plus rapide lorsque le poids est concentré au milieu du bateau. Plus le bateau tangue (plus il y a de poids aux extrémités du bateau) plus le bateau a tendance à s'enfoncer et remonter dans la vague, ralentissant ainsi le bateau. Une fois que vous savez comment calculer le moment du tangage, vous comprendrez pourquoi il est

important d'alléger le bateau aux extrémités. La formule est: tangage = poids en livre X distance en pieds<sup>2</sup>.

**Intégrité structurale.** Afin d'obtenir un bateau léger, les fabricants négligent parfois de construire des coques assez solides. Deux points sont faibles: premièrement, les bateaux sont déséquilibrés si le rapport lest/déplacement est élevé si la stabilité de la voile et la surface de voile sont élevées comparativement au déplacement (un dériveur avec trapèze ou un catamaran en sont un exemple). Deuxièmement, les charges du gréement, de plus en plus élevées, peuvent déformer l'emplanture du mât ou les cadènes. Les dessinateurs de bateaux construits sur mesure, de même que certains fabricants de bateaux de série résolvent ce problème en dessinant des "grilles structurales" qui alignent les poutres tubulaires dans le sens des plus grandes forces. Les bateaux hauturiers très stables et avec des bases de haubans étroites ont rendu ces

tracer  
les  
points



6.

techniques de construction presque obligatoires, comme pour les dériveurs où les haubans pré-chargés sont tellement tendus que le hauban sous le vent est tendu en naviguant au près.

### LE CHOIX DU BATEAU— LE GRÉEMENT

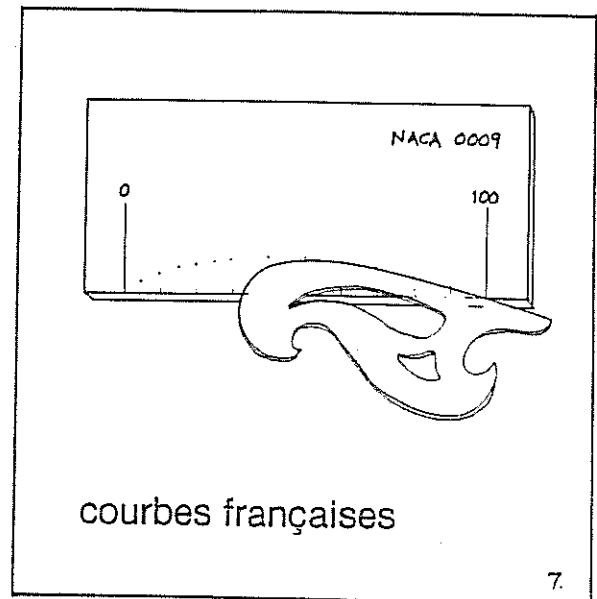
**Poids.** Le mât contribue beaucoup au tangage; une surcharge ralentit le bateau. En plus de réduire les poids en bout, gardez le centre de gravité du mât aussi bas que possible. Si votre bateau est plus âgé, vous devriez envisager l'achat d'un nouveau mât pour la course.

**Fardage.** Le fardage produit de la résistance en interférant avec le courant d'air au moment où il frappe le bord d'attaque de la grand-voile. Un mât bien dessiné diminue la surface projetée au vent apparent.

Lorsque le diamètre du mât est réduit, les parois du mât doivent être épaissies pour

conserver la force totale. Une section courte et épaisse de l'espar peut être plus courbée qu'une section large et mince de même force. Donc, la section courte du mât en plus de produire moins de résistance, permet un meilleur contrôle de la grand-voile.

Pour réduire le poids d'une section courte sur les mâts souples, il est recommandé d'avoir un gréement à trois barres de flèches. Certaines faiblesses ont été comblées après que les dessinateurs aient renforcé les bases des barres de flèche. Sur un mât cintré, les barres de flèche empêchent le cintrage latéral. Un mât à trois barres de flèche combiné à des haubans très tendus crée un espar plus solide et rigide. Cependant, la force des mâts modernes a été beaucoup réduite et les mâts sont plus vulnérables à des charges concentrées telles un tangon de spinnaker traînant dans l'eau. En somme, un gréement à trois barres de flèche est la meilleure solution pour les bateaux de course de plus de quarante pieds puisqu'il réduit la résistance et la grosseur des sections du mât. Par con-



tre, les voiliers de moins de quarante pieds LOA devraient avoir un gréement à double barres de flèche.

### PRÉPARATION SAISONNIÈRE

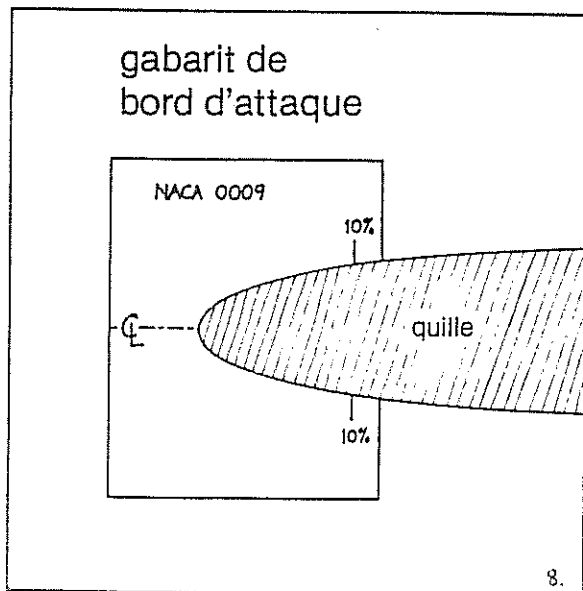
**Allégez le bateau.** Une fois que vous avez choisi et acheté le bateau idéal, prenez l'habitude d'éliminer tout ce qui s'accumule au cours des semaines et des saisons. La seule façon d'éliminer du poids est de vider complètement le bateau et de seulement prendre à bord l'essentiel pour la course. Mais n'oubliez pas le poids dans la pompe de cale—l'eau pèse 8 livres par gallon! Pour chaque 150 livres d'équipement inutile que vous éliminez vous pouvez avoir un équipier de plus sur le bateau lors de grands vents. Evidemment, si votre bateau est moins lourd qu'au moment où il a été mesuré, mesurez—le à nouveau.

**Équipement de sécurité.** Les comités de course exigent des équipements de sécurité. Vérifiez les exigences de votre

classe. Installez et gardez l'équipement en bonne condition.

**La quille et le gouvernail.** Leur rôle est aussi important que la grand-voile et le génois. Comme pour les voiles, leur efficacité dépend de leur forme. Dans la catégorie "one design" tel que les J-24, un bateau neuf n'atteint pas la meilleure performance aussi longtemps que sa quille n'aura pas été poncée. Pour les dériveurs "one design", le safran et la dérive sont aussi importants que les voiles. Les bateaux avec les meilleurs profilés auront une incontestable avance jusqu'à ce que les autres bateaux en fassent autant. Idéalement, la forme de la quille devrait être conforme à la série de quatre chiffres dans la section sur les profilés de la NACA du livre *Theory of Wing Sections*, New York, 1949 écrit par Abbott et Von Doenhoff. Pour établir un ensemble de gabarits de votre quille, suivez ces étapes:

**Étape 1.** Mesurez les cordes de votre quille à 5% et 50% de l'envergure à partir de



la coque (fig. 2).

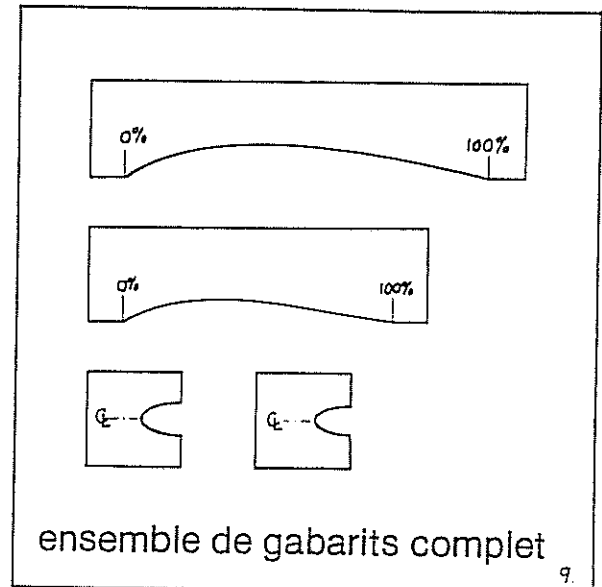
**Étape 2.** Mesurez l'épaisseur de la quille (de ces cordes) avec des gabarits.

**Étape 3.** Divisez l'épaisseur en corde pour calculer la profondeur de votre quille à ces endroits. Par exemple, 3 1/16 pouces d'épaisseur et 34 pouces de corde donne un creux de 9%.

Notez que pour une quille et une voile avec la même courbe, le creux de la quille est toujours deux fois plus creux que celui de la voile (fig. 4).

**Étape 4.** Consultez le Theory of Wing Sections pour connaître la coupe de votre creux (pages 311, 312, 314, 315 et 321 présentent les sections utiles). Pour un creux de 9%, la forme 4 chiffres est nommée le "NACA 0009", à la page 314. Les deux premières colonnes de la table indiquent la courbe en coordonnées x et y pour un pourcentage de longueur de corde (fig. 5). Convertir ces pourcentages en mesures réelles pour votre quille;

**Étape 5.** Inscrivez ces points sur une mince feuille rigide de matériau (formica, contre-plaqué ou aluminium). Reliez ces points avec une courbe française. Découpez le gabarit le long de la ligne et sablez-le (fig. 6 et 7).



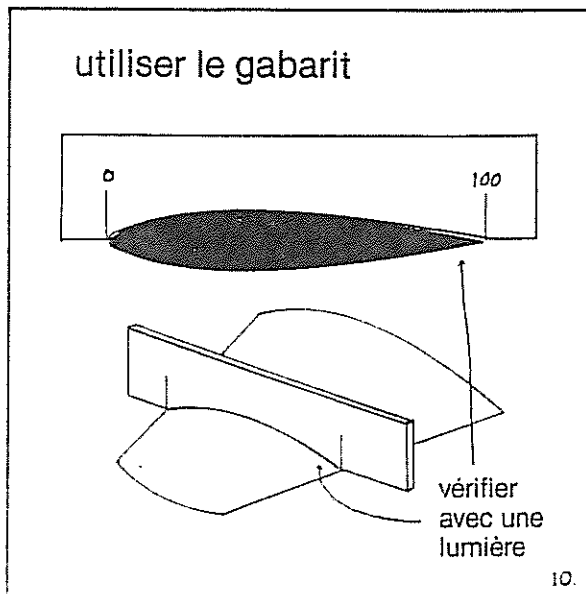
**Etape 6.** Utilisez les mêmes données et construisez un gabarit de bord d'attaque pour le 10% avant de la section. Ce gabarit améliore la précision de la partie la plus importante du profilé (fig. 8).

Maintenant que votre ensemble de gabarit est prêt, vous pouvez l'utiliser pour poncer votre quille (fig. 9 et 10). Comblez les creux avec de l'époxy, du matériel de remplissage et sablez. Consultez un manuel d'instructions pour les conseils sur le sablage. Ce sujet est trop vaste pour être discuté dans ce cours.

Voici tout de même quelques conseils:

- Utilisez un gabarit pour mesurer les cordes de même longueur ou plus courtes. Ajustez le bord d'attaque d'un gabarit trop long et laissez dépasser le bout du gabarit du bord de fuite (fig. 11).
- Faites un éclairage à un angle aigu de la surface pour faire ressortir les irrégularités.
- Passez votre main sur votre travail en accordant une attention spéciale aux creux et aux bosses.
- Si vous travaillez en équipe, revisez le travail de votre compagnon car vous ne pouvez pas vraiment juger votre travail.
- La vitesse à laquelle le papier sablé travaille dépend de la surface (convexe ou non).
- Evitez la concavité dans les sections arrière du profilé. Sur les dérives et les gouvernails, la concavité crée des vibrations. Un bord droit devrait être plat.
- Equarrissez le bord de fuite pour l'empêcher de s'écailler.

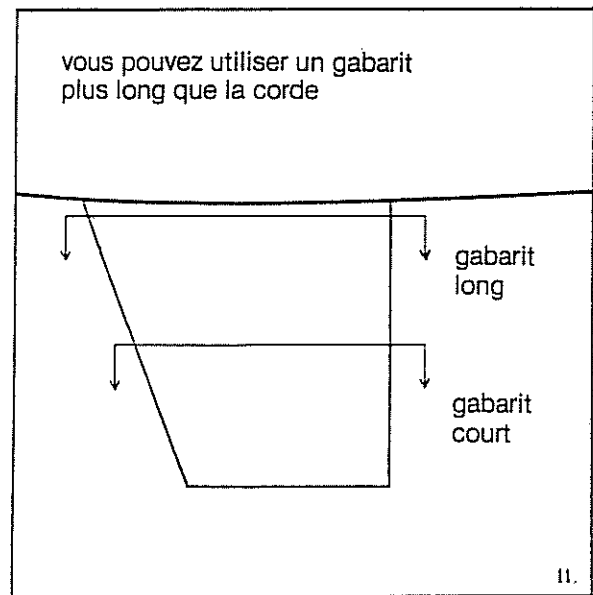




**Peinture.** La seule façon de réussir cette étape est de bien faire la préparation. Si votre coque est lisse, vous obtiendrez de bons résultats. Les nouvelles peintures époxy en deux étapes ne masquent pas les erreurs, au contraire, elles les mettent en évidence. Soyez perfectionniste pour obtenir des résultats satisfaisants.

Une finition au pinceau doit être poncée à l'eau pour diminuer les irrégularités au niveau de la couche d'eau laminaire collée à la coque. Commencez avec un papier 220 plié en quatre que vous pressez contre votre paume ou que vous fixez à un bloc de sablage. Sablez en imprimant des mouvements diagonaux qui s'entrecroisent. Utilisez beaucoup d'eau pour nettoyer le résidu de sablage sur la coque. Deux gouttes de détergent pour chaque seau d'eau empêchera le papier de s'encrasser. Changez souvent de papier; vous exécuterez cette corvée beaucoup plus rapidement.

Sablez avec du 220 jusqu'à ce que la peinture ait perdu son lustre et que la surface ait un fini mat. Vérifier votre travail en asséchant l'excès d'eau de la coque. Observer la coque à la lumière réfléchiée. Une fois le travail du 220 terminé, changez pour du 400 et sablez dans le sens du courant soit à 45° du premier sablage au 220. Cette étape est terminée lorsque les éraflures faites par le 220 disparaissent. La surface est maintenant éraflée par le 400, "invisible" à l'eau. Un sablage supplémentaire ou un polissage ne réduira pas la friction, mais augmentera la durabilité de certaines peintures. Nettoyez la poussière de la surface de la coque avec une éponge avant qu'elle ne sèche, car si la poussière durcit, vous pourriez avoir à sabler de nouveau.



**Entretien préventif.** Une preuve du nouvel esprit de compétition est que le style de bateau "corsaire" avec des espars cassés, des voiles déchirées et un équipement défectueux est maintenant considéré comme un signe de témérité et un manque de préparation. Vérifiez le gréement dormant et le gréement courant, l'appareil à gouverner, les voiles, le système électrique et les accessoires avant chaque course que vous espérez remporter. Posez du ruban adhésif autour de chaque goupille "menaçante". Remplacez les anneaux fendus par des goupilles. Comparez la liste suivante avec votre équipement:

**Moteur**

Aube de pompe à eau  
 Injecteur de rechange  
 Câbles de survoltage  
 Courroies de rechange  
 Huile

**Instruments**

Ampoules de rechange pour le compas  
 Ampoules de feu de route  
 Ampoules de lumière de cabine  
 Tête épaulée de fil

Fil de fer

**Winches**

Linguets de rechange  
 Rondelles  
 Linguets à ressort (la plupart des fabricants vendent un kit de réparation)

**Barre**

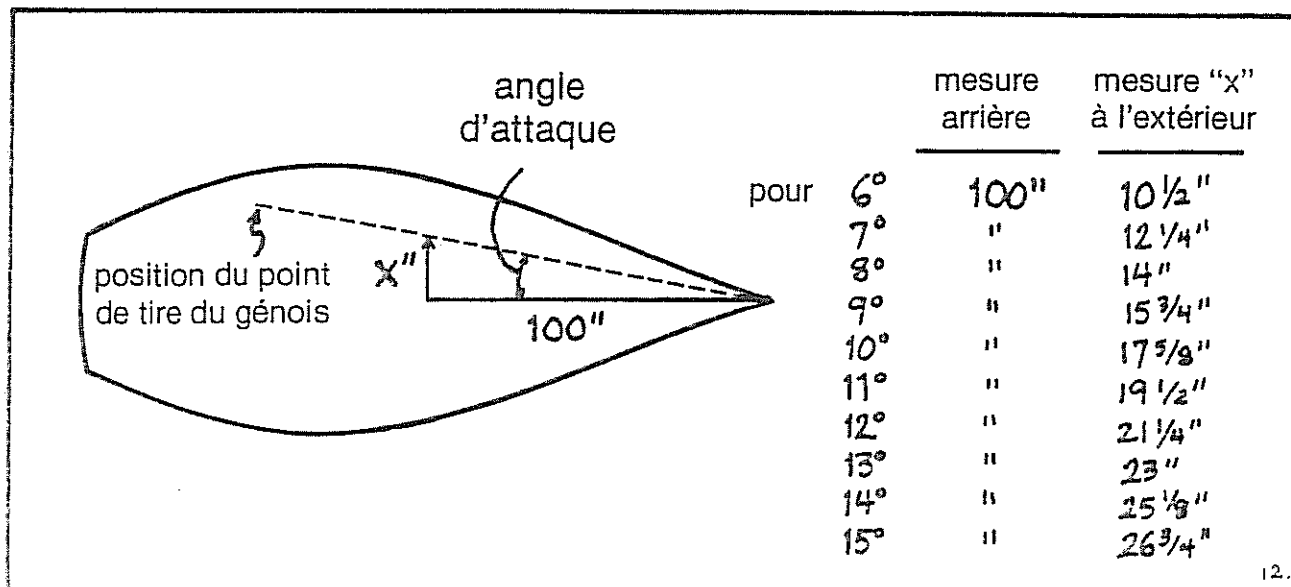
Chaîne de barre  
 Câble avec serres-fils

**Divers**

Écrous et boulons d'acier inoxydable  
 Manilles et goupilles  
 Cordages de rechange

**Pompe de cale**

Diaphragme de rechange



12.

**Outils** (huiles pour empêcher la rouille)  
 Ensemble de tournevis—Phillips et standard  
 Ensemble de douilles  
 Clé ajustable 12 pouces  
 Clé ajustable 6 pouces  
 Pince étau  
 Pinces à joint coulant  
 Ruban adhésif  
 Clés hexagonales  
 Scie à métaux et lames de rechange

#### Lime

Marteau  
 Spray lubrifiant  
 Pince monseigneur  
 Mètre  
 Pince à dénuder  
 Voltmètre  
 Coupe-boulons

#### Kit pour réparer les voiles

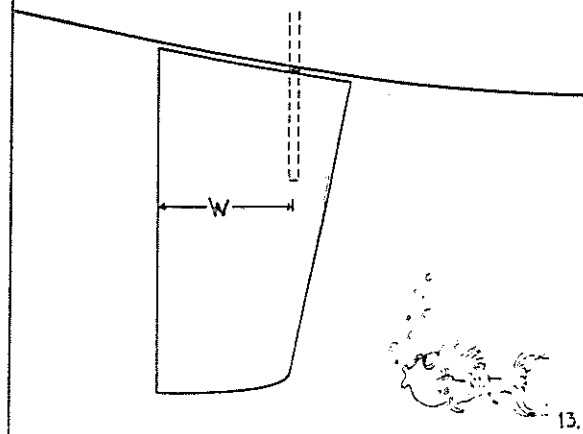
3 mètres de dacron 2 oz. adhésif  
 Nylon adhésif  
 Paumelle  
 Fil d'aiguilletage  
 Aiguilles et fil  
 1 mètre de toile  
 Couteau  
 Coulisseaux et mousquetons  
 Fente pré-engueur  
 Lattes

#### LES ANNOTATIONS

Un système simple de codification et de rappel est la meilleure méthode pour apprendre les réglages et les reproduire. Assurez-vous que vous vous souvenez des réglages avant les courses. Cette étape est essentielle pour améliorer les performances du bateau.

**Angle de tire du génois.** Nous avons déjà démontré l'importance de mesurer le point de tire du génois. La figure 12 indique comment construire un triangle sur le pont

mesurer la longueur entre  
l'étambot du gouvernail et  
le bord de fuite



avant dont l'hypoténuse s'étend vers l'arrière sur la rail du génois et se rend à l'angle de tire.

**Angle de gouvernail.** L'angle de gouvernail est une mesure de l'ardeur du bateau. Avec du ruban gommé, marquez votre barre à  $0^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $4^\circ$  et  $6^\circ$  sur babord et tribord. Tracez des lignes sur le pont ou sur l'étambot arrière, si vous avez une barre franche. Tenez compte du jeu de la tête de la mèche et si vous le pouvez éliminez-le. Pour déterminer les points de calibrage, suivez cette procédure avant de mettre le bateau à l'eau au printemps.

**Étape 1.** Mesurez la distance entre l'étambot arrière et le bord de fuite (fig. 13). Cette mesure est  $W$ .

**Étape 2.** Multipliez  $W$  par les valeurs sinus indiquées pour obtenir  $r$ , soit la distance à laquelle le bord de fuite doit être éloigné de l'axe (fig. 14).

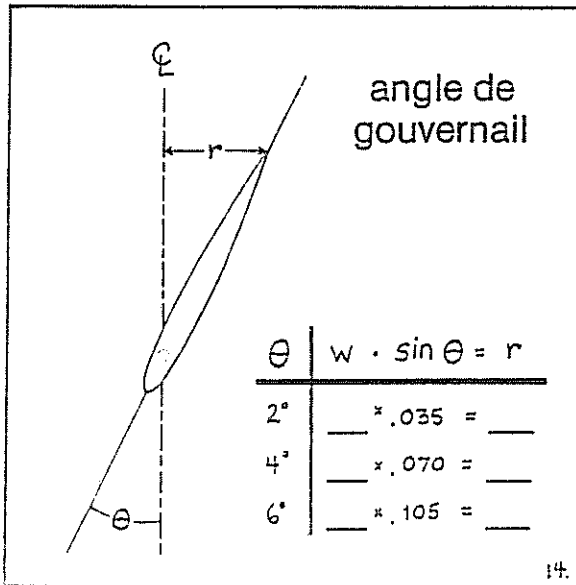
**Étape 3.** Placez le gouvernail dans chaque position, marquez la roue ou la barre au

fur et à mesure.

### PRÉPARATION AVANT UNE COURSE

Avant de quitter le quai, informez-vous des prévisions météorologiques. Centrez le poids. Déplacez les voiles, les effets personnels et autres objets de l'avant et de l'arrière du bateau. Vous devriez être aux environs de la ligne de départ au moins une heure avant le départ. Au cours de cette heure, vous devrez:

1. Vérifier le vent, la température, le courant.
2. Établir un plan d'action pour la course en vous basant sur vos renseignements.
3. Organiser l'équipage, désigner les tâches. Pratiquer différentes manoeuvres.
4. Choisir la gorge de l'étai pour que le premier changement de voile soit à l'intérieur.
5. Pomper la cale.



6. Centrer l'hélice. Dans des vents très légers, un équipier devrait aller à l'eau et bander l'hélice pour empêcher que les pales ne s'ouvrent lorsque le bateau dérive.
7. Vérifier les goémons de salissures dans les endroits polués.
8. Préparer le tangon du spinnaker et le bras, fixer le hale-bas, la balancine et le tangon au mât.
9. Le navigateur devrait être dans le cockpit.
10. Naviguer au près et relever les caps sur le compas pour les deux amures.
11. Etudier la ligne de départ pour déterminer le côté favorable.
12. Remonter au vent debout et relever plusieurs fois la direction du vent réel. Vous pourrez ainsi observer si le vent a changé de direction avant le départ.
13. Observer les instructions de course. Utiliser les bons pavillons. Suivre le bon parcours.

### COMPTE-RENDU DE LA COURSE

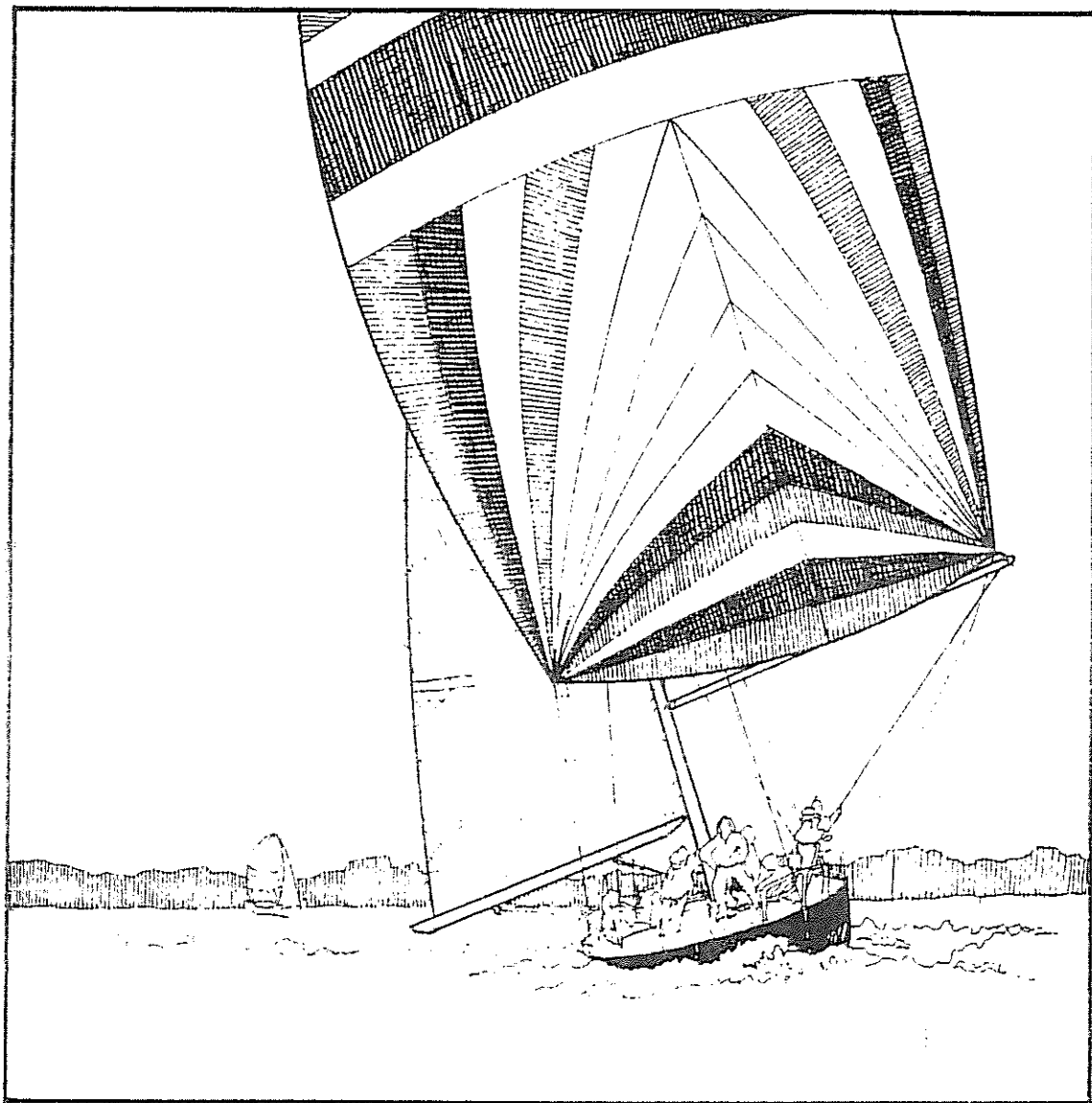
Au retour de la course, réunir l'équipage pour une discussion. Refaîtes la course et revisez les tactiques, le réglage des voiles, la barre, votre position par rapport à la flotte, votre vitesse, etc. Le but de cette discussion est éducatif. Préparez aussi votre prochaine pratique.

*Notes*

*Notes*

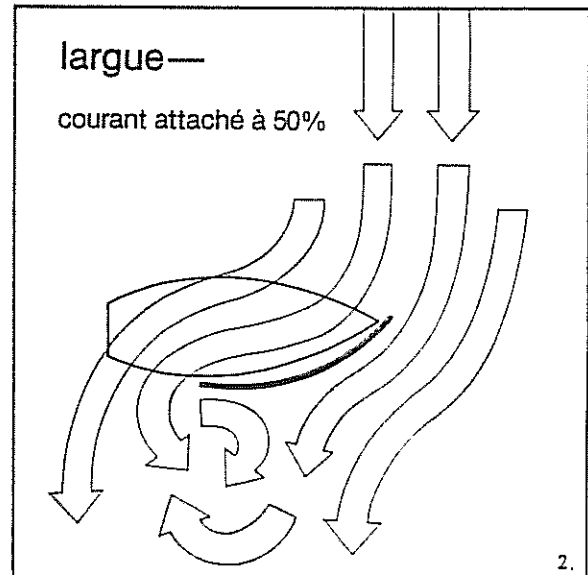
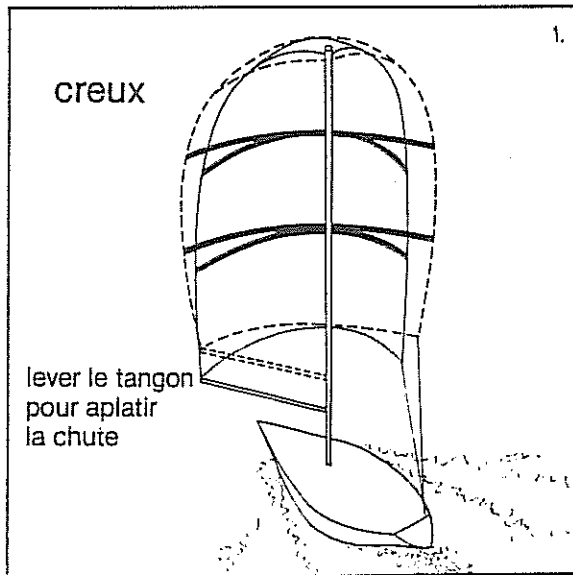
*Notes*



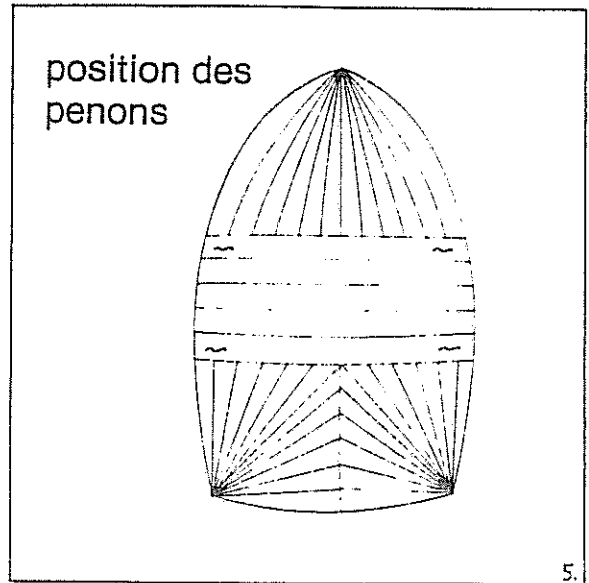
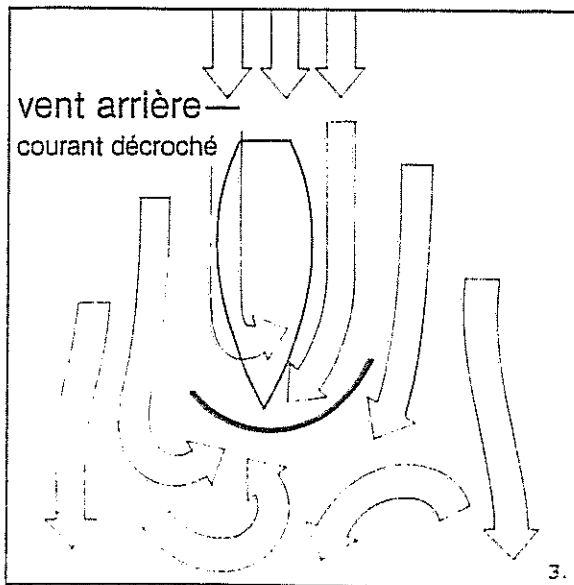


## LE RÉGLAGE DU SPINNAKER

Le principe de réglage du spinnaker est simple—plus les chutes sont rapprochées, plus la voile est creuse (fig. 1). Ce principe est le même qui s'applique pour l'inclinaison du mât de la grand-voile et le mou de l'étai du génois.



Au largue et dans les conditions idéales, le flot d'air attaché à la voile est de 50% (fig. 2). Mais lorsque le bateau s'éloigne du vent, le courant se sépare de plus en plus de la voile jusqu'à ce que la voile soit décrochée (au vent arrière) (fig. 3). Suite à ces observations, essayez d'établir le plus de courant possible sur le spinnaker. Attention à ne pas trop border le spinnaker. Vous devez constamment jouer avec l'écoute pour que le bord du guindant soit à la limite de fassellement.



### CONSEILS DE RÉGLAGE

**Angle du tangon.** Au grand large, l'angle du tangon devrait être à angle droit avec le vent apparent pour éloigner le spinnaker le plus possible de la grand-voile. Cependant, un spinnaker plat pour le large doit être plus reculé pour s'ajuster aux angles variant entre 60 et 120 degrés sinon il est trop creux. La figure 4 indique les angles appropriés.

**La hauteur du tangon.** Au grand large ou au large, la hauteur du tangon semble facile à régler car sur les nouveaux spinnakers, les points d'écoute ont tendance à rester au même niveau. Mais il existe tout de même une hauteur idéale du tangon. Pour la délimiter, fixez des penons aux panneaux horizontaux supérieurs et inférieurs d'un spinnaker tri-radial, entre 10 et 12 pouces de la chute (fig. 5). Lorsque la

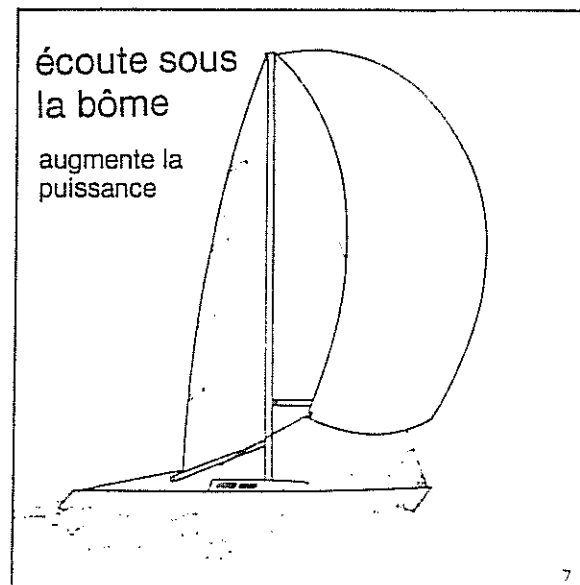
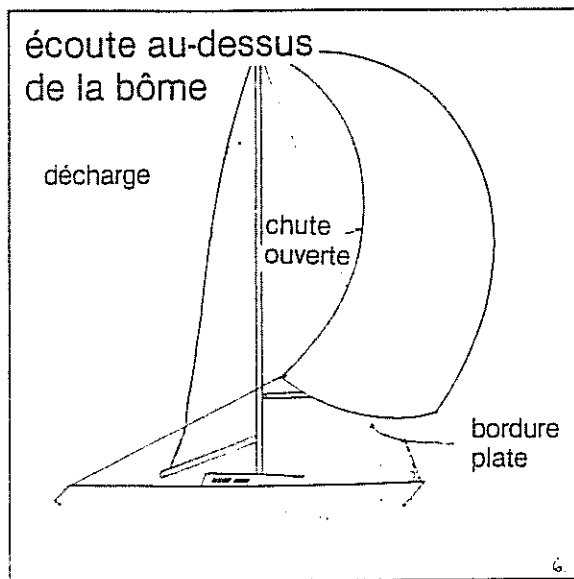
A des angles de 60° à 120°, les spinnakers plats peuvent porter le tangon plus reculé. Pour un tri-radial relativement plat:

| <u>angle du vent</u> | <u>bonne position du tangon</u> | <u>angle du vent nécessaire pour que le tangon soit à angle droit</u> | <u>degrés de différence</u> |
|----------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|
| 60                   | sur l'étai                      | 90°   | 30°                         |
| 70                   | 5° arrière                      | 95°   | 25°                         |
| 80                   | 10° arrière                     | 100°  | 20°                         |
| 90                   | 15° arrière                     | 105°  | 15°                         |
| 100                  | 20° arrière                     | 110°  | 10°                         |
| 110                  | 25° arrière                     | 115°  | 5°                          |
| 120                  | 30° arrière                     | 120°  | 0°                          |

4.

hauteur du tangon et le réglage du spinnaker seront idéaux, les deux penons supérieurs et inférieurs du guindant flotteront au vent (cette méthode est inefficace au vent arrière car le spinnaker est décroché). Si le tangon est trop haut, les penons supérieurs décrocheront avant ceux du bas. Monter le tangon permet à la tête de reculer jusqu'à ce que son angle d'attaque soit plus grand que l'angle d'attaque de la bordure. Lorsque le tangon est baissé, la tête retournera à sa position initiale et les penons fasseront en

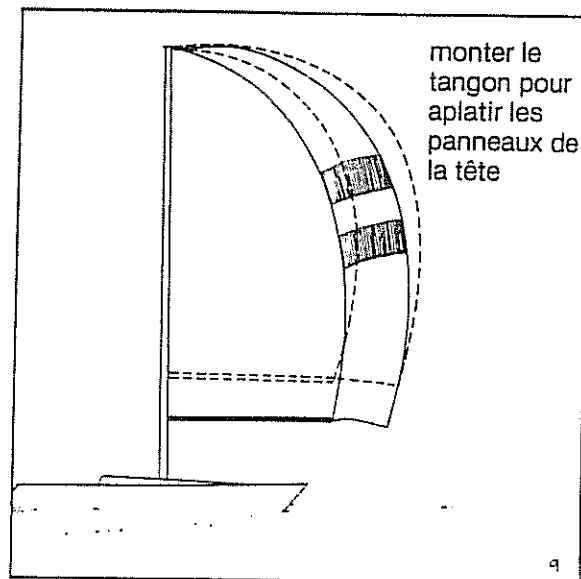
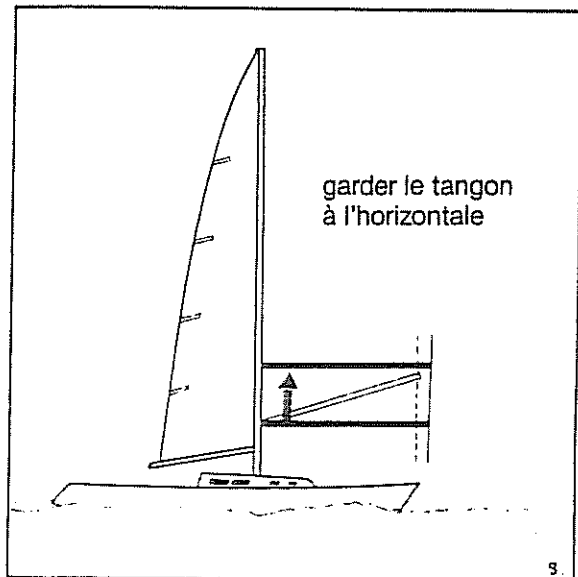
même temps. Si le tangon est trop bas, le haut du guindant se ferme et les penons supérieurs fasseront avant ceux du bas. Par vent léger, lorsque le spinnaker est à peine gonflé, baissez complètement le tangon. Un équipier supplémentaire sur la balancine est alors très utile. Il devrait baisser le tangon d'un pied ou deux lorsque le spinnaker menace de se contre-arquer ou de s'affaisser et le remonter soigneusement une fois que le spinnaker gonfle et que le vent apparent est plus fort.



La hauteur du tangon au large ou au petit large dépend en partie de l'endroit où l'écoute est passée (soit au-dessus ou sous la bôme). Si l'écoute est passée au-dessus de la bôme, le point d'écoute sera élevé, la bordure plate et la têtère ouverte (fig. 6). Ce réglage convient aux vents forts car un point d'écoute haut ouvre la chute pour donner un bord de fuite plus plat. Sous la bôme, le spinnaker est creux, plus puissant, plus facile à établir et idéal pour les spinnakers plats et les vents légers (fig. 7). L'écoute au-dessus de la bôme n'est pas recommandée sur un bateau à grément fractionnel puisqu'elle entravera la grand-voile.

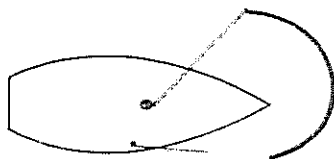
Dans des petits larges ( $50^\circ$  à  $90^\circ$  apparent). Border l'écoute baisse le point d'écoute et le tangon doit donc être baissé. Au petit large, lorsque le tangon est bas, la position du creux, le guindant et l'angle d'attaque de la têtère sont affectés. Par exemple, remonter le tangon recule un peu le creux, aplatit l'entrée au niveau de l'épaule et laisse le haut du guindant s'arquer sous le vent. Le mou en haut du guindant recule la têtère, agrandit l'angle d'attaque, ferme la chute et rend la voile plus puissante.

Ajustez toujours l'extrémité intérieure (sur la mât) du tangon en fonction de l'extrémité extérieure afin de maintenir le même niveau (fig 8). Puisque ce réglage est automatique, il devrait s'effectuer sans ordre supplémentaire.

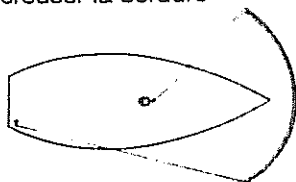


**Creux.** Le creux dans la partie supérieure de la voile est affecté pas la hauteur du point d'écoute. En remontant les points d'écoute, les chutes se mollissent sous le vent et les épaules (la partie supérieure de la chute) s'ouvrent (fig. 9). Contrairement à ce que vous pourriez croire, ces changements aplatissent le spinnaker. Baisser les points d'écoute tire les chutes et les rapproche, imprimant ainsi plus de creux aux sections supérieures du spinnaker.

creux de la bordure—vent arrière



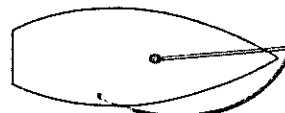
avancer le point de tire  
pour creuser la bordure



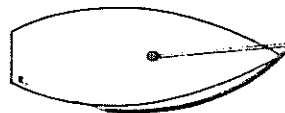
reculer le point de tire  
pour aplatir la bordure

10

creux de la bordure—au large



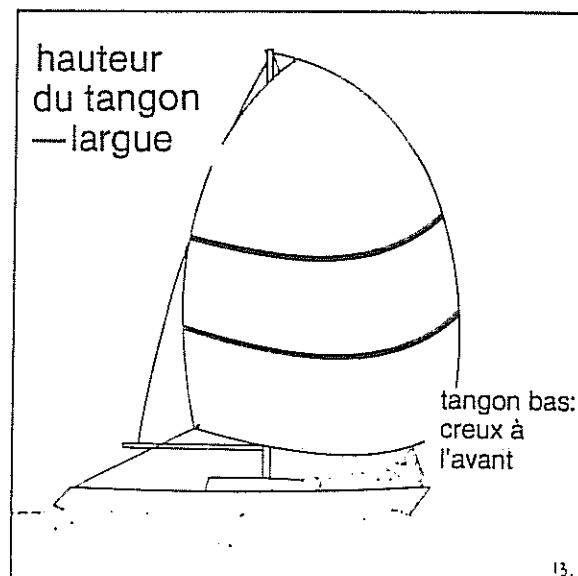
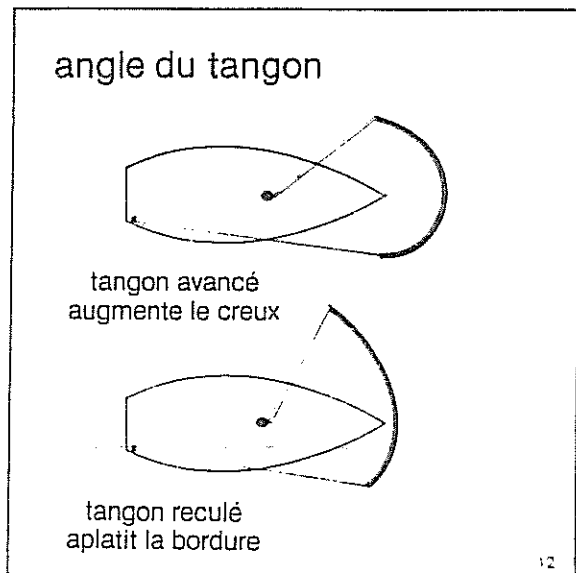
avancer le point de tire  
pour creuser la bordure



reculer le point de tire  
pour aplatir la bordure

11

Comme pour la bordure du génois, le creux de la moitié inférieure de la voile est réglé par le point de tire. Un angle de tire avancé donne du creux (fig. 10 et 11). Les nouveaux spinnakers de North, le Gamma II, devraient être réglés avec un "étrangleur" sur l'écoute afin de pouvoir ajuster continuellement le point de tire. Installez la poulie aux cadènes. Au vent arrière, l'écoute sera étouffée plus à l'avant. L'écoute est généralement trop reculée au vent arrière; la bordure est ainsi trop plate.

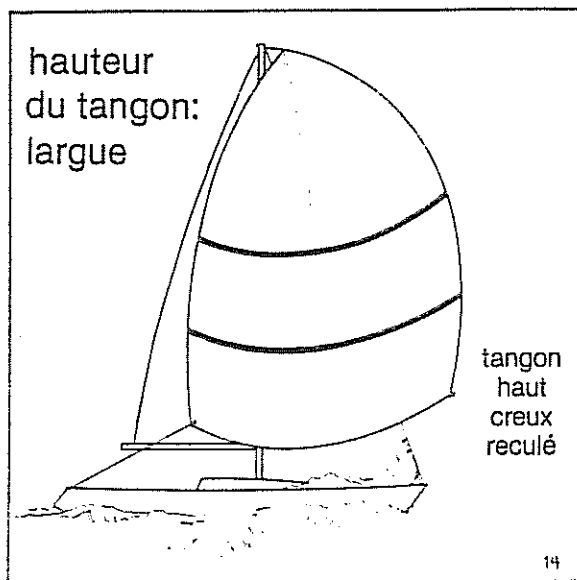


Au grand large ou au vent arrière, le creux est affecté par l'angle du tangon du spinnaker par rapport au vent. Un tangon trop reculé (réglé au-delà d'un angle perpendiculaire avec le vent) vous obligera à plus border l'écoute pour que la voile soit gonflée, ce qui à son tour aplatit la voile (fig. 12). Un tangon plus avancé donne un effet opposé: l'écoute peut être plus relâchée, le spinnaker est plus à l'avant et la bordure est plus creusée.

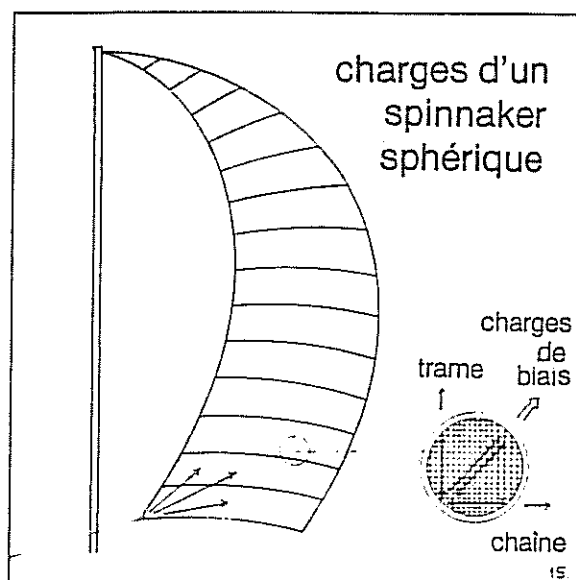
**Position du creux.** La position du creux est ajustée par la hauteur des points d'écoute. La vieille maxime, "régler les points d'écoute au même niveau" n'est plus aussi véridique qu'avant. Au large, un réglage méticuleux des points d'écoute affecte la position du creux. Baisser le point d'écoute au vent avance le creux et le remonter recule le creux (fig. 13 et 14). Au large, les écoutes d'un spinnaker tri-radial devraient être au même niveau ou le point d'écoute au vent pourrait être un peu plus bas, ce qui situera le creux de 40 à 50% de l'arrière de la voile. De plus, baisser le point d'écoute au vent ouvre le haut de la chute.

*bras*



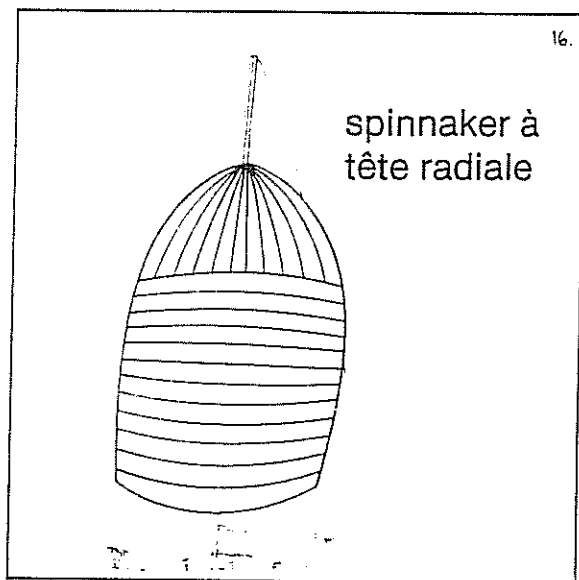


**Le réglage de la grand-voile.** Le spinnaker courbe le courant d'air beaucoup plus que le génois. Réglez votre grand-voile en tenant compte de ce phénomène. Au petit largue, réglez la grand-voile comme pour le près mais observez le penon supérieur pour vous assurer que la voile ne décroche pas. Dans les vents légers, spécialement pour les gréements fractionnels, la chute en tête du spinnaker est souvent contre-arquée vers la grand-voile et ferme le courant d'air. Réglez la grand-voile pour rétablir le courant.

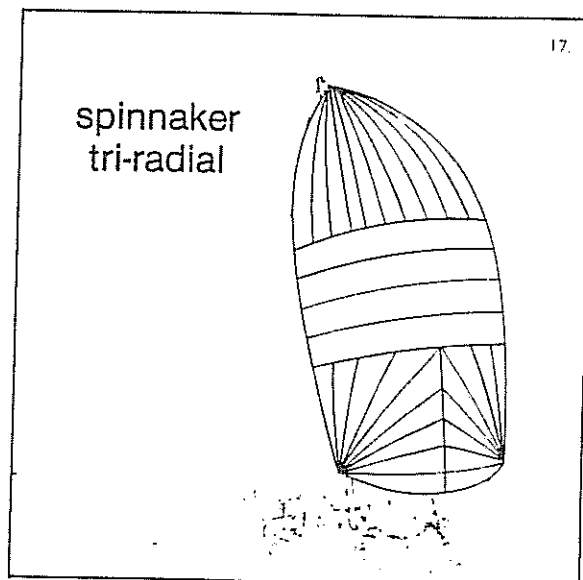


**Le design du spinnaker.** Actuellement, quatre modèles de spinnaker sont utilisés: l'orientation différente des panneaux confère des caractéristiques différentes d'étirement sous des charges qui rayonnent de la tête et des points d'écoute (fig. 15). Bien qu'aucun de ces modèles ne soit complètement courbé ou plat, ils ont chacun leur particularité.

Les spinnakers sphériques sont faits de panneaux horizontaux sur la largeur de la voile. Ces spinnakers ont tendance à subir une torsion avec le temps et sous des charges élevées. Le centre de la voile demeure relativement creux et conserve sa forme mais les points d'écoute et le haut des chutes s'étirent de façon alarmante le long du biais. Puisque la ralingue de la chute s'étire à peine, le résultat est une chute serrée et une voile étirée. Les spinnakers sphériques ne sont pas utilisés sous de grandes charges. Par contre, ils conviennent aux dérivateurs car les charges sont assez basses pour contrôler l'étirement, spécialement avec des voiles en



spinnaker à tête radiale



spinnaker tri-radial

Dynac.

Le spinnaker à tête radiale (fig. 16) est plus efficace pour résoudre l'étirement puisque les charges dans la tête sont alignées avec les fils des panneaux. Bien que la tête combatte l'étirement, les points d'écoute sont autant déformés qu'avec les spinnakers sphériques. Un étirement réduit dans la tête et élevé le long de la bordure produit une voile déséquilibrée. Bien que plus performant que le spinnaker sphérique, ce spinnaker est maintenant réservé aux petits quillards (de moins de 25 pieds).

Le spinnaker tri-radial (fig. 17) aligne les fils avec les charges aux extrémités de la voile qui se rejoignent aux panneaux horizontaux au milieu de la voile. Cette coupe est durable et nette. Quatre designs composent ce modèle:

- All purpose (tout aller) 3/4 once convient parfaitement si ce spinnaker est le seul que vous utilisez.
- Reacher, un design plus plat et une tête plus étroite pour remonter jusqu'à 50° apparent. Ce spinnaker est le no 2 pour n'importe quelle allure dans des vents violents.
- Mini tri-radial à grand allongement dont l'angle de la tête, la largeur et la bordure sont très réduits. Il peut être porté par très grands vents. Ce spinnaker est le no 3.
- Tri-radial ultra-léger est conçu dans des dimensions maximum pour les vents très légers. Les plus récents modèles sont en 0,3 once Mylar/NorCon.

*Notes*

*Notes*

*Notes*

## EXERCISES

### Partie 1 Répondre vrai ou faux.

- f 1. Monter le tangon avance le creux.
- f 2. Si les penons inférieurs fasseyent avant les penons supérieurs, le tangon est trop bas.

### Partie 2 Répondre brièvement.

3. Comment faut-il régler la grand-voile sur un bord de largue avec un spinnaker?

Gr fenneye plus, penes accrochés

4. Comment réagit le spinnaker au largue lorsque le tangon est remonté?

Augmente angle d'attaque, ferme la chute, recule le vent

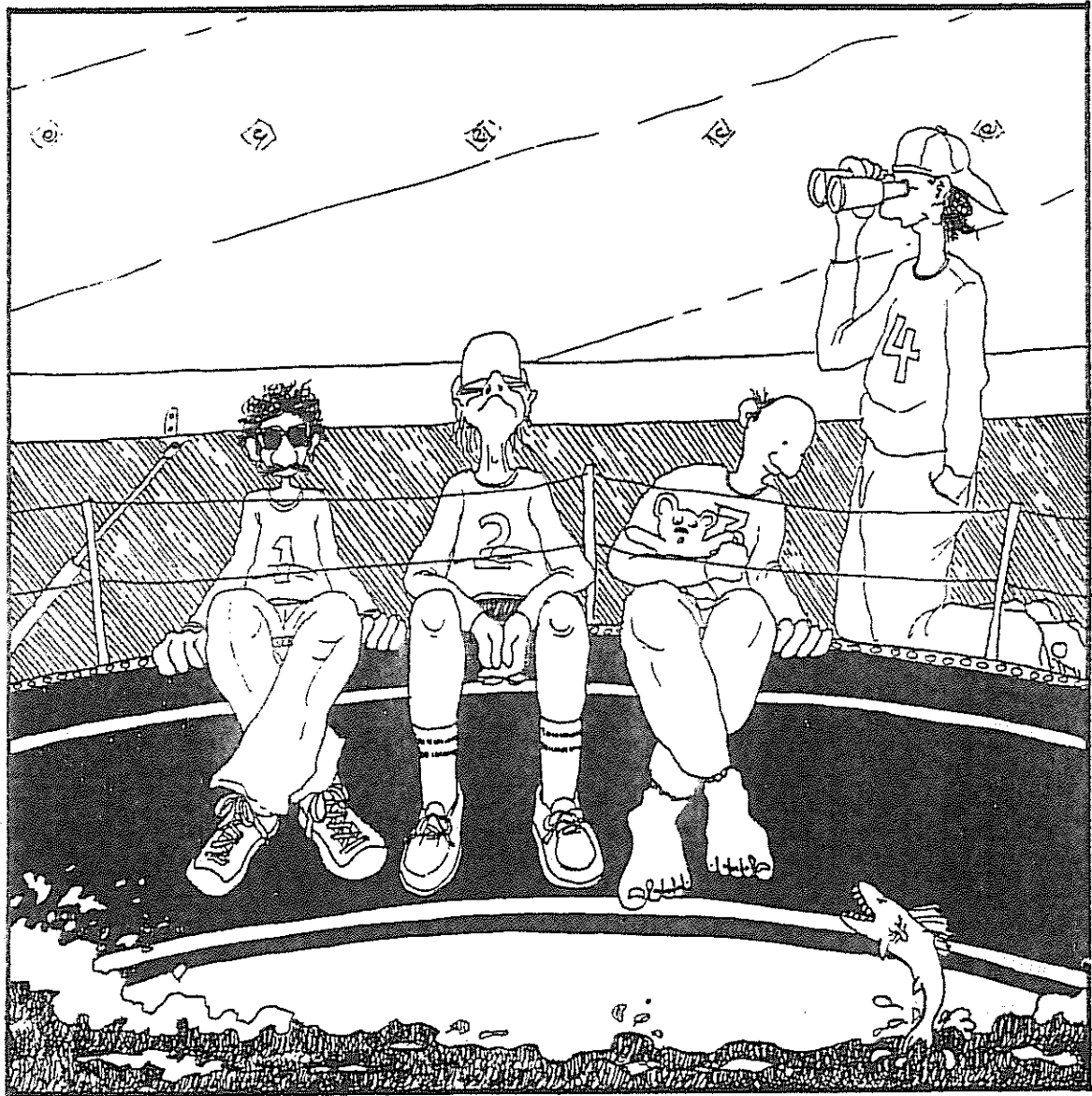
5. a. Au grand largue ou au vent arrière, comment pouvez-vous analyser la position du point de tire?

après bordat = bande + vent (rapporte gr écoute / ourre)

- b. Où devrait être placée l'écoute sur le Gamma II de North?

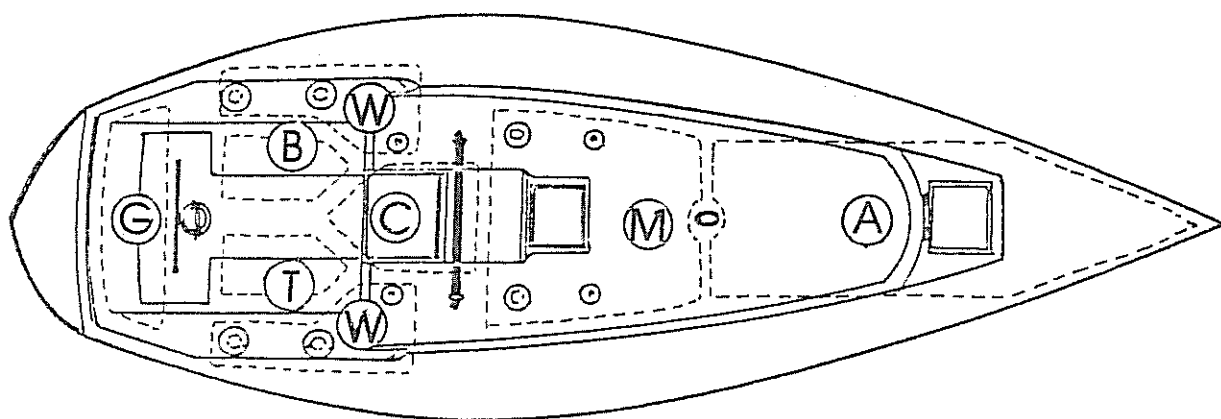
6. Que se produit-il lorsque le tangon est reculé au largue?

Après la maître inférieure (essentielle)



## EQUIPAGE

En classe, nous discuterons des manoeuvres; des diapositives et un film vous seront présentés. Nous pratiquerons ensuite ces manoeuvres sur un pan de pont simulé. Pour vraiment assimiler ce chapitre, vous devez pratiquer sur un voilier. Surveillez donc nos cliniques sur l'eau données au printemps. Une



|   |                    |   |         |
|---|--------------------|---|---------|
| G | gouvernail         | C | cockpit |
| B | à l'écoute babord  | M | mât     |
| T | à l'écoute tribord | A | avant   |
| W | winch              |   |         |

attention spéciale sera accordée à l'organisation de l'équipage.

Chaque manoeuvre est décrite étape par étape. Elles sont expliquées en fonction d'un équipage de 7 membres mais vous pouvez facilement les adapter à des équipages plus restreints ou plus nombreux. La figure 1 illustre les positions théoriques de l'équipage. Les tâches sont:

**Equiper à la barre.** Barre le bateau, commande. Aide pour les tactiques.

**Equiper du cockpit.** En charge de l'écoute de la grand-voile et de la barre d'écoute, du système hydraulique, de la balancine, du hale-bas et des autres cordages du cockpit. Le navigateur ou le tacticien oc-

cupent généralement cette position.

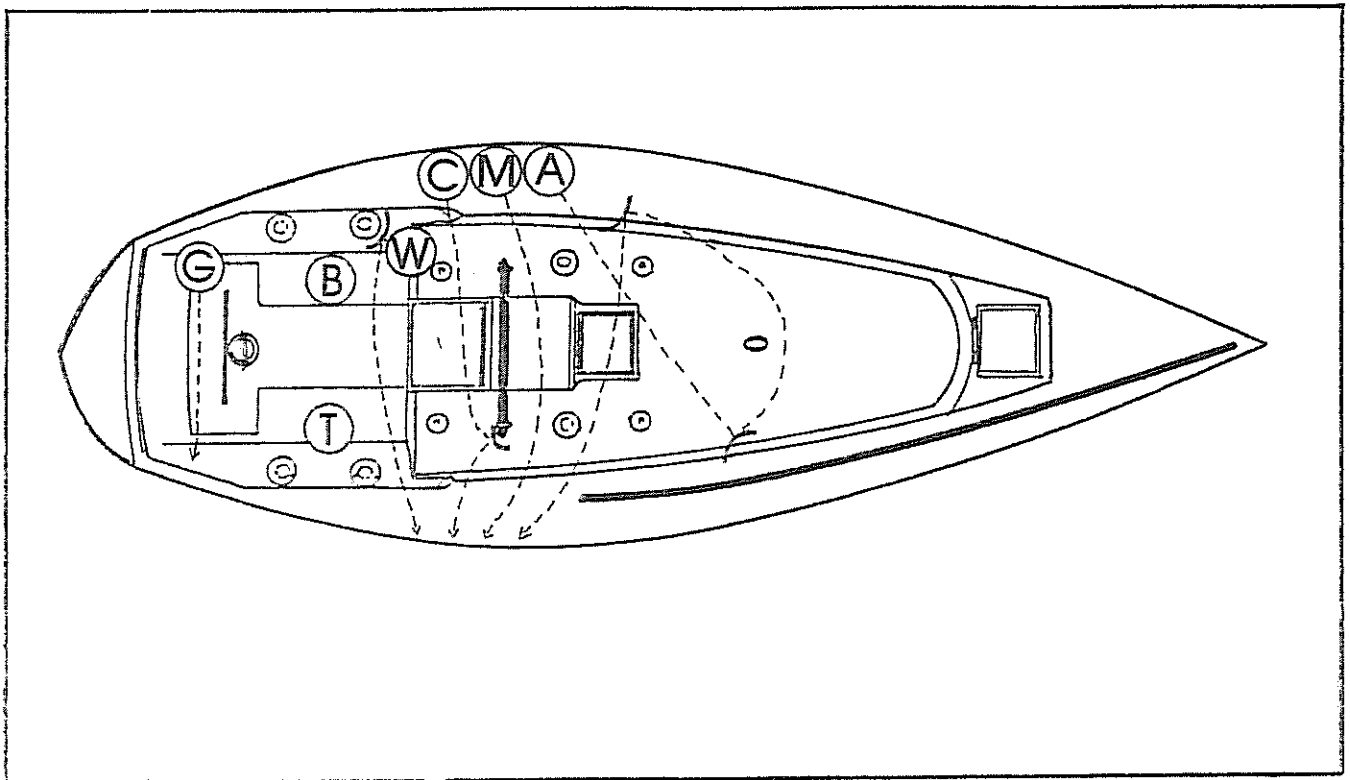
**Equipers à l'écoute du génois babord et tribord.** Responsables du réglage des écoutes et du point de tire sur leur amure respective. Au près, ils discutent du réglage des voiles et de la barre.

**Equiper sur le winch.** Le membre de l'équipage le plus costaud.

**Equiper au mât.** S'occupe des tâches au mât: la section du tangon sur le mât, hisse les voiles, arise, etc. Aide l'avant à ranger les voiles.

**Equiper à l'avant.** S'occupe du pont avant: changements de voile, la vigie avant le départ des courses, place la bordure, la section extérieure du tangon, etc.

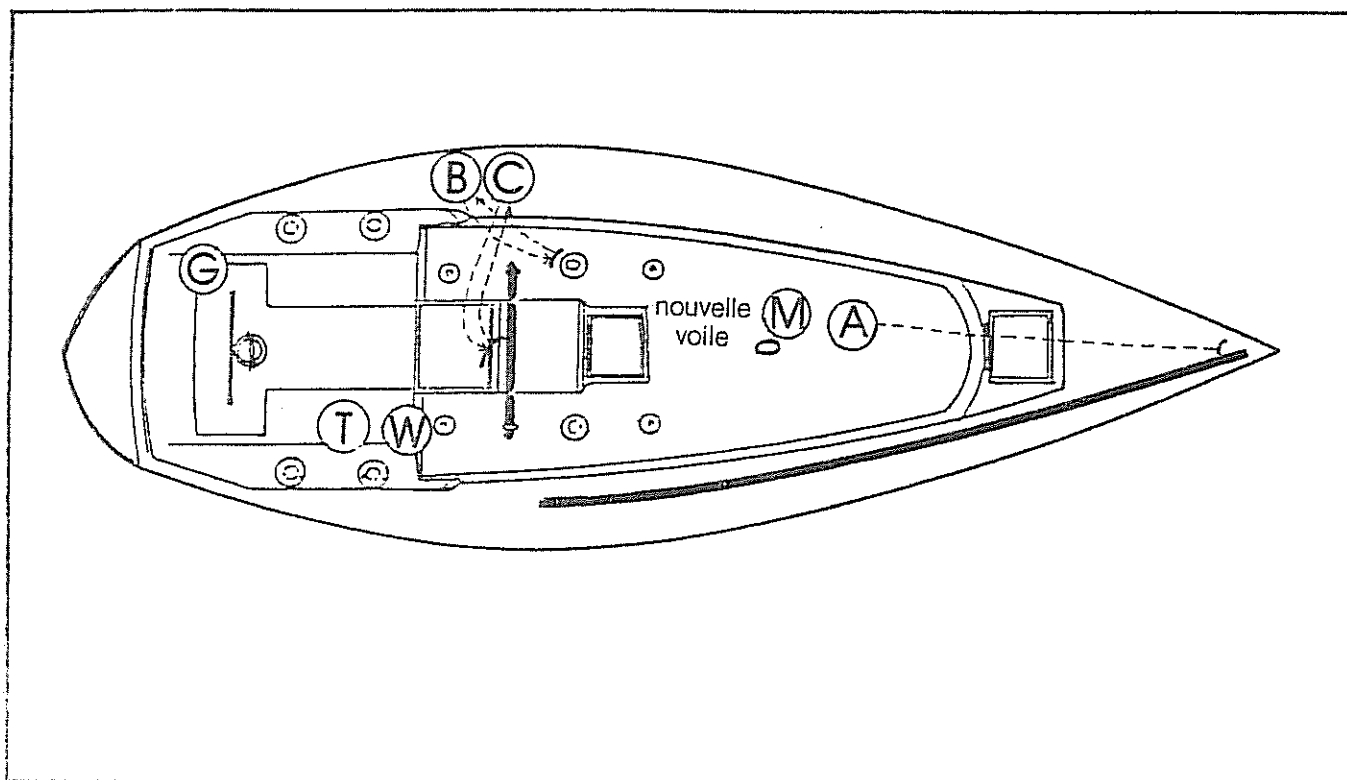




### VIREMENT DE BORD DE BABORD

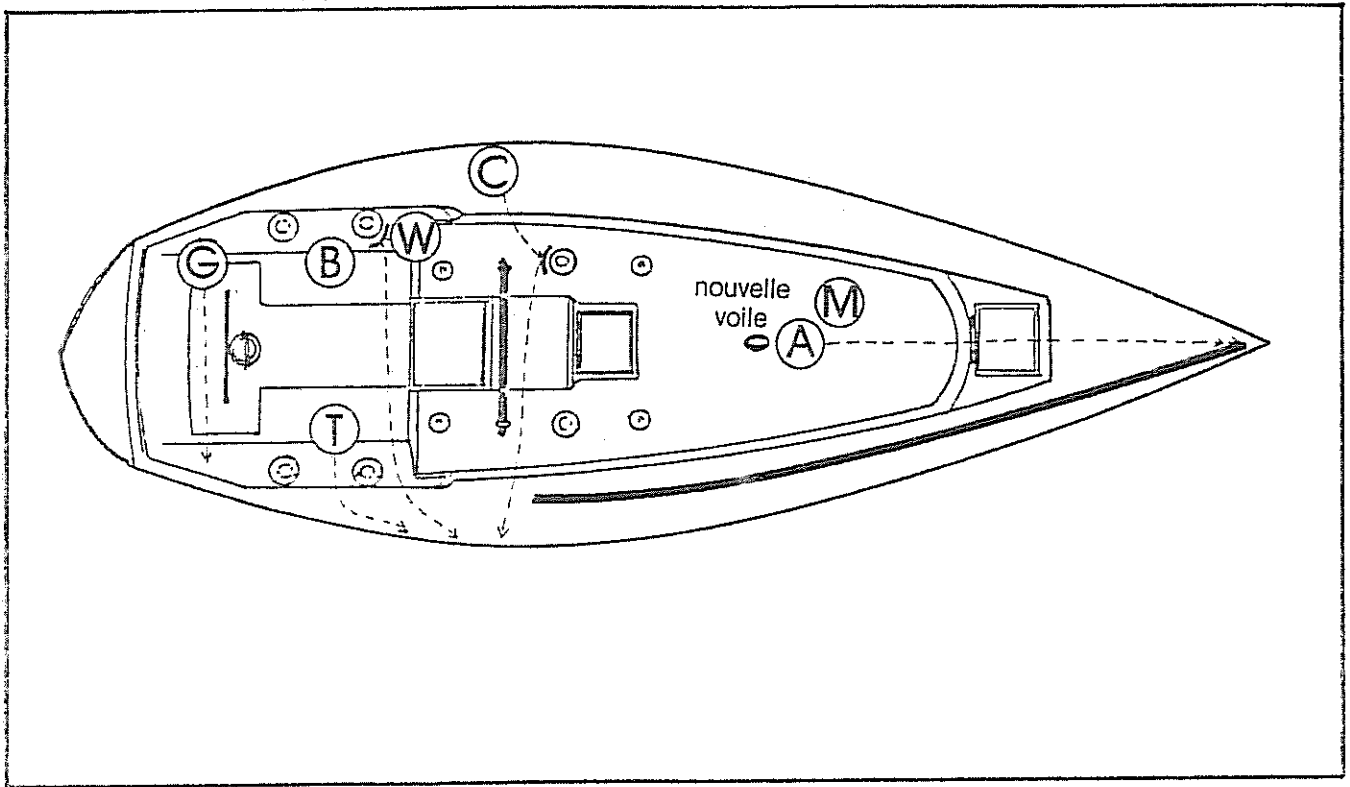
#### À TRIBORD

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| T | File l'ancienne écoute                 | A | Place la bordure  |
| W | Accélère dans le virement de bord      | C | Relâche la barre d'écoute   |
| T | Largue l'ancienne écoute               | C | Fait la lecture de l'indicateur de vitesse à haute voix                 |
| A | Dégage le génois autour du mât         | B | Effectue le réglage final de l'écoute du génois                         |
| A | Borde l'écoute                         | C | Règle la barre d'écoute   |
| W | Winche                                 | T | Prépare l'écoute au vent sur le winch pour le prochain virement de bord |
| A | Tire la nouvelle écoute vers l'arrière |   |   |



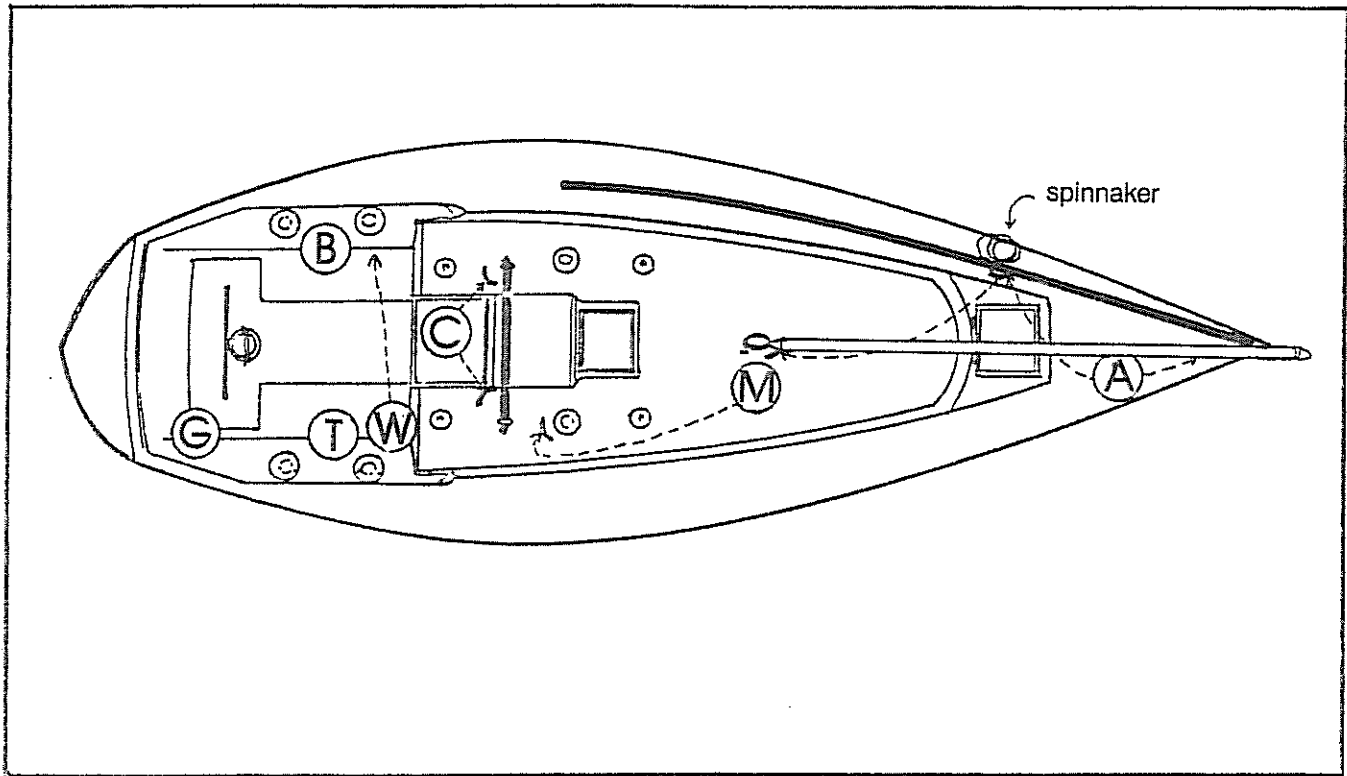
### CHANGEMENT DE GÉNOIS SOUS LE VENT (SUR BABORD)

|      |   |      |   |
|------|---|------|---|
| W, C | Le cockpit prend la décision  | M    | Hisse la voile sur le mât   |
| C    | Amène le nouveau génois sur le pont                                     | A    | Borde la drisse autour du winch sur le pont   |
| M    | File l'ancienne drisse  | T    | Borde l'écoute  |
| T    | Passe la nouvelle écoute dans le point de tire sur le côté sous le vent | W    | Winche l'écoute   |
| A    | Amène la nouvelle drisse derrière le mât sous le vent du génois         | M    | Baisse l'ancienne drisse  |
| A    | Fixe la nouvelle drisse au nouveau génois                               | A    | Serre l'ancienne voile avec des rabans  |
| A    | Attache la nouvelle écoute  | C, W | Naviguent quelques minutes, consultent l'indicateur de vitesse pour s'assurer que la vitesse augmente |
| M, A | Consultent l'équipier du cockpit avant d'effectuer la manoeuvre         | M, A | Plient la voile   |
| A    | Amène le génois à l'avant et l'engage dans l'étai                       | A    | Passe la nouvelle écoute au vent dans le point de tire et prépare le prochain virement de bord        |



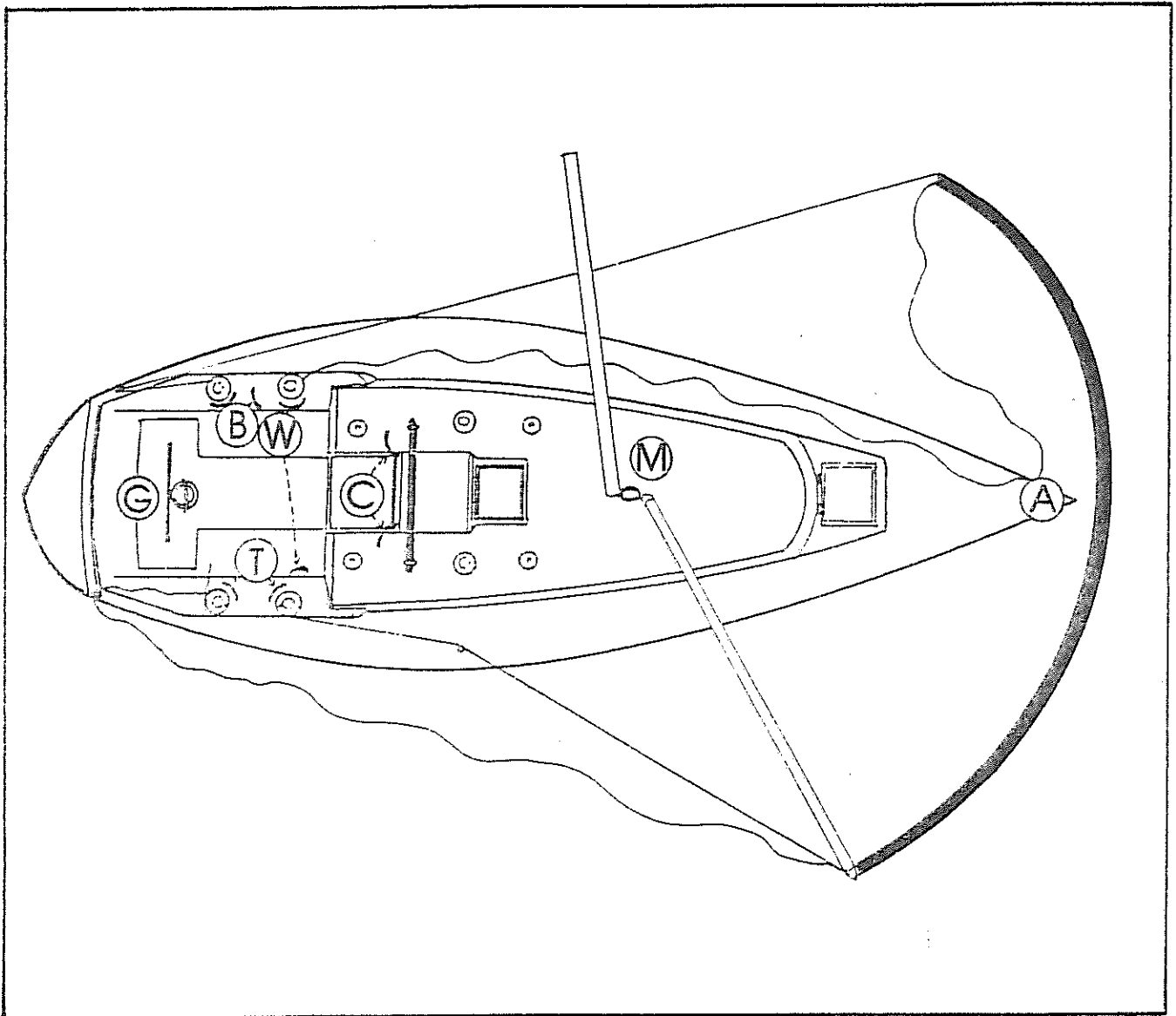
### CHANGEMENT DE VOILE LORS D'UN VIREMENT DE BORD (BABORD À TRIBORD)

- |      |   |      |  |
|------|---|------|--|
| W, C | Le cockpit prend la décision  | C    | Borde la drisse avec un winch sur le pont                    |
| C    | Amène le nouveau génois sur le pont                                   | W    | Procède au virement de bord                                  |
| M    | File l'ancienne drisse  | T    | Choque l'ancienne écoute                                     |
| T    | Défait l'ancienne écoute du génois au vent                            | A, W | Règlent le nouveau génois pour un virement de bord           |
| A    | Attache l'ancienne écoute au vent au point d'écoute du nouveau génois | M    | Largue l'ancienne drisse                                     |
| A    | Régle le point de tire au vent pour le nouveau génois                 | A    | Serre la voile avec des rabans                               |
| A    | Fixe la nouvelle drisse   | C    | Vérifie la vitesse sur l'indicateur de vitesse               |
| M, A | Consultent le cockpit avant d'effectuer la manoeuvre                  | A    | Attache l'écoute au vent au point d'écoute du nouveau génois |
| A    | Amène le génois à l'avant et l'engage dans l'étai                     | M, A | Plient et rangent l'ancien génois                            |
| M    | Hisse la voile sur le mât   |      |  |



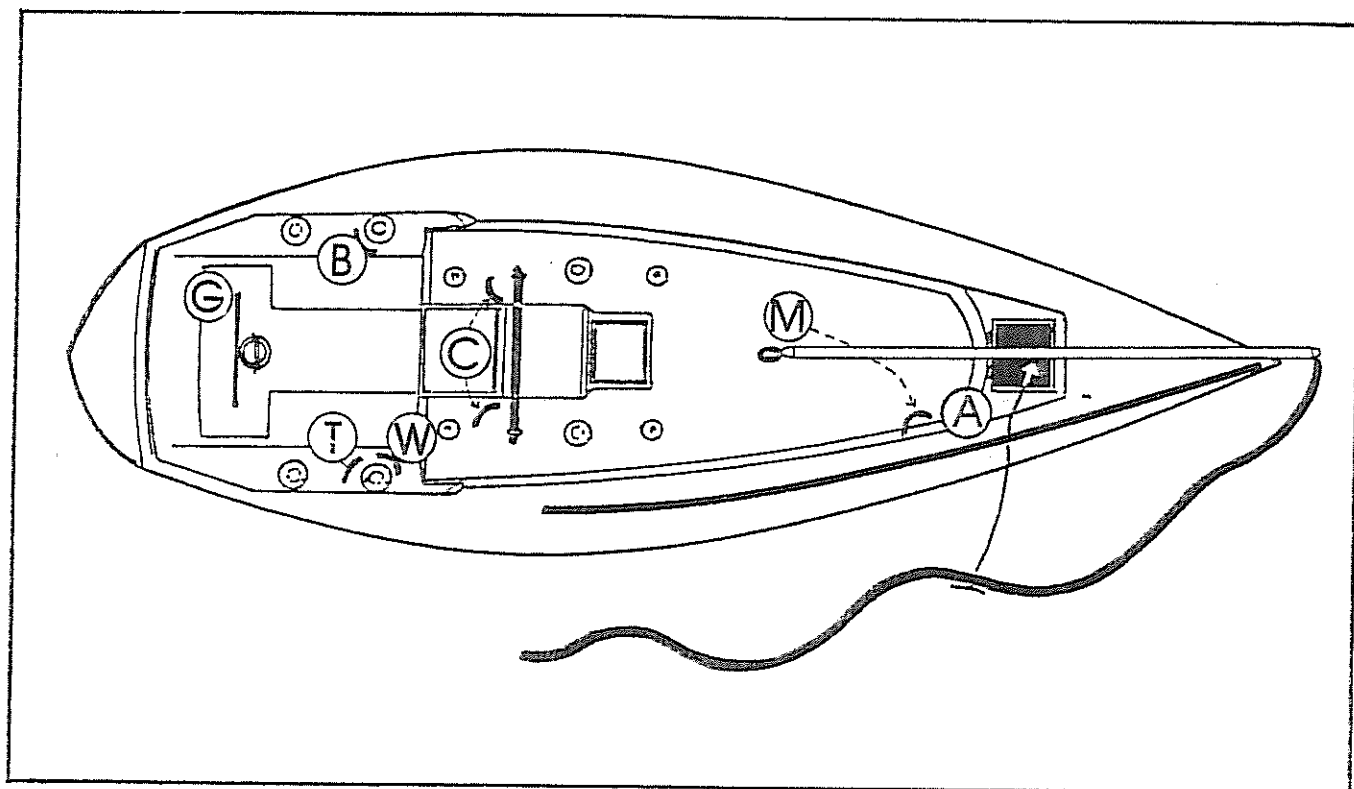
### LE SPINNAKER (ABATTRE SUR TRIBORD)

- |      |   |      |   |
|------|---|------|---|
| A    | Attache le sac du spinnaker à la filière                  | M    | Étarque la drisse   |
| A    | Attache les écoute  | C, A | Choquent les écoute de la grand-voile et du génois :          |
| A    | Attache la drisse en dernier pour éviter qu'elle s'emmêle | T, W | Règlent immédiatement les bras                                |
| M, A | Installent le tangon                                      | A, W | Règlent l'écoute après que la drisse soit complètement hissée |
| C    | Règle la balancine et le hale-bas                         | M    | Baisse la drisse du génois                                    |
| A    | Hisse la voile sur le mât                                 | A    | Affale le génois  |



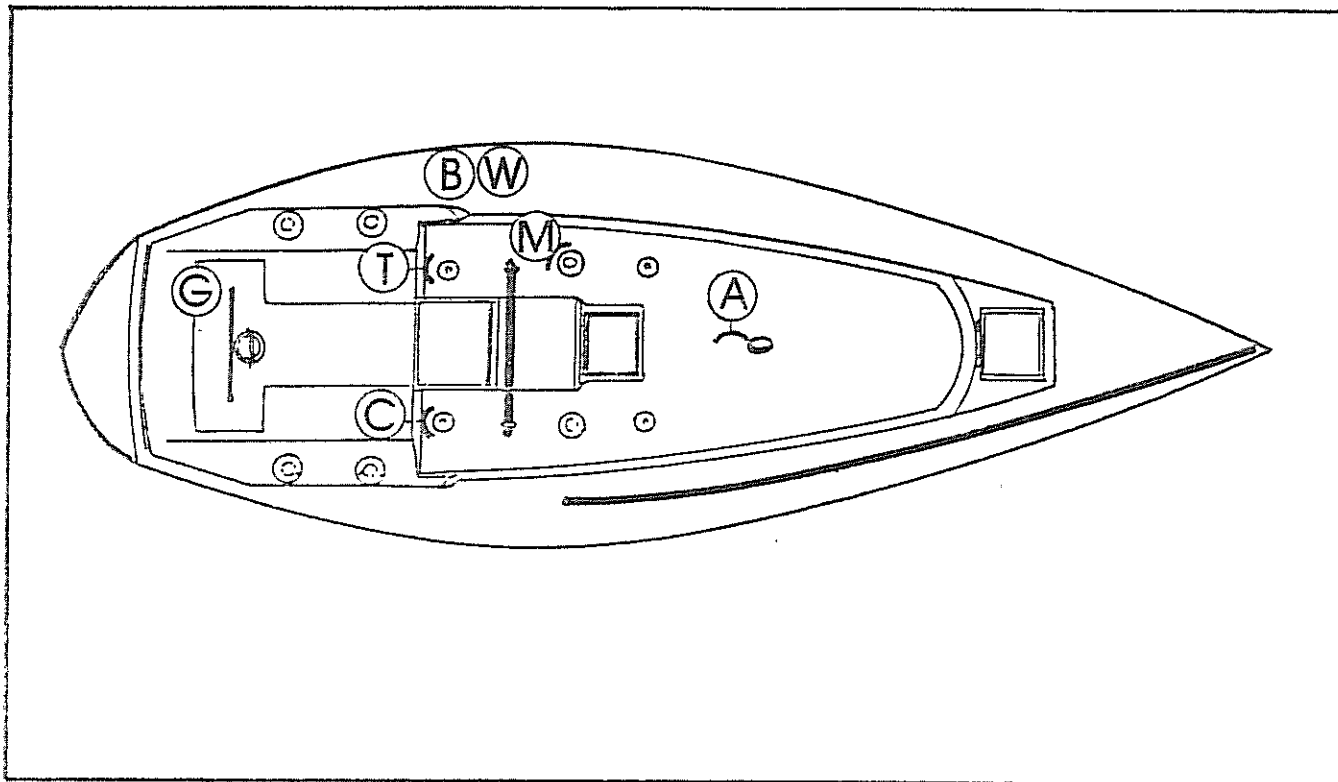
### EMPANNER LE TANGON DU SPINNAKER

- |   |  |      |  |
|---|--|------|--|
| M | Amène le faux bras du spinnaker à l'avant                          | A    | Pousse le tangon à l'avant du balcon                                     |
| C | Règle la grand-voile sur l'axe                                     | A    | Fixe le faux bras dans le tangon   |
| T | Amène le tangon vers l'arrière lorsque le bateau s'éloigne du vent | W    | Procède à l'empannage  |
| M | Retire la bras de la gueule du tangon                              | A, W | Règlent le bras  |
| C | Baisse la balancine pour amener le tangon au niveau du balcon      | C    | Règle la balancine   |
|   |  | T, W | L'ancien bras devient la nouvelle écoute. S'adaptent au nouvel empannage |



### AFFALEMENT (SUR BABORD)

- |   |   |      |  |
|---|---|------|--|
| M | File la drisse  | M, A | Amène le spinnaker avec la corde sous le milieu de la bordure du génois                        |
| M | Hisse le génois   | A, T | Choquent le bras et l'écoute une fois que le spinnaker est presque complètement serré          |
| T | Règle le génois   | T, W | Règlent le génois pour remonter au près  |
| W | Remonte à l'allure du largue (par le travers de la marque sous le vent) | C    | Règle la grand-voile pour remonter au près. File les écoutes pour le prochain virement de bord |
| C | Largue la drisse  |      |  |



### ARISAGE

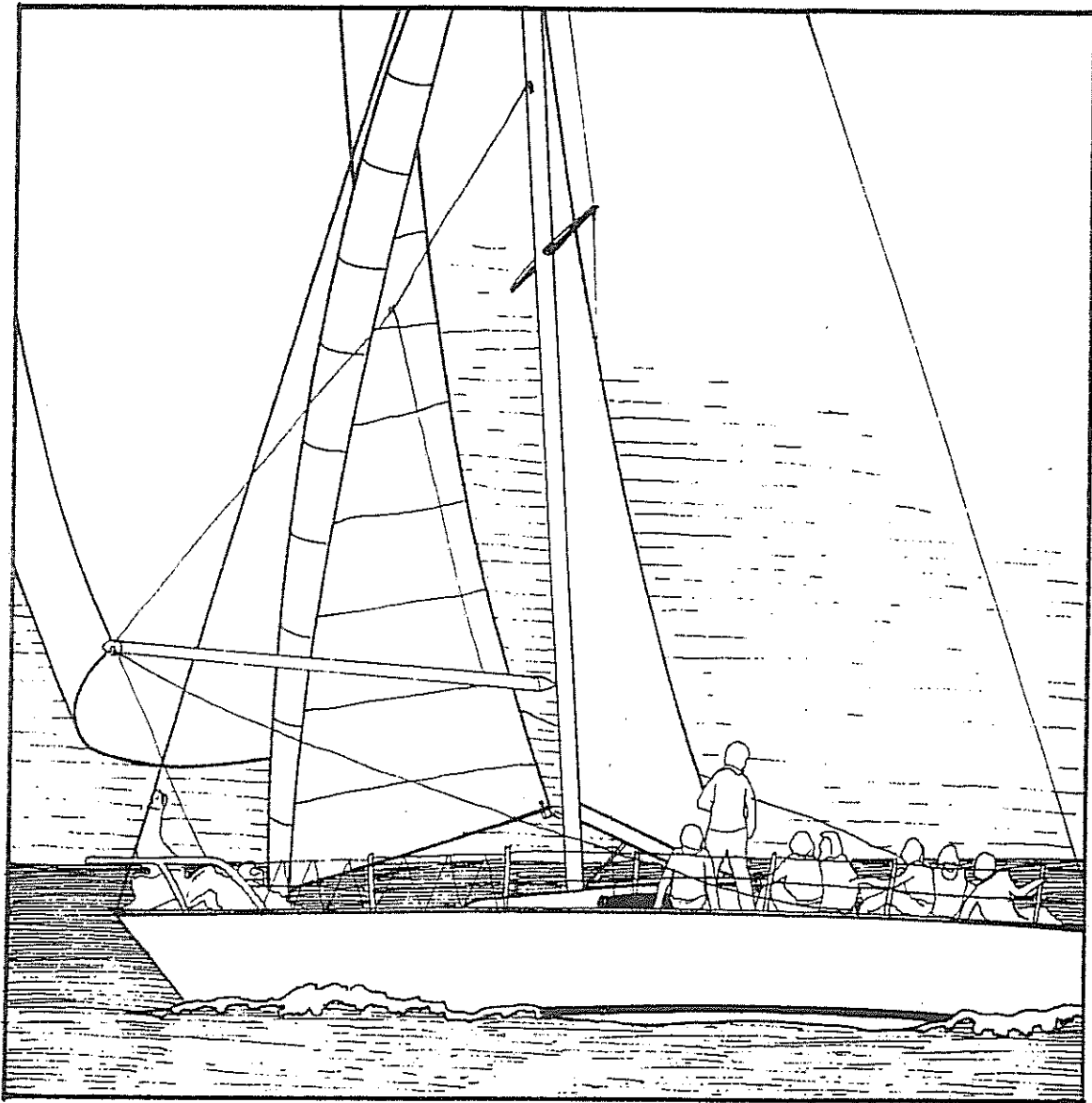
|   |   |   |                                 |
|---|---|---|---------------------------------|
| C | Consulte l'indicateur de vitesse                  | M | Étarque la drisse               |
| M | Choque la drisse jusqu'à la marque du premier ris | T | Règle la bosse de ris           |
| C | Choque l'écoute de la grand-voile                 | C | Règle la grand-voile de nouveau |
| A | Place l'erseau du point d'amure dans le crochet   | A | Attache le ris                  |

*Notes*



*Notes*

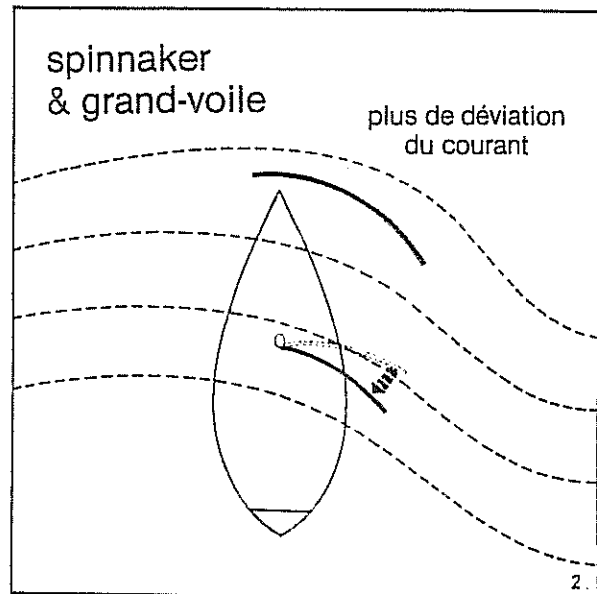
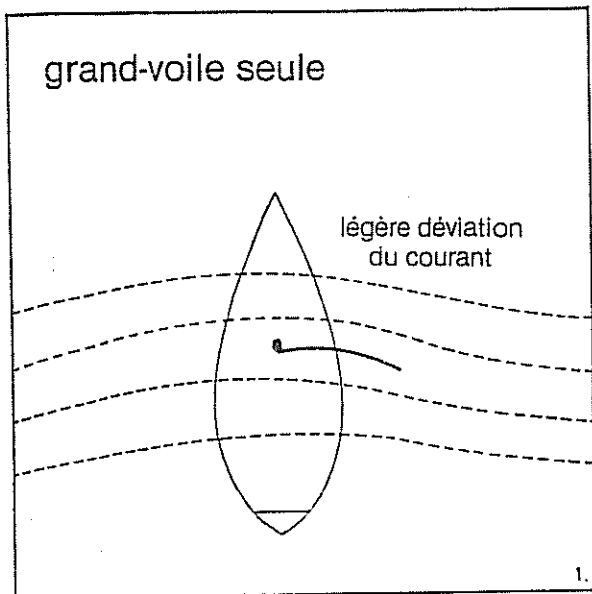
*Notes*



## TRINQUETTES ET BLOOPERS

Une trinquette tallboy peut augmenter votre surface de voile de 25%. Utilisée correctement dans des conditions idéales, vous augmenterez votre vitesse de 0,2 noeud.

Ce gain de vitesse est possible seulement si le vent circule sur la trinquette.



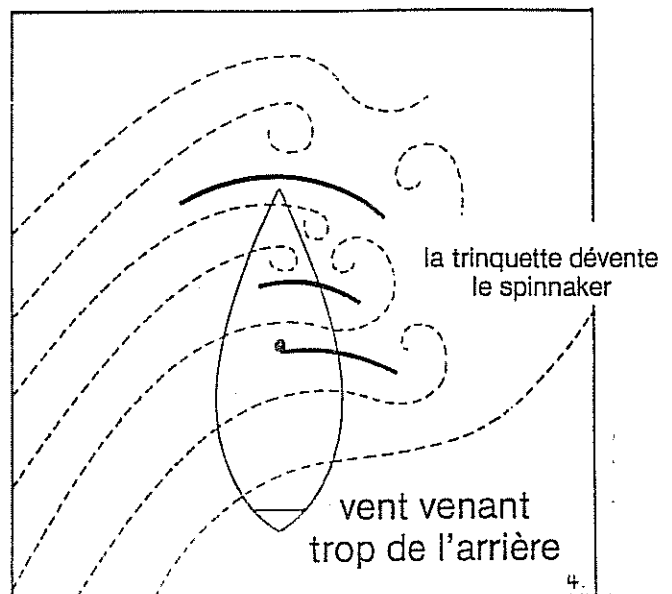
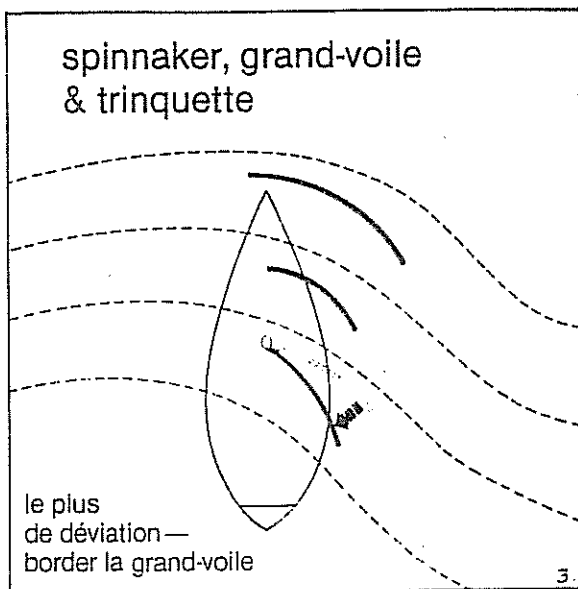
Contrairement au spinnaker, au blooper et à la grand-voile qui décrochent souvent au vent arrière, le courant attaché est essentiel à la trinquette, autrement le spinnaker est déventé et la vitesse du bateau en est affectée.

Nous savons qu'une voile courbe le vent lorsque la portance est générée et que deux voiles courbent encore plus le vent qu'une seule voile. Il est donc logique que trois voiles courbent davantage le courant d'air et qu'elles produisent plus de portance (fig. 1, 2 et 3). Les effets sont visibles si vous observez l'angle d'écoute de la grand-voile qui se déplacera progressivement vers l'intérieur après que le spinnaker et la trinquette seront établis. Cette augmentation de déviation du vent est tout à votre avantage. Par contre, le frottement évite l'interférence excessive pour une surface de voile aussi grande. Avec deux sillons au lieu d'un, il est doublement important de combiner et d'équilibrer le réglage des trois voiles.

### HISSER OU NON?

Sur un bord de spinnaker, la première décision qui d'impose—et la plus importante—est de savoir si vous devez hisser ou non une trinquette. Heureusement, cette décision est facilement prise. Votre indicateur de vitesse et votre performance par rapport au reste de la flotte vous aideront à prendre une décision. Vous devez toujours observer la vitesse du bateau deux minutes avant et après avoir établi la trinquette et vérifiez votre vitesse par rapport aux autres bateaux avec des relevements au compas. Notez aussi quelle trinquette les autres bateaux hissent et tirez parti des erreurs de vos adversaires. Considérez les facteurs suivants avant de hisser la trinquette:

**Angle du vent.** Les trinquettes conviennent pour le large et non pour le petit large. Pour avoir un courant laminaire, l'angle du vent apparent ne doit pas être trop grand (fig. 4). Si l'angle a plus de  $120^\circ$ , ne hissez pas de trinquette. Entre  $90^\circ$  et  $120^\circ$ , hissez une trinquette seulement si les condi-



tions sont favorables (vent modéré et mer calme). Une voile dont le LP est réduit et avec des points d'écoute élevés qui se bordent du bout de la bôme est plus performante à ces angles plus grands. Entre 60° et 90°, des trinquettes plus amples sont plus performantes. Le courant d'air s'attache facilement à la voile et elle n'altère par le courant d'air autour du spinnaker.

**La vitesse du vent.** Les trinquettes ont de meilleures performances dans les vents modérés, ou dans une brise suffisante pour plus déborder les voiles sans pour autant créer une force de gîte excessive.

Par vents légers, le spinnaker ne s'éloigne pas assez de la trinquette et la voile n'aura pas assez de devers—le courant ne pourra rester attaché dans les sections supérieures de la voile. Il n'est donc pas conseillé d'utiliser une trinquette dans ces conditions.

Par grands vents, la grande surface de la trinquette peut causer des problèmes. Si le vent forçait, arisez la grand-voile ou faites

l'asseyer la trinquette. Cette dernière méthode vous évitera de lofer dans les rafales. Bordez la trinquette dans les accalmies pour éviter d'être sous-toilé et vous permettre de devancer vos adversaires. Si le bateau est trop chargé, baissez la trinquette et naviguez seulement avec le spinnaker et la grand-voile.

**L'état de la mer.** Une mer calme est idéale puisqu'une surface agitée fait tanguer le bateau et perturbe le couloir d'air dans les voiles. Votre attention devrait être accordée à la barre et au réglage du spinnaker; affalez donc la trinquette pour pouvoir vous concentrer sur la grand-voile et le spinnaker.

Quelles sont donc les conditions idéales? Entre 8 et 12 noeuds de vent réel, à un angle de vent apparent entre 65° et 80° et dans une mer calme. A la figure 5, une table vous indique dans quelles conditions il est bon de hisser une trinquette.

## LES DIFFÉRENTES TRINQUETTES

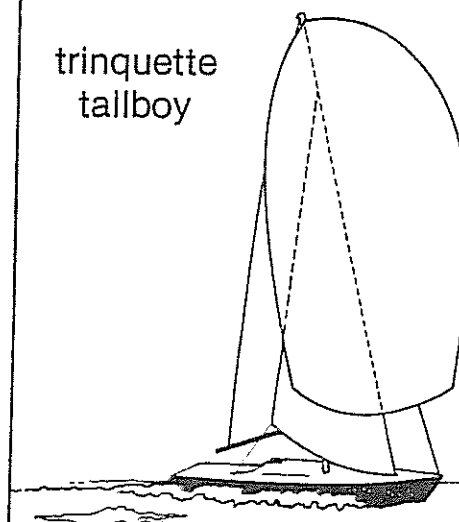
Voici les trois types de trinquettes les plus

### table de la trinquette

| facteur              | hissez   | à la limite | ne hissez pas |
|----------------------|----------|-------------|---------------|
| vent apparent        | 60°- 90° | 90°- 120°   | 120°- 180°    |
| vitesse du vent      | moyen    | fort        | léger         |
| conditions de la mer | calme    | clapot fort | formée        |

5.

trinquette tallboy



6.

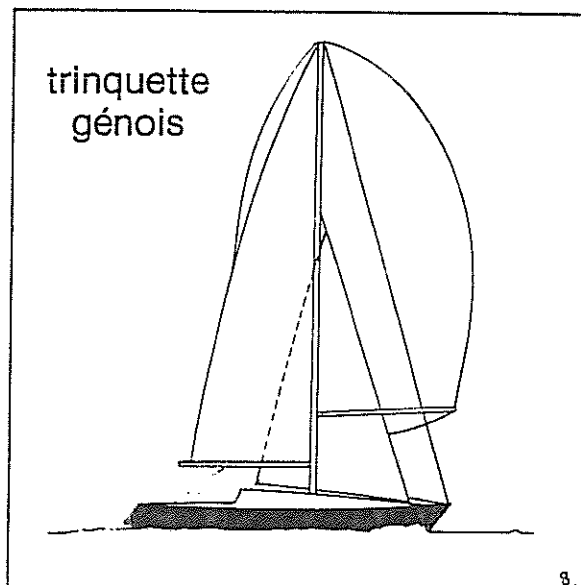
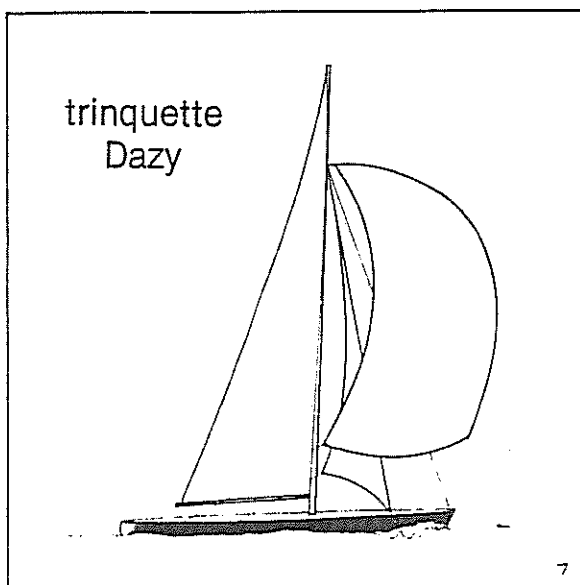
utilisées:

**Trinquette tallboy 100-110%.** La trinquette tallboy est une voile à grande surface qui est hissée en tête de mât et dont le LP varie entre 90 et 130% (fig. 6). Elle est habituellement en Dacron 3,3 onces ou en Mylar 1,9 onces—assez solide pour résister à la brise et assez légère pour gonfler dans les vents légers. Le design est une coupe mi-pleine qui peut performer aussi bien au grand largue qu'au petit largue. Le point d'écoute est assez haut pour pouvoir régler la voile de l'extrémité de la bôme lorsque la grand-voile est choquée sous le vent des lignes de vie.

**Trinquette Dazy 80-85%.** Nommée d'après le bateau hollandais qui l'a rendue célèbre, la trinquette Dazy conserve l'ampleur de la trinquette mais son LP est réduit à 80-85% (fig. 7). Elle est généralement en NorCon 0,8 once ou en Dynac 0,75 once afin d'augmenter au maximum les performances de la voile dans les vents légers,

même si la résistance de la voile doit en être un peu affectée. Sa coupe pleine s'adapte parfaitement aux vents légers et aux grands largues. Puisque la bôme est généralement relâchée lorsque la Dazy est hissée, son point d'écoute est assez haut pour être établi à l'extrémité de la bôme. Cette voile augmente donc les performances du bateau dans les vents légers.

**Trinquette génois.** Cette voile a été conçue pour être hissée avec un reacher ou un génois (fig. 8). Cependant, son guindant à 65-70% et son LP de 80-100%, le tissu utilisé—Dacron 3,8-4,4 onces—et son design relativement plat conviennent à deux situations particulières: 1—dans de grands vents, puisque son allongement réduit ne surcharge pas le bateau comme il en serait pour la trinquette tallboy et 2—à l'intérieur d'un spinnaker, pour le petit largue, et lorsque le bateau est trop instable pour supporter une grande trinquette. Une trinquette tallboy "arisable" peut remplacer la trin-



quette génois.

### MÉTHODE DE RÉGLAGE

**Etape 1.** Établir la position du point d'amure.

La position longitudinale du point d'amure détermine la surface de la voile exposée au vent. Dans des conditions idéales (petit large, bonne brise, mer calme) le point d'amure est reculé pour permettre au spinnaker de respirer. La position du point d'amure la plus reculée est déterminée par votre règle de rating.

Sur la largeur, la position idéale du point d'amure est l'axe du bateau pour les angles plus serrés que le large. Le point d'amure doit être placé sur le rail au vent lorsque vous abattez. Au grand large, reculez le point d'amure de la trinquette et placez-le au vent. Les figures 9 et 10 vous indiquent les positions du point d'amure pour une trinquette combinée à un spinnaker tri-radial.

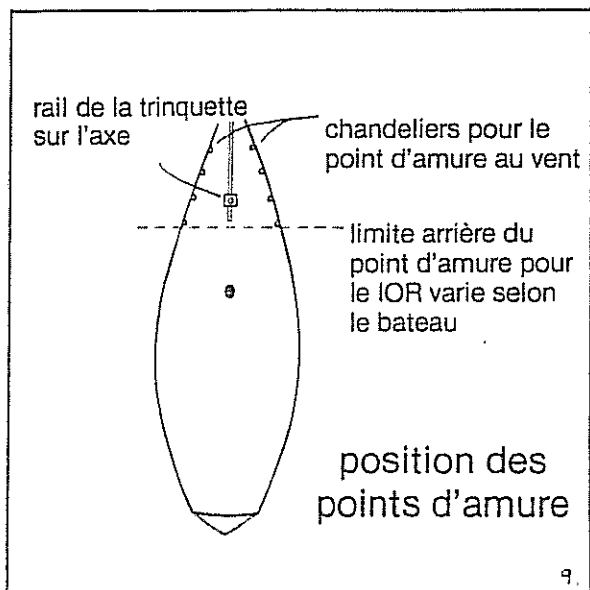
**Etape 2.** Etablir le point de tire adéquat.

Lorsque l'extrémité de la bôme est à l'intérieur des lignes de vie, bordez la trinquette au rail sous le vent. Si la bôme est relâchée, bordez la trinquette à son extrémité pour élargir l'angle d'écoute. Si ce réglage élève le point d'écoute trop haut, un devers excessif se crée et le creux de la bordure est trop réduit. Vous devez alors remonter le point d'amure à l'aide d'un guidon pour établir la voile.

Etablissez la position longitudinale du point de tire pour que la limite de fassellement des penons soit la même le long du guindant. Une trinquette fermée dans le haut est désastreuse pour le courant d'air en tête du spinnaker.

**Etape 3.** Combiner le réglage des trois voiles.

Le réglage du spinnaker est prioritaire. Une attention particulière devrait lui être accordée et le trimmeur du spinnaker devrait vérifier régulièrement le réglage en demandant au trimmeur de la trinquette de faire

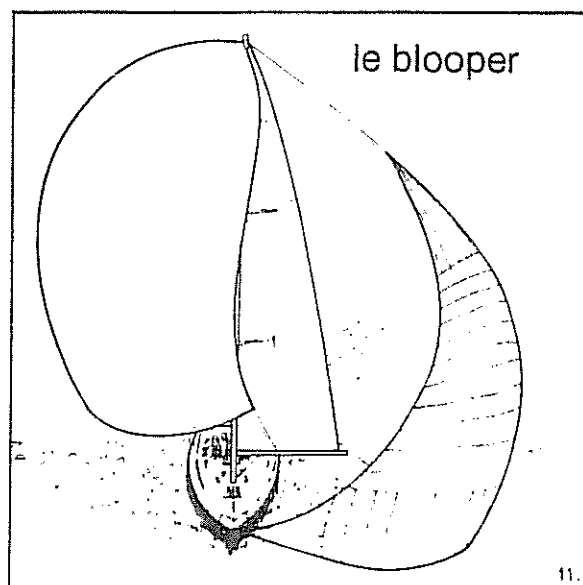


fasseyer la voile. Il faudra ensuite choquer l'écoute du spinnaker jusqu'à ce que la voile soit à la limite de fasseyement et régler à nouveau la trinquette.

Si le spinnaker s'affaisse, la succion exercée par la trinquette fera qu'il sera difficile de le gonfler à nouveau. Vous devez alors choquer immédiatement la trinquette pour rétablir le couloir d'air afin que le spinnaker se gonfle à nouveau. Faites toujours fasseyer la trinquette lorsque la barre ou le réglage la voile devient trop instable.

La grand-voile doit être bordée jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de turbulences dans la voile. Pour le petit large, elle doit être bordée presque jusque sur l'axe. Comme toujours, choquez le hale-bas jusqu'à ce que le penon de la latte supérieure flotte dans le vent.

Le devoir du barreur est ici encore plus important avec trois voiles. La sensibilité du bateau à l'angle du vent apparent par rapport à sa vitesse est essentielle pour pouvoir conserver une meilleure vitesse. Puisque les trinquettes sont beaucoup plus perfor-



mantes à des angles de vent étroits, considérez qu'il est préférable de naviguer un peu plus en haut de la course pour être plus rapide.

### BLOOPERS

Le blooper est une voile de vent arrière conçue pour être établie à l'extérieur et sous le vent du spinnaker (fig. 11). Avant de vous procurer cette voile, prenez des informations auprès de fabricants de voiles et d'autres coureurs. Considérez que:

Si votre règle de rating est le IOR, dans les vents modérés et forts, le blooper est essentiel. Dans les vents légers et le clapot ou pour les courses moins importantes vous pouvez vous en passer.

Avec le rating MORC, le blooper est avantageux car le J peut être de 170% (au lieu de 150% pour le IOR) sans pénalité. Par contre, avec le PHRF, le blooper a parfois une pénalité et il n'est pas conseillé.



|   | <u>angle du vent apparent</u> | <u>force du vent</u> | <u>position du point d'amure % du J arrière</u> |
|---|-------------------------------|----------------------|---|
| dans la mer calme:  | 75°-90°                       | 0-3                  | ne pas utiliser                                 |
|   |                               | 3-5                  | 50% sur l'axe                                   |
| dans la mer formée, ne pas utiliser dans moins de vent ou placer le point d'amure à l'avant | 90°-135°                      | 5-12                 | 35% sur l'axe                                   |
|   |                               | 12+                  | 20% sur l'axe                                   |
|   |                               | 0-6                  | ne pas hisser                                   |
|   |                               | 6-12                 | 60% au vent                                     |
|   |                               | 12+                  | 40% au vent                                     |
|   | 135°-180°                     |                      | hisser plutôt un blooper                        |

10.

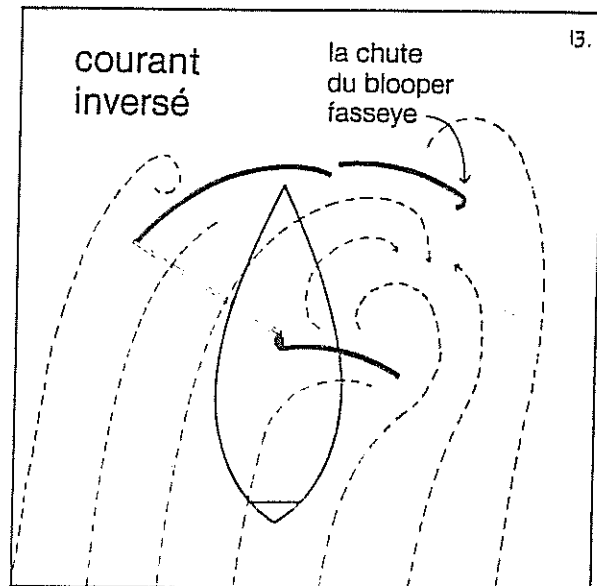
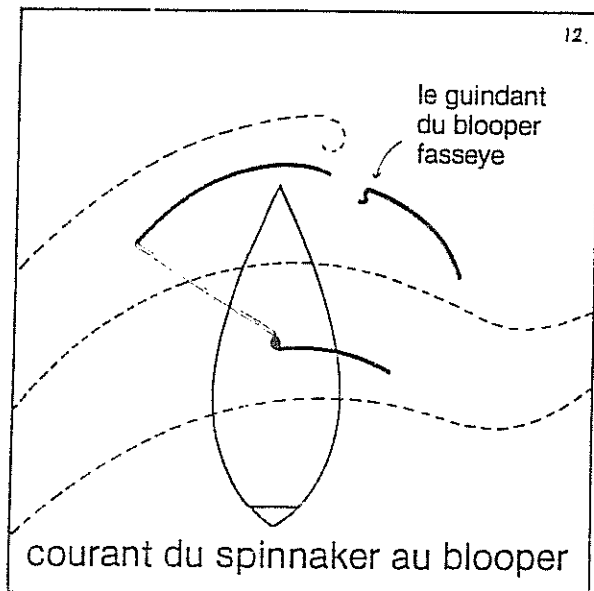
**Les critères de design.** Le blooper est fait de tissu de spinnaker 0,75 once ou 1,5 onces. Les charges dans la voile sont les mêmes que pour le spinnaker. Le point d'écoute élevé permet à l'écoute de passer au-dessus de la bôme pour être amenée à l'arrière et d'avoir ainsi un minimum de surface sous la projection de la grand-voile. La tête radiale du blooper réduit l'étirement, augmente sa résistance et permet à la voile de garder sa forme au grand largue et au vent arrière. Pour les mêmes raisons, les bons bloopers ont des points d'écoute radiaux. Un renforcement permet de réduire les risques de bris lorsque le bateau tangue et que le blooper traîne à l'eau. Fait très important, le guindant du blooper est dessiné avec un creux très prononcé pour que la voile se place sous le vent de la grand-voile et loin du spinnaker.

### HISSER OU NON

Comme pour les trinquettes la décision de hisser ou non le blooper est délicate. Voici les facteurs qui devraient être considérés:

Dans moins de 6 noeuds de vent réel, les combinaisons les plus performantes sont: le spinnaker et la grand-voile ou le spinnaker, le Dazy et la grand-voile. De plus, les bloopers sont souvent une solution intéressante dans les vents irréguliers.

Par vents légers, (un vent réel entre 6 et 12 noeuds), le blooper est performant entre 140° et 160° apparent dans une mer calme. Même si vous pouvez porter le blooper à moins de 130° sans le dégonfler, la force de gîte est trop grande et il nuit à la grand-voile. Un courant d'air inversé n'est pas conseillé au vent arrière, car le blooper a besoin d'une bonne brise se déplaçant à l'avant du mât (fig. 12). Dans le clapot, la plage d'utilisation est plus réduite. Si la mer est formée, n'établissez pas le blooper et concentrez-vous sur le réglage du spinnaker et sur la barre.



Par vents moyens et forts, soit entre 12 et 20 noeuds de vent réel, le blooper est plus performant de 140° à 180°. A des angles plus étroits que 140° le bateau gîte trop, spécialement dans une mer formée. A plus de 12 ou 13 noeuds, vous pouvez naviguer au vent arrière ou sur la fausse panne avec un courant d'air inversé se déplaçant de la chute au guindant (fig. 13). A 20 noeuds de vent apparent, vous devez changer votre blooper 0,75 once pour en hisser un plus lourd.

Dans les vents forts de 20 noeuds apparent ou plus, établissez-vous entre 160° et 180° apparent si vous voulez éviter une gîte excessive. Le blooper diminue la tendance du spinnaker à faire rouler et lofer le bateau.

### ETABLIR LE BLOOPER

Hissez le blooper avec une drisse de spinnaker. Pour un bateau de rating IOR, fixez le point d'amure avec un guidon de 2 1/2 pieds (la longueur maximale) à l'oeillet du

point d'amure du génois mais à l'extérieur du balcon. Le guidon permet à la voile de s'éloigner du spinnaker. La longueur d'un guidon de MORC ajoutée à celle du guindant du blooper ne doit pas être supérieure à la longueur de l'étau, d'une manille à l'autre.

Bordez le blooper par-dessus la bôme et amenez l'écoute à l'arrière du bateau. Pour établir le blooper, hissez-le à l'extérieur de l'écoute du spinnaker. Il ne devrait pas être hissé en tête de mât, il devrait être à 15% de la hauteur maximale. Maintenant, amenez momentanément la bôme au milieu du bateau et bordez l'écoute du blooper jusqu'à ce que la voile gonfle. Si vous êtes au vent arrière, remontez au vent d'environ 10° pour accélérer. Aussitôt que le blooper se gonfle, choquez l'écoute jusqu'à la limite de l'asseyement. Choquez la grand-voile et reprenez votre course.

## RÉGLAGE DU BLOOPER

Afin de pouvoir observer les deux côtés de la voile, le trimmeur du blooper devrait se placer à l'avant de la bôme par vent léger et sur le balcon arrière dans la brise. Au grand largue, lorsque le vent se déplace du spinnaker au blooper, le trimmeur doit choquer l'écoute jusqu'à la limite de fasseyement du guindant et régler ensuite la voile comme un spinnaker. Au vent arrière, le courant est inversé—il se déplace de la chute vers le guindant. Le trimmeur doit donc régler la voile à l'inverse: border l'écoute jusqu'à ce que la chute fasseye ou la choquer pour qu'elle se gonfle.

Ajustez le drisse pour permettre au blooper de s'établir loin de la surface de la voile. Le premier quart de la bordure devrait être parallèle à l'eau, entre 2 et 4 pieds au-dessus de l'eau. Choquer davantage la drisse est plus risqué que nécessaire, puisque la bordure pourrait s'emplier d'eau et déchirer. Si la drisse est trop relâchée, le blooper sera instable. Si le blooper se dégonfle avant de se remplir d'eau, le trimmeur à la drisse doit être prêt à hisser la voile rapidement.

La grand-voile n'est plus baissée pour gonfler le blooper. Si le blooper ne peut rester gonflé en gardant la grand-voile hissée, affalez le blooper.

Par vents légers, les bloopers augmentent la vitesse du bateau au vent arrière entre 140° et 150°. Ils peuvent même rester gonflés au vent franc arrière. Consultez le chapitre sur les angles d'empannage. Dans les vents violents lorsque vous atteignez la vitesse

de coque, barrez au vent arrière pour raccourcir votre course. Choquez l'écoute si le bateau commence à trop remonter au vent.

## AFFALER LE BLOOPER

Pour baisser le blooper, affalez-le derrière la grand-voile. Voici comment procéder:

- Choquez l'écoute afin de dégonfler le blooper.
- Détachez le point d'amure et amenez-le sous la grand-voile.
- Laissez aller la drisse et affalez la voile.
- Par vent fort, fixez une corde de sécurité au point d'amure pour ne pas le perdre.

Les manoeuvres doivent être rapides, car votre poids à l'avant du bateau rend le travail du barreur plus difficile.

## EMPANAGE DU BLOOPER

Le blooper ne s'empanne pas.

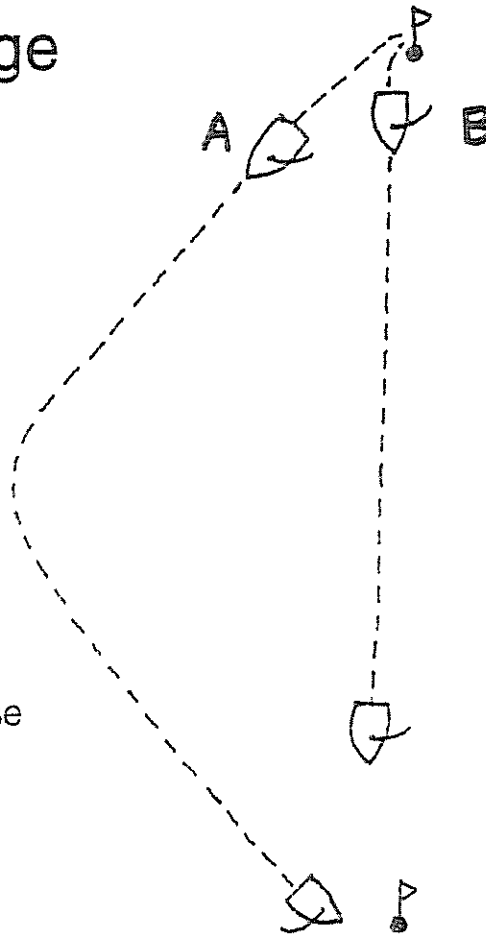
*Notes*

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

*Notes*

*Notes*

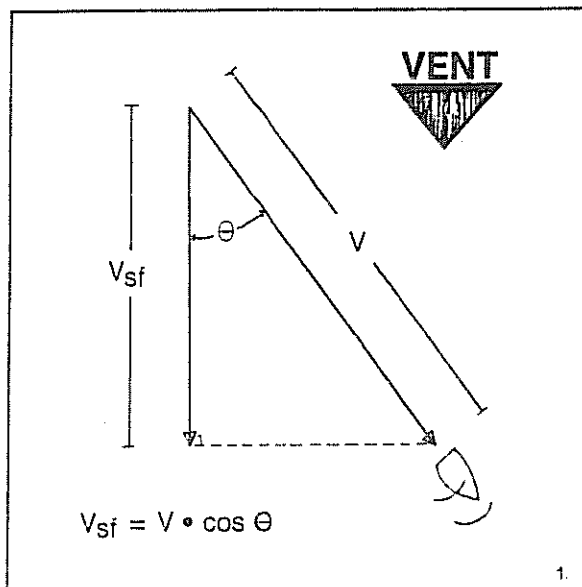
## Angle d'empannage



'A' navigue beaucoup plus vite sur une course un peu plus longue

## ANGLE D'EMPANNAGE

En course, lorsque vous naviguez au vent arrière, deux solutions se présentent: naviguer en ligne droite (le plus court chemin) ou naviguer au grand largue et empanner au besoin (distance à parcourir plus longue, mais vitesse plus rapide). Que devez-vous faire?



table

| VA   | V          |
|------|------------|
| 85°  | 2.0 noeuds |
| 100° | 3.2        |
| 115° | 4.2        |
| 130° | 5.1        |
| 145° | 5.8        |
| 160° | 6.3        |
| 175° | 6.6        |

2.

Vous devez choisir la solution qui vous donne le maximum de vitesse sur le fond au vent arrière. La vitesse sur le fond est la composante de la vitesse du bateau au vent arrière. A cette allure, la vitesse sur le fond correspond à la vitesse du bateau. Au vent de travers, la vitesse sur le fond est nulle. Tout bateau est plus rapide sur l'eau aux allures autres qu'au vent franc arrière. La vitesse sur le fond vous permet de déterminer à quel angle barrer pour avoir un maximum de vitesse par rapport à la distance à parcourir. Les angles d'empannage idéaux varient selon la vitesse du vent (par vent léger, le gain de vitesse causé par le changement d'angle est proportionnellement plus élevé que par vent fort). Ce chapitre indique comment mesurer et augmenter la vitesse sur le fond dans différentes conditions de vent.

### LA GÉOMETRIE DU PROBLÈME

Sauf pour le vent arrière, la composante de la vitesse du bateau au vent arrière se

calcule comme suit:

$$V_{sf}: V \cdot \cos \Theta$$

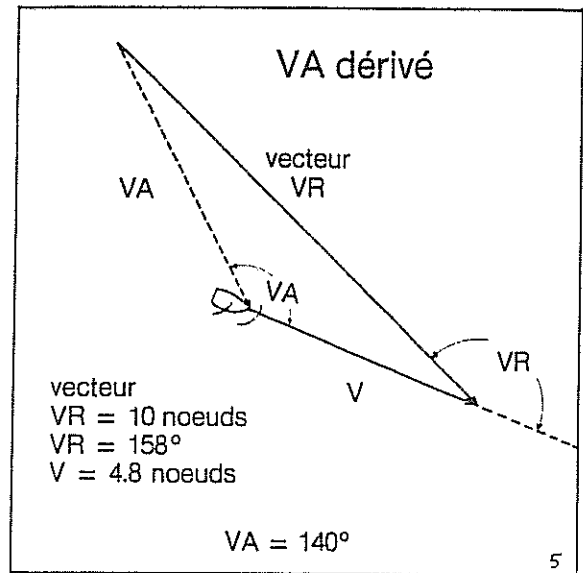
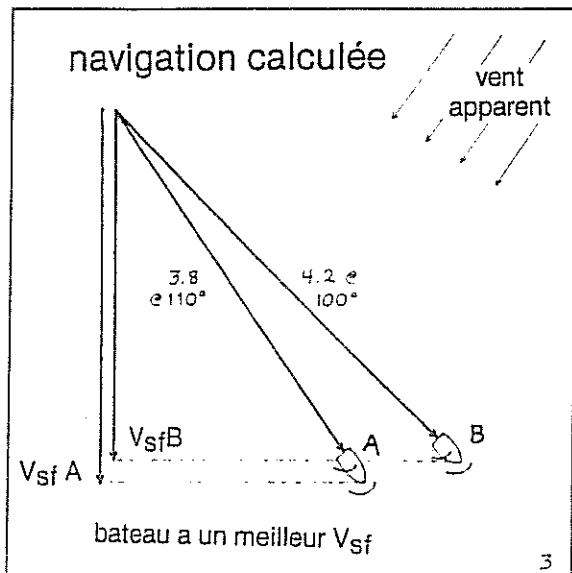
La vitesse du bateau est V et le  $\Theta$  est l'angle formé avec le vent franc arrière (fig. 1).

### COMMENT DÉTERMINER LES ANGLES D'EMPAUNNAGE

Pour déterminer les angles d'empannage idéaux, vous devez établir un programme pour avoir des données pouvant servir dans différentes conditions de vent. Pratiquez avec votre équipage et essayez de simuler des situations de course. Le but est de faire une table d'angles et de vitesses qui pourra être affichée à côté de votre console d'instruments et utilisée dans les courses. Vous avez besoin des instruments suivants pour compléter et utiliser la table: un indicateur de vitesse numérique, un anémomètre, un indicateur de vent apparent et un compas.

Vous devez obtenir les données pour chaque vitesse de vent de la table. Suivez les étapes indiquées et complétez la table.





**Étape 1.** Remontez au vent debout et stabilisez le bateau. Enregistrez la vitesse du vent réel (VR) et sa direction (DV). Additionnez les trois premiers chiffres de chaque colonne pour obtenir l'angle auquel vous devrez naviguer pour chaque variation de 5 degrés que le bateau forme avec le vent arrière. Ces variations de 5 degrés sont des variantes du  $\Theta$  selon la direction du vent.

**Étape 2.** Hissez la combinaison de voiles la plus rapide (blooper, voile d'étai, etc.) et naviguez à chaque angle obtenu à l'étape 1. Lorsque vous croyez que le bateau a atteint sa vitesse maximum pour un angle  $\Theta$ , relevez l'angle du vent apparent (VA) et la vitesse du bateau (V) et inscrivez ces données sur la table aux endroits indiqués.

**Étape 3.** Vérifiez régulièrement la vitesse du vent réel et sa direction en refaisant l'étape 1 pour vous assurer que vos mesures sont prises dans les mêmes conditions de vent.

**Étape 4.** Multipliez le V par le  $\cos \Theta$  pour

obtenir la vitesse sur le fond pour chaque 5 degrés. Nous vous donnons les valeurs du  $\cos \Theta$  afin de vous faciliter la tâche. (Consultez la figure 1 pour bien comprendre cette méthode).

**Étape 5.** Après avoir complété chaque étape, vous obtiendrez la vitesse sur le fond pour chaque  $\Theta$  de la colonne de droite. Puisque le but est d'augmenter la vitesse sur le fond, choisissez la plus élevée. La vitesse sur le fond correspond à la vitesse maximum au vent arrière. Pour obtenir ce résultat en course, barrez à l'angle correspondant au V et au VA.

**Étape 6.** Inscrivez le V maximum et le VA au côté du VR correspondant sur la table d'angle d'empannage.

**Étape 7.** Complétez la table à chaque fois que vous naviguez dans différentes conditions de vent. Voici comment utiliser la table:

N'utilisez pas la colonne VR. Elle sert à compléter la table, mais n'est d'aucune utilité en course. Le but est de barrer à

## SPEED AS A FUNCTION OF SAILING CONDITION

la vitesse: fonction de l'allure

| vecteur<br>VR | OPTIMUM BEAT<br>près serré |           |        |            | OPTIMUM RUN<br>vent arrière |            |        |
|---------------|----------------------------|-----------|--------|------------|-----------------------------|------------|--------|
|               | VTW                        | BTW<br>VR | V<br>V | VMG<br>VSF | HEEL<br>Gîte                | BTW<br>V R | V<br>V |
| 8             | 49                         | 4.848     | 3.213  | 10         | 148                         | 4.337      | 3.674  |
| 10            | 46                         | 5.135     | 3.568  | 16         | 158                         | 4.818      | 4.462  |
| 12            | 45                         | 5.259     | 3.752  | 19         | 166                         | 5.331      | 5.169  |
| 14            | 44                         | 5.331     | 3.834  | 22         | 171                         | 5.756      | 5.686  |
| 16            | 44                         | 5.390     | 3.872  | 22         | 173                         | 6.126      | 6.083  |
| 20            | 45                         | 5.469     | 3.876  | 24         | 175                         | 6.738      | 6.708  |

4.

l'angle qui vous permet d'obtenir le VA et le V sur une ligne horizontale. Si la ligne est inclinée, modifiez graduellement votre course pour que la ligne revienne à l'horizontale. Exemple:

Si vous naviguez à 100° apparent et que votre V est 4,2 noeuds, la table indique que la vitesse est trop élevée par rapport à l'angle ou que l'angle est trop grand pour la vitesse (fig. 2). Modifiez votre course à 105° ou 110°. La ligne sera horizontale et la vitesse baissera à 3,5-3,9 noeuds. Le bateau sera ainsi mieux réglé (fig. 3).

### LE CERTIFICAT MHS (MEASUREMENT HANDICAP SYSTEM)

La méthode expliquée plus haut peut s'avérer très longue à compléter. Pour obtenir des résultats plus rapides, vous pouvez utiliser les données fournies par votre certificat MHS (fig. 4). L'échelle de vent réel n'est pas complète (seuls 8, 10, 12, 14, 16 et 20 sont inscrits), mais le certificat est tout de même utile pour débiter.

La vitesse maximum V et l'angle du vent réel VR pour les six différentes vitesses de vent sont inscrits sous "Vent arrière" au coin inférieur droit du certificat MHS. Certains instruments numériques peuvent calculer le VR lorsque vous naviguez à voile. Sinon, vous devrez convertir chaque VR au VA correspondant. La méthode la plus rapide de faire cette conversion est de tracer des triangles de vent apparent pour chaque VR correspondant (fig. 5): Tracez d'abord un vecteur de la longueur du V. Tracez ensuite le vecteur de l'angle correspondant du vent réel et la longueur VR pour que les vecteurs du bateau et du vent réel se rejoignent. Fermez le triangle avec le vecteur du vent apparent et mesurez son angle correspondant au vecteur du bateau afin d'obtenir l'angle du vent apparent VA. Vérifiez vos données en vous assurant que le vecteur du vent apparent place le bateau à un largue plus serré que le vecteur du vent réel. Complétez la table d'angle d'empannage avec ces données et vous pouvez l'utiliser.

USYRU MHS AMENDED MARCH 1981 RATING CERTIFICATE# 6536  
 BASED ON FULL MEASUREMENT

CERT# 6536 SAIL# RUN DATE: 11/ 5/81  
 INP RCVD: 0/ 0/ 0

YACHT: NOT VALID AFTER 12/79

YACHT:  
 FORMER:

SAIL# CLASS: C&C35 35' SLOOP BY C&C  
 MASTHEAD RIG, 161 1/2 JIB  
 I CERTIFY THAT I UNDERSTAND MY STD 12 FIXED KEEL  
 RESPONSIBILITIES UNDER THE MHS. EXPOSED, FOLDING PROP

OWNER: LOCATIONS FROM STEM/WEIGHT-  
 ANCHORS BALLAST BATTERIES  
 (1) F / 12 (1) 0/ 0 (1) 0/ 0  
 (2) 0/ 0 (2) 0/ 0 (2) 0/ 0  
 (3) 0/ 0 (3) 0/ 0 (3) 0/ 0

ECM .000 KCDA .000

WATER SG .000

---FREEBOARDS--- PROP INSTALLATION ---MAST---  
 FF 4.040 FFD 3.930 PSA .000 PHD1 .000 PHD2 .000 APH .000  
 FA 2.860 FAD 2.210 PHL .000 PSD .000 SHL .000 APT .000  
 FGCC 2.190 LBGC 31.320 PSL .000 SHD .000 PRD .000 APB .000

---FORETRIANGLE--- MAINSAIL ---MAST---  
 I 44.654 SPL 14.520 P 38.000 BL1 2.340 MDT1 .000  
 J 14.530 SPS 9.550 E 13.575 BL2 2.340 MDT1 .000  
 LRG 23.200 SL 44.200 BAS 4.904 BL3 2.620 MDT2 .000  
 LPIS .000 SMW 26.100 BAL .500 BL4 2.620 MDT2 .000  
 FSP .140 HBS .330 BL5 .000 TL .000  
 LP 23.340 TCI .000 HB .370 BIP 11.080 HBI 2.922  
 FBI .000 SFS .000 MW .000 MGI .000 PC 38.000  
 IG .000 ISP .000 GO .000 MCM .000 EC 13.575

---MIZZEN---  
 IY .000 PY .000 BY1 .000 MDTY .000 HBY .000  
 EB .000 EY .000 BY2 .000 MDTY .000 BLY .000  
 YSD .000 BAY .000 BY3 .000 MDTY .000 HBY .000  
 YSF .000 BAY .000 BY4 .000 MDTY .000 PYC .000  
 YSMG .000 BDY .000 BY5 .000 TTY .000 EYC .000

HOURS/MI TIME ALLOWANCES SECONDS/MI  
 BEAT/ BEAT/  
 TRUE REACH CIRCULAR LINEAR CIRCULAR LINEAR TRUE  
 WIND /RUN /RUN /RANDOM /RANDOM /RANDOM WIND

8 KT .21627 .18969 .18254 4 778.6 682.9 657.1 8 KT  
 10 KT .18988 .16896 .16425 4 683.6 608.3 591.3 10 KT  
 12 KT .17397 .15705 .15323 4 626.3 565.4 551.6 12 KT  
 14 KT .16369 .14945 .14584 4 589.3 538.0 525.0 14 KT  
 16 KT .15665 .14412 .14042 4 563.9 518.8 505.5 16 KT

MEAS# 3 DATA HAS BEEN CHANGED SINCE LAST VPP WAS RIN  
 MR MARK VINBURY MEASURED: 5/13/72 KENNETH B. WELER  
 USYRU CHIEF MEASURER INP RCVD: 0/ 0/ 0 USYRU OFFSHORE  
 BOX 209 ISSUED: 11/ 5/81 BOX 209  
 NEWPORT RI 02840 NEWPORT, RI 02840  
 OTHER MEAS: PRESCOTT W.N. GUSTAFSON COPYRIGHT 1981

---INCLINING TEST---  
 AW 40.0 AWD 20.375 APD .1 PL 5.5  
 BW 80.0 BWD 20.375 BPD .2 RMC 880.9  
 CW 40.0 CWD 20.375 CPD .1 RM2 916.7  
 DW 80.0 DWD 20.375 DPD .2 RM3 763.3  
 ---CALCULATED STABILITY---  
 HEEL IN DEGREES: 25 60 90 120 150 165  
 RIGHT ARM IN FT: 1.769 2.570 1.802 .322 -.996 -1.148  
 RATIO OF STABILITY CURVE AREAS, POSITIVE/NEGATIVE = 5.465

---MEASUREMENT TRIM---  
 KEEL DRAFT (DHK) 5.08 2ND MOMENT LGTH (LSM0) 27.63  
 DISPLACEMENT (DISP) 9620 WETTED SURFACE (WS) 229.2  
 SAIL AREA (SA) 582 PROP PROJ AREA (PIPA) .000

---SAILING TRIM (CREW & GEAR ABOARD)---  
 SECT AREA @ MAX (AMS1) 12.14 RATED BEAM (B) 9.08  
 SECT AREA @ KEEL (ATEK) 10.28 BEAM/DEPTH (BTR) 4.00  
 SECT AREA @ C/B (CBSA) .00 SINK FORWARD (SKF) -.13  
 KEEL DRAFT (DHK) 5.23 SINK AFT (SKA) .29  
 CENTERBOARD EXT (ECMA) .00 WETTED SURF (WS) 238.4  
 DISPLACEMENT (DISP) 10788 ADMMS .19283

2ND MOMENT LENGTHS: 0 DEG HEEL (LSM1) 27.92  
 2 DEG HEEL (LSM2) 27.91  
 AVG LENGTH (L) 27.90 25 DEG HEEL (LSM3) 27.34  
 SUNK CONDITION (LSM4) 31.52

SPEED AS A FUNCTION OF SAILING CONDITION

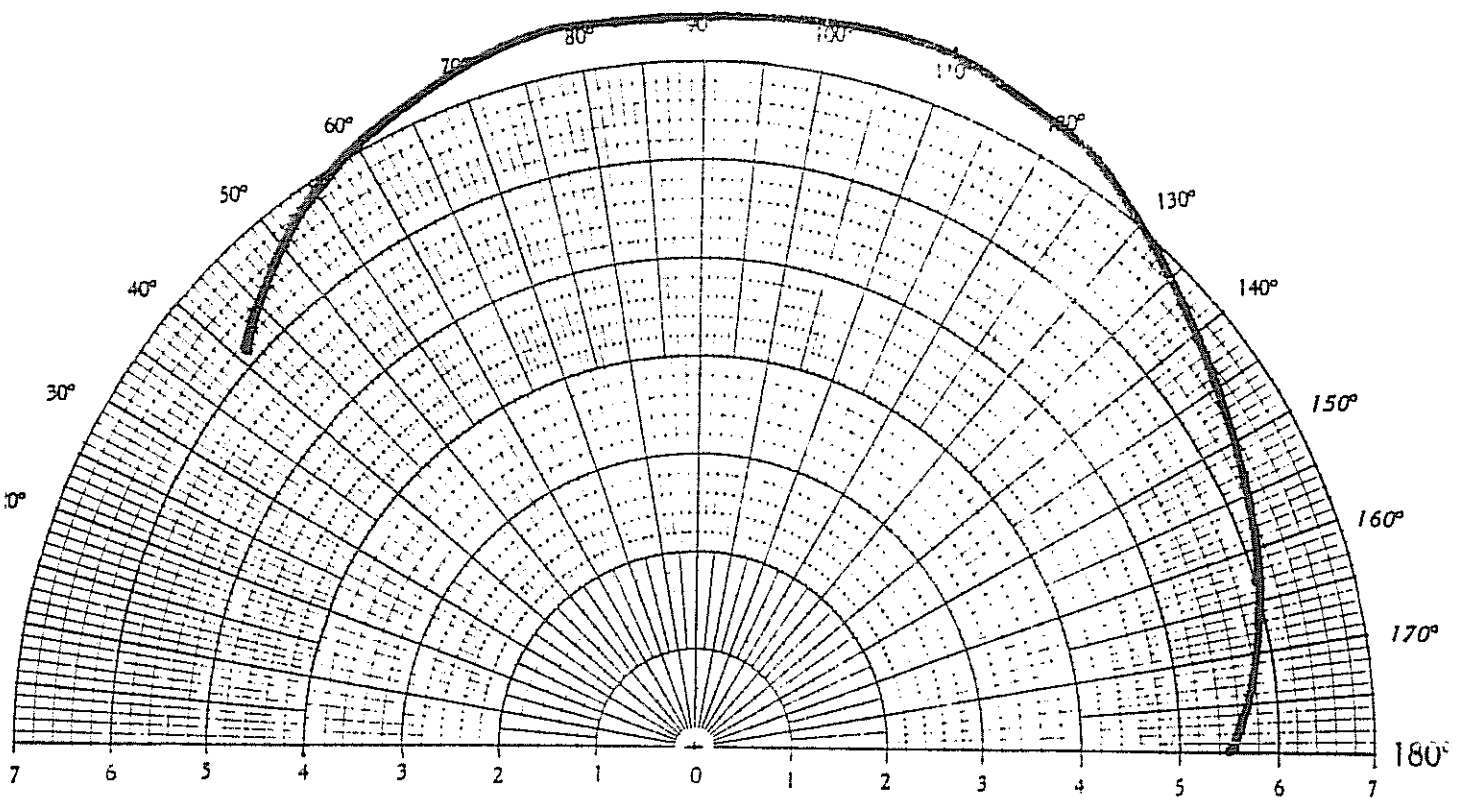
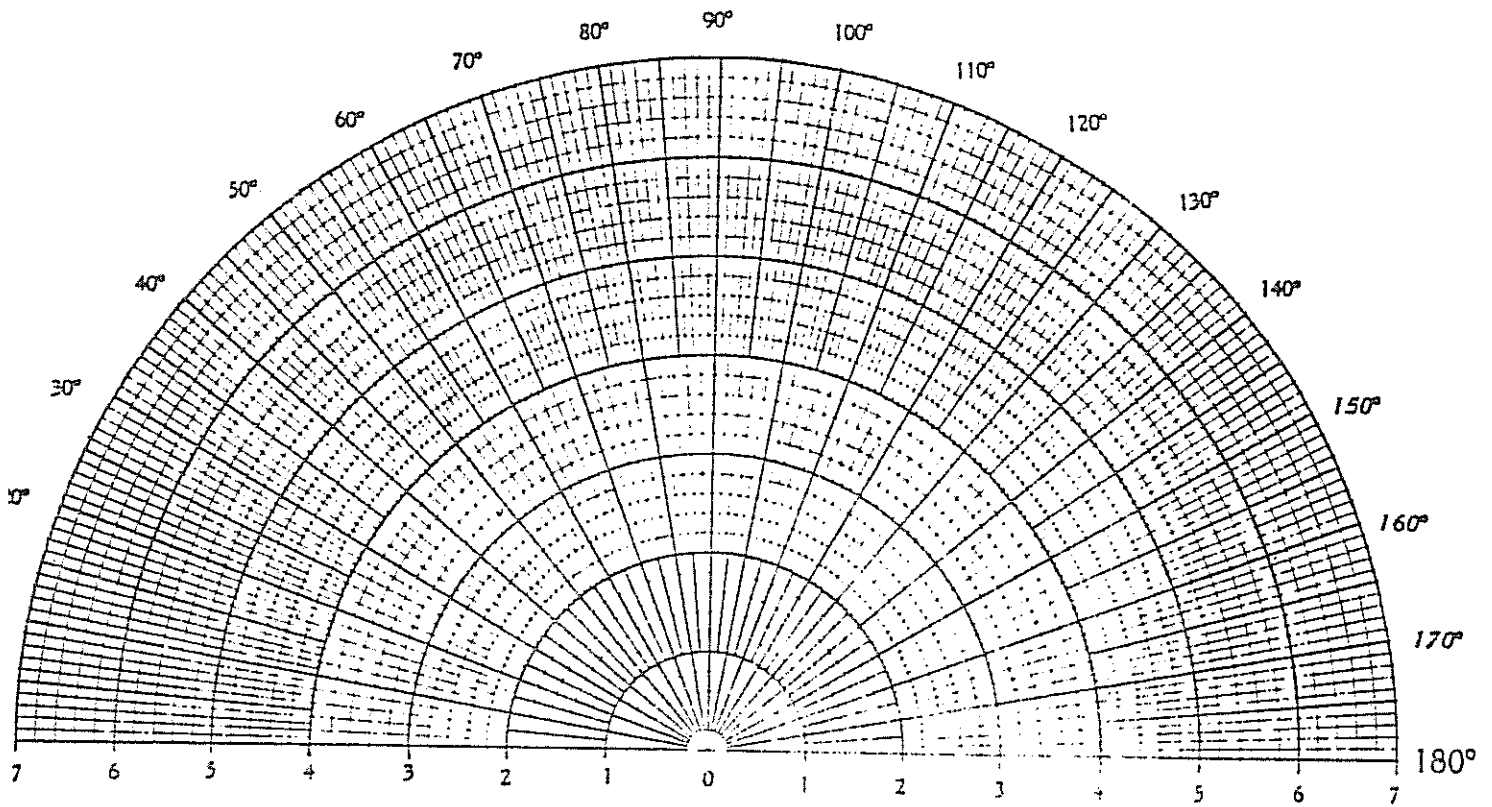
OPTIMUM BEAT OPTIMUM RUN

VTW BTW V VMG HEEL BTW V VMG  
 8 46 5.651 3.902 10 144 5.171 4.164  
 10 43 5.952 4.369 14 149 5.821 4.998  
 12 41 6.131 4.652 17 163 5.995 5.719  
 14 39 6.252 4.829 19 169 6.421 6.303  
 16 39 6.338 4.939 21 172 6.837 6.764  
 20 39 6.467 5.061 22 173 7.588 7.532

REACH REACH REACH  
 BTW = 52 BTW = 80 BTW = 110  
 V HEEL V HEEL V HEEL

VTW BTW V VMG HEEL BTW V VMG  
 8 6.084 11 6.687 7 6.561 3 3.835  
 10 6.547 17 7.160 14 7.109 4 4.694  
 12 6.808 21 7.491 17 7.570 6 5.541  
 14 6.978 24 7.744 23 7.980 9 6.229  
 16 7.093 25 7.915 27 8.359 13 6.716  
 20 7.257 26 8.165 28 9.021 20 7.492

(voir p. 158)



*Notes*

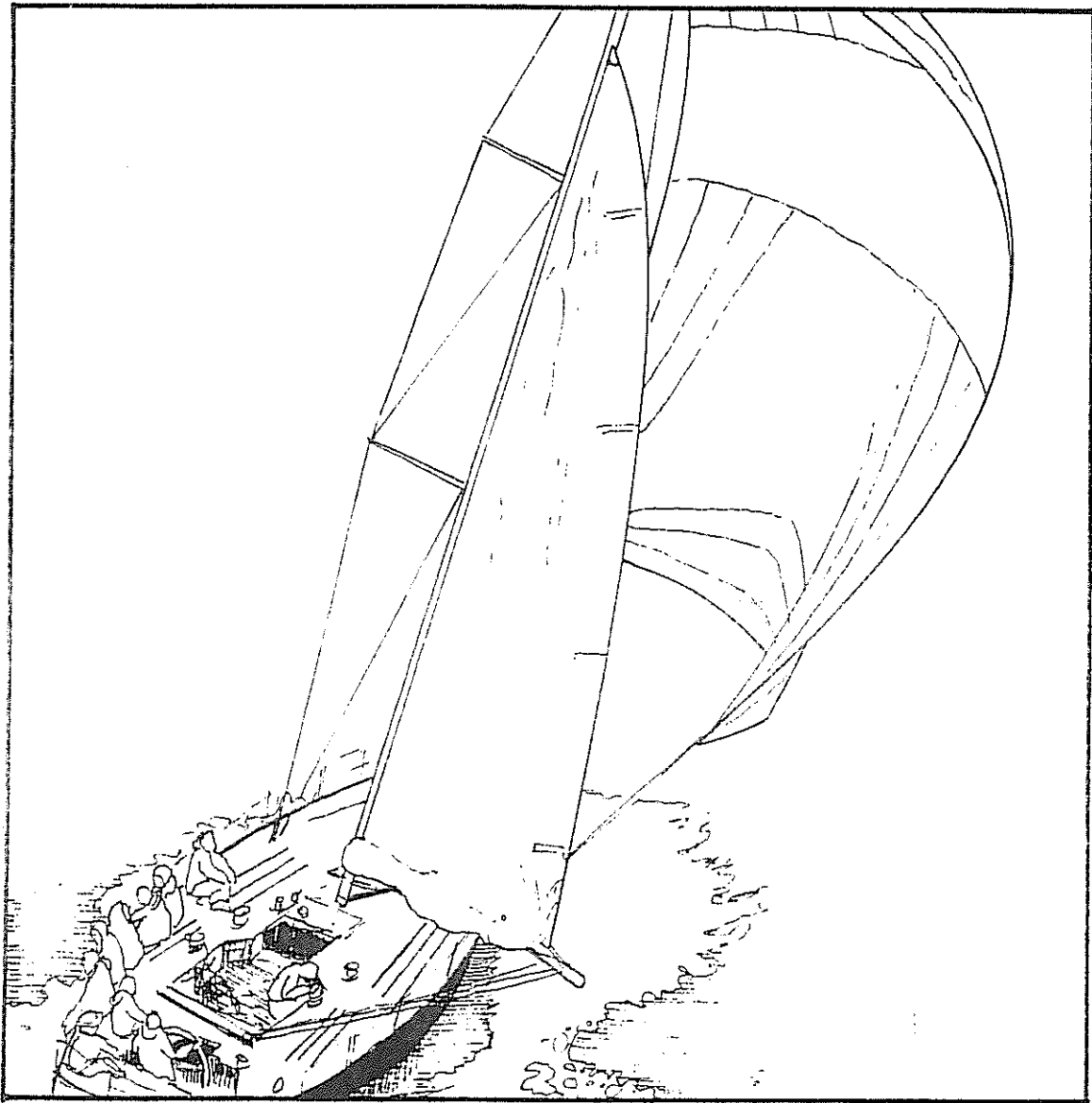
*Notes*

## EXERCISES

1. Consultez la figure 2 de la page 158. Vous naviguez à un  $V$  de 2,7 noeuds et le  $VA$  est  $120^\circ$ . Etes-vous trop près ou trop loin du vent?
2. Si votre  $V$  est de 6 noeuds et le  $\Theta$  est  $90^\circ$ , quelle est votre vitesse sur le fond?
3. Tracez ce problème sur le graphique polaire de la page 160. Vous naviguez au large à un  $V$  de 6 noeuds et un  $\Theta$  de  $30^\circ$ . Déterminez votre vitesse au dixième de noeud.
4. Un bateau 1 navigue à un  $V$  de 4,5 noeuds et un  $\Theta$  de  $25^\circ$ . Un bateau 2 navigue à un  $V$  de 5,8 noeuds et un  $\Theta$  de  $35^\circ$ . Quel bateau a la plus grande vitesse sur le fond?
5. Utilisez l'exemple du certificat MHS pour un C&C 35 de la page 159 pour répondre aux questions suivantes:
  - a. A une vitesse sur le fond de 10 noeuds, quel est le vent réel, la vitesse sur le fond et la vitesse maximum?
  - b. La plupart des bateaux ne sont pas équipés pour mesurer le VR directement et ils doivent déterminer le VA géométriquement. En vous aidant de la figure 5 de la page 157, construisez un triangle de vent apparent en utilisant les données de la réponse a. Indiquez quel angle du triangle est le VA.
  - c. Faites un diagramme complet pour un C&C 35 à partir d'un échantillon du certificat MHS. Le diagramme pour 12 noeuds a été fait pour vous aider.

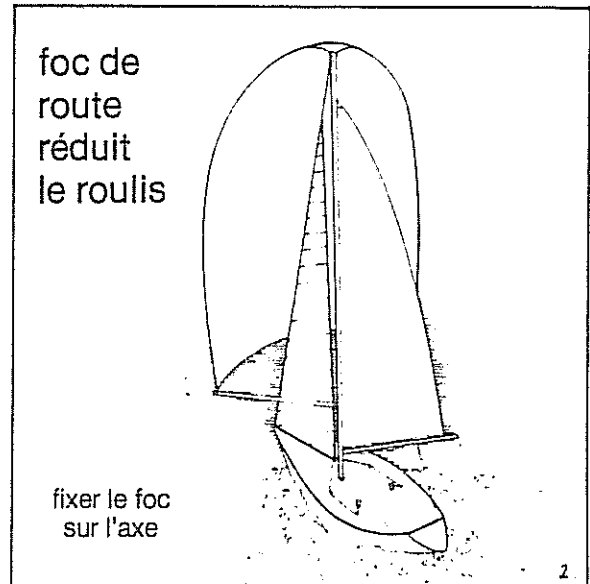
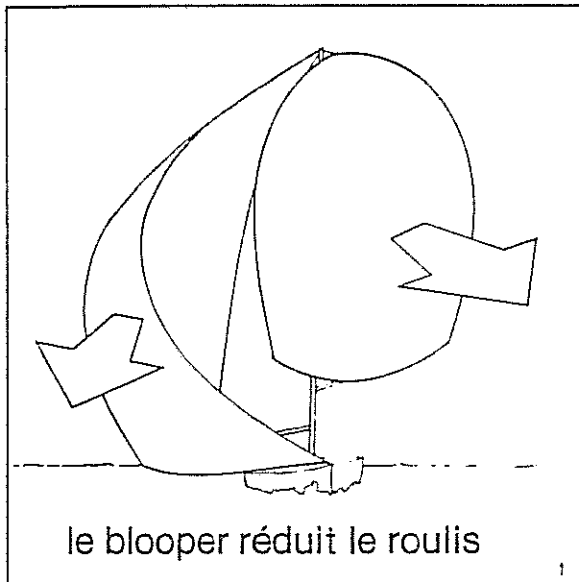
*Notes*





## VENT ARRIÈRE PAR GRANDS VENTS

En course, la meilleure attitude à adopter lorsque vous naviguez au vent arrière avec le spinnaker dans des vents violents est d'être décidé et réfléchi. Discutez les manoeuvres avant de les effectuer. Réglez vos voiles et barrez votre bateau pour maintenir une vitesse maximum. Si le bateau a une bonne



vitesse, il sera stable, le gouvernail répondra au moment voulu et les charges ne seront pas excessives. Si vous hésitez, ralentissez par manque d'assurance ou manquez une vague par inattention, vous risquez de perdre le contrôle du bateau (les charges seront quadruplées et vous éloigneront de la course, les vagues se changeront en creux sans fonds, le ciel deviendra noir et la mer blanche). Mais les courses, malgré les vents violents, restent des courses. Nous étudierons donc le réglage idéal des voiles et les techniques pour barrer au vent arrière et au large.

### VENT ARRIÈRE ET GRAND LARGUE

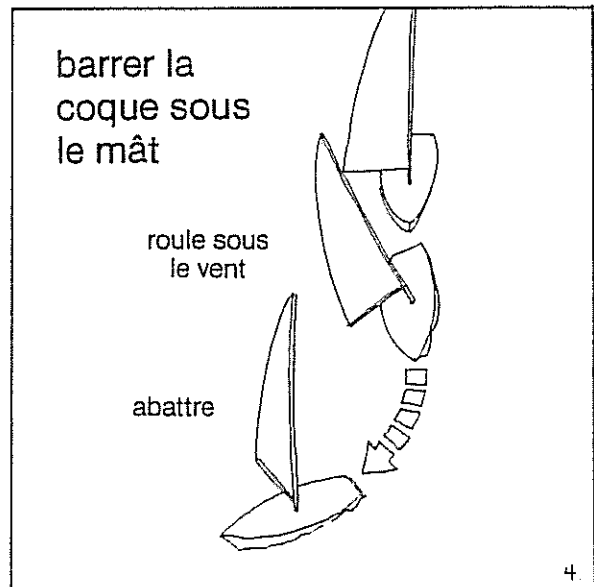
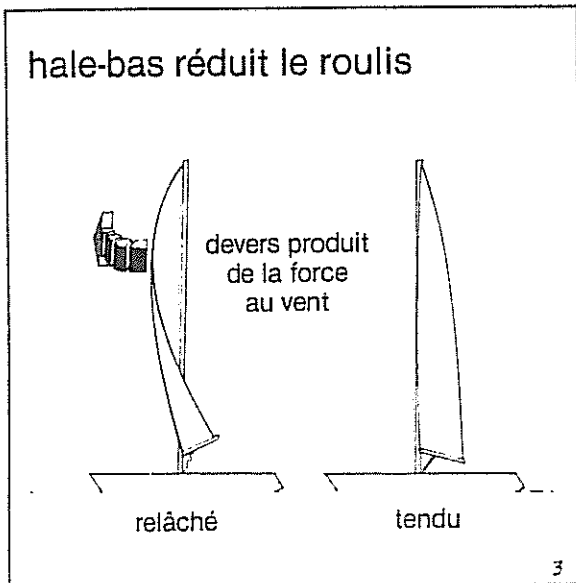
Hissez un petit spinnaker à épaules étroites pour diminuer la surface supérieure instable et à guindants plus courts pour garder le tangon loin des vagues. Etouffez le spinnaker avec une poulie d'écoute placée à l'avant de la bôme pour diminuer le roulis. Baissez le tangon pour avoir le contrôle du spinnaker. Hissez la drisse en tête de mât. Ne

laissez pas le spinnaker rouler au vent et entraîner le mât à sa suite. Retenez-le plutôt à l'avant et sous le vent de sa position habituelle en avançant le tangon à  $20^\circ$  de l'angle droit du vent et en bordant l'écoute au maximum. Une écoute de spinnaker molle augmente le roulis.

**Le blooper.** Bien que cela puisse paraître suicidaire, hisser un blooper équilibre la surface de voile et réduit le roulis (fig. 1). Ne craignez donc pas de le hisser. Réglez l'écoute dans une poulie placée au niveau de l'extrémité de la bôme plutôt qu'à l'arrière du bateau. Hissez la drisse plus haut pour empêcher que la bordure de la voile ne traîne à l'eau.

**Le génois de route.** Une autre tactique efficace pour diminuer le roulis par grands vents consiste à border le génois en ligne avec l'axe en l'immobilisant avec les deux écoutes (fig. 2).

**La grand-voile.** Bordez le hale-bas au maximum et posez une retenue en vous assurant que vous pourrez la détacher facile-



ment. Un équipier sera affecté à ce réglage car la bôme peut être meutrière en cas d'empannage imprévu. Le hale-bas devrait être suffisamment tendu pour faire disparaître le devers de la voile, sinon les sections supérieures de la voile feront rouler le mât au vent (fig. 3).

*bloquer le  
hale-bas  
(cf devers)  
pas de la sail*

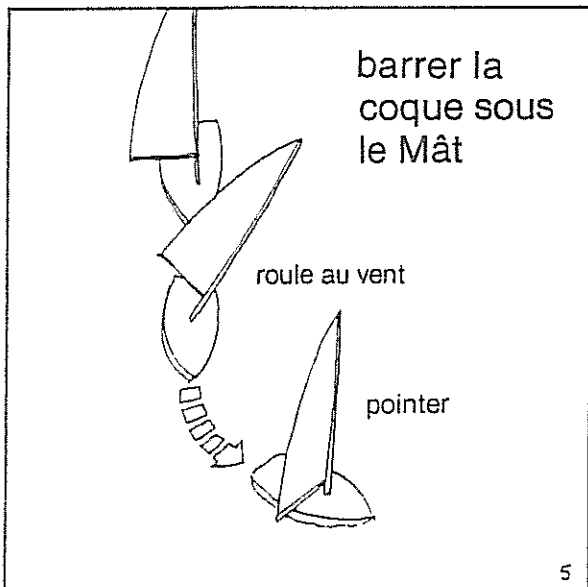
**La barre.** Dans ces conditions, il est évidemment conseillé d'avoir un barreur expérimenté. Selon le cas, vous choisirez un auloffée (un knockdown) plutôt qu'un empannage incontrôlé. Si le roulis augmente, vous opterez pour l'allure plus sécuritaire du grand largue. Dans ces conditions, le but est "de garder le bateau sous le mât". Suivez le roulis. Si vous pouvez garder un manche à balais en équilibre sur votre nez, vous comprendrez le principe de "la conduite défensive." Lorsque le mât ploie sous le vent, éloignez-vous du vent (fig. 4). Lorsqu'il se déplace au vent, lofez (fig. 5). La gravité du roulis dépendra de la rapidité de vos réactions.

### LE LARGUE ET LE SPINNAKER

Il est très délicat de hisser un spinnaker au largue car les risques d'auloffées sont toujours présents.

**Le spinnaker.** Si la prudence vous suggère de hisser un petit spinnaker lorsque vous naviguez trop près du vent, n'hésitez pas et hissez-le. Nous avons tendance à sous-estimer la puissance du spinnaker. De plus, un seul auloffée peut vous faire perdre plus de distance que vous ne le croyez.

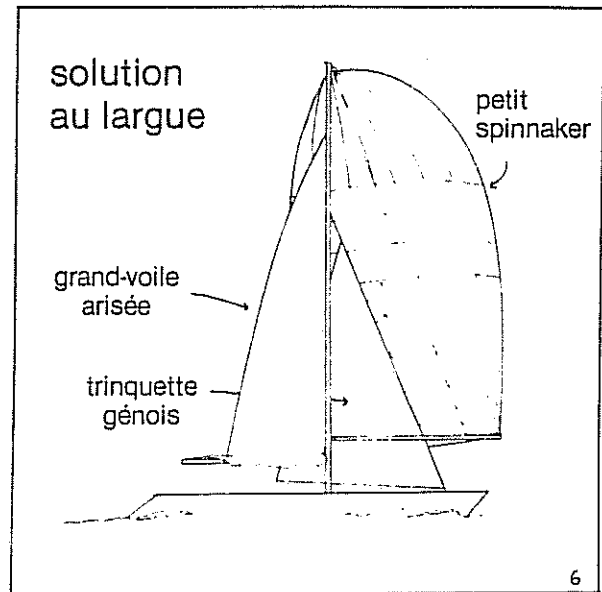
Par grands vents, vous devriez logiquement décharger le spinnaker au largue. Amener l'écoute à l'arrière (au-dessus de la bôme si nécessaire) afin d'ouvrir la chute. Maintenez le tangon assez bas pour stabiliser le guindant et avancer le creux. Aplatissez le spinnaker au largue en reculant le tangon de 10 à 20 degrés derrière la ligne perpendiculaire du vent apparent. Si le bateau semble lofer, le trimmeur devrait choquer l'écoute d'un pied ou plus à la fois pour permettre au barreur de reprendre le con-



trôle de la barre. Affalez toujours le spinnaker avant qu'il ne soit trop tard.

**Trinquette.** Avec un petit spinnaker et une trinquette, choquez la trinquette dans les rafales et bordez-la dans les accalmies. Une plus grande surface de voile à l'avant du bateau permet d'équilibrer la barre. Certains bateaux portent une trinquette avec une grand-voile arisée (fig. 6). Enfin, la trinquette génois avec un point d'amure avancé vous donne moins de puissance et élimine la gête excessive.

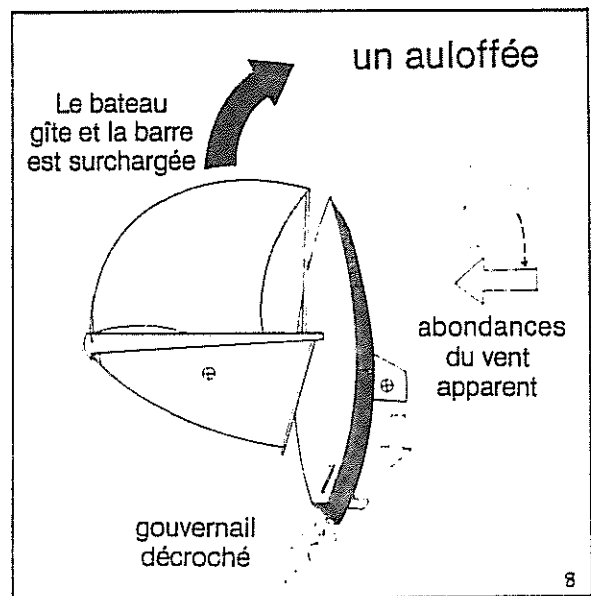
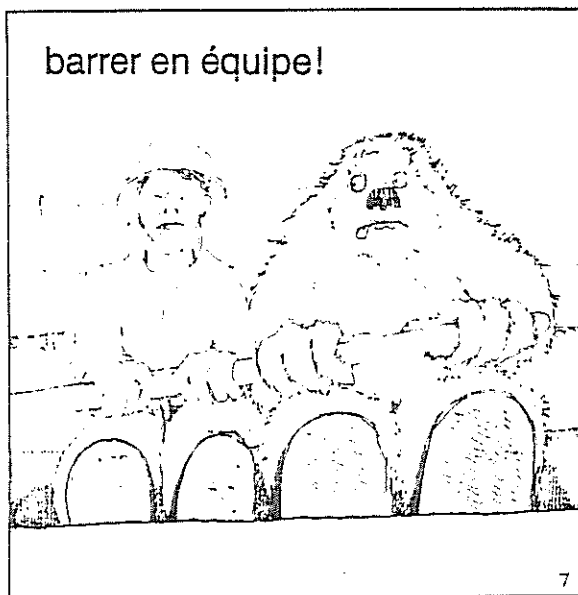
**Grand-voile.** Votre hale-bas doit être rapidement relâché au large. Dans une rafale de vent, choquez le hale-bas et l'écoute. Choquer le hale-bas fait fasser la partie supérieure de la grand-voile et vous permet de relâcher la bôme sans qu'elle ne traîne à l'eau. Pour ouvrir le bas de la chute, vous devez tendre le hale-bas ou prendre le ris de fond. Si le haut de la grand-voile fassaye prenez un ris. Le fardage et la résistance en seront ainsi diminués.



**Barre.** Les barreurs inexpérimentés sont souvent impressionnés par la force requise pour barrer au large dans de grands vents. Sur les grands bateaux avec une barre franche, il est presque indispensable de barrer avec une personne de chaque côté de la barre (fig. 7). Le barreur devrait ordonner de choquer la grand-voile et le spinnaker en cas d'aulofée. Lorsque le gouvernail décroche, déplacez-le vigoureusement pour retrouver le courant laminaire.

Il est important que chaque équipier sache quoi faire en cas d'auloffée car vous n'aurez probablement pas le temps de donner des explications si la situation se présente. Voici donc comment procéder:

- Choquez l'écoute de la grand-voile.
- Choquez le hale-bas de bôme.
- Choquez l'écoute de la trinquette.
- Choquez immédiatement l'écoute du spinnaker pour ventiler le spinnaker et décharger le gouvernail.
- Si vous ne pouvez rétablir la barre, choquez complètement l'écoute de spinnaker



pour dégonfler le spinnaker.

Si l'auloffée est inévitable, essayez de prendre de la vitesse pour pouvoir rétablir rapidement le bateau. Si vous maintenez une vitesse constante, le bateau pourra s'éloigner du vent. Lorsque le bateau commencera à remonter au vent, la barre sera probablement dure et décrochée. Tentez de rétablir la situation en suivant ces étapes:

- Redressez rapidement la barre pour rattaché le courant. (Plus le gouvernail est décroché, plus votre vitesse sera diminuée—ce qui aura pour effet de déplacer le vent apparent vers l'arrière et d'augmenter la gîte) (fig. 8).
- Dégonflez les voiles pour redresser le bateau. Laissez le bateau remonter au vent si vous n'avez plus de barre.
- Si le bateau est relativement droit et fait route à une certaine vitesse et que les voiles fasseyent, naviguez au grand largue. Eloignez-vous suffisamment du vent afin d'empêcher un deuxième auloffée lorsque le spinnaker se

regonflera. Il est toujours plus difficile de se remettre d'un deuxième auloffée.

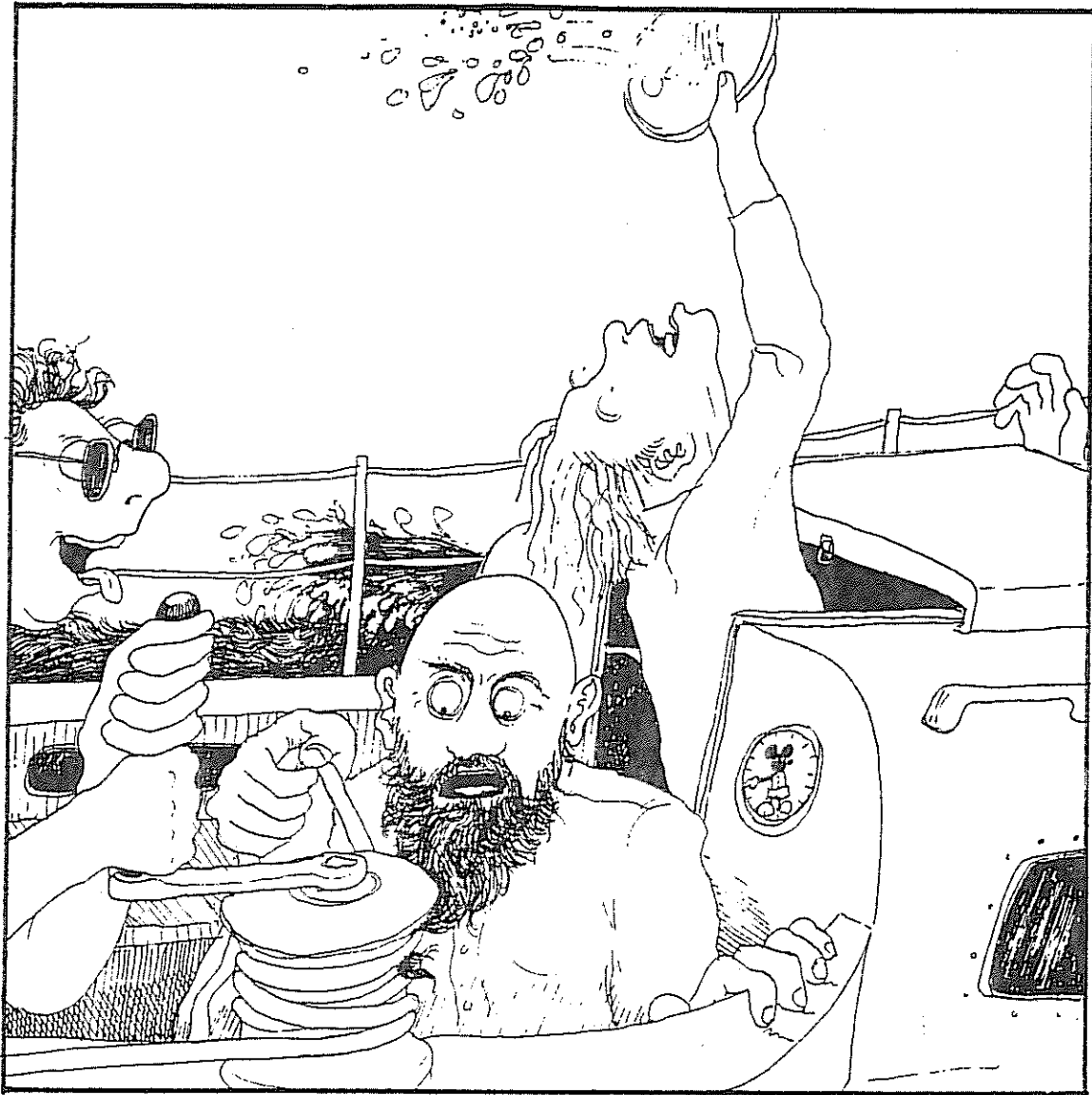
Une fois au grand largue, réglez les voiles et rétablissez votre vitesse avant d'essayer de remonter plus au vent.

Pour résumer: la vitesse du bateau est à votre avantage lors d'un auloffée et la résistance du gouvernail et la gîte sont nuisibles.

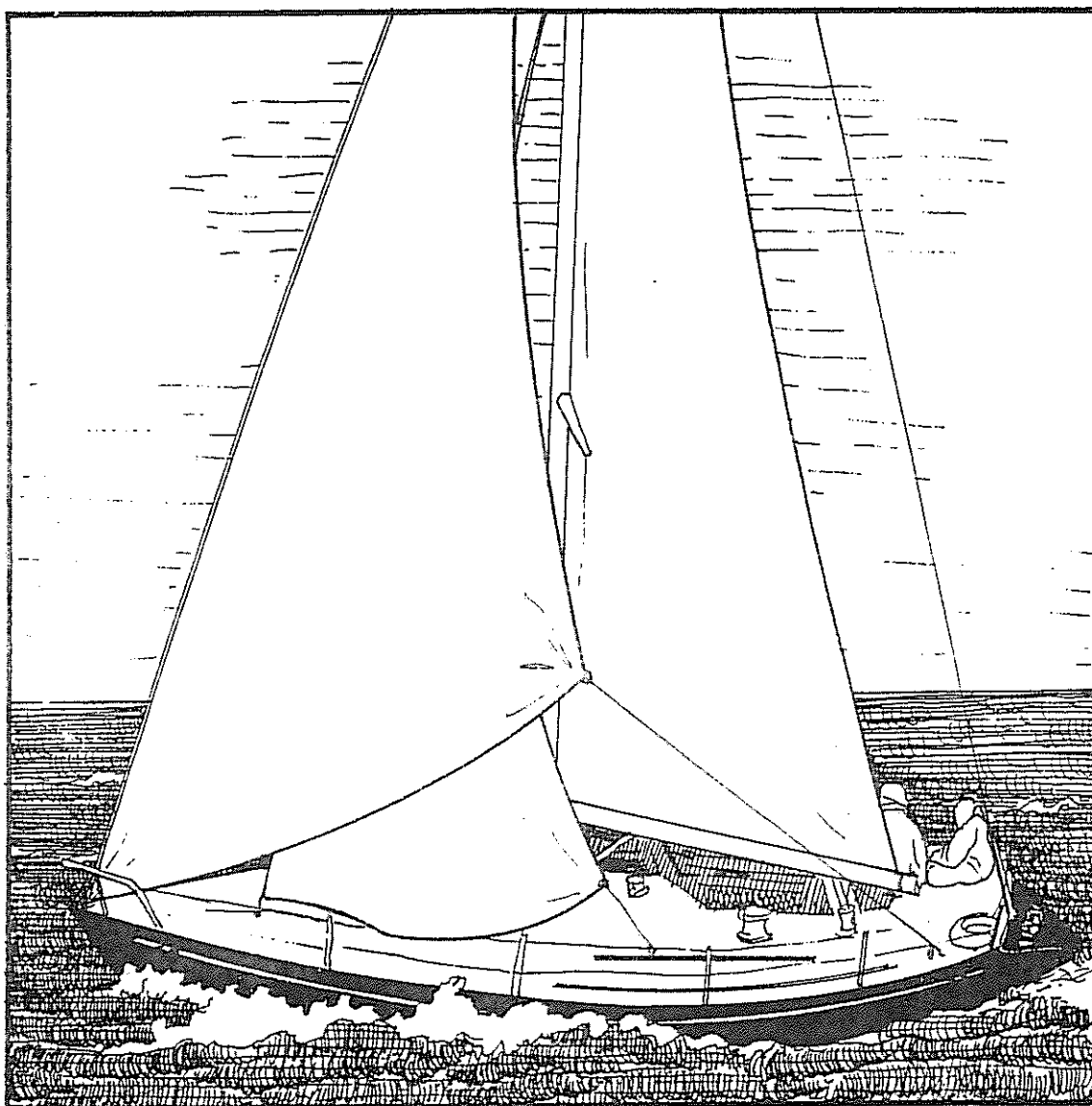
**Le poids de l'équipage.** Gardez l'équipage à l'arrière et au vent. Prévoyez à l'avance chaque tâche des équipiers.

*Notes*



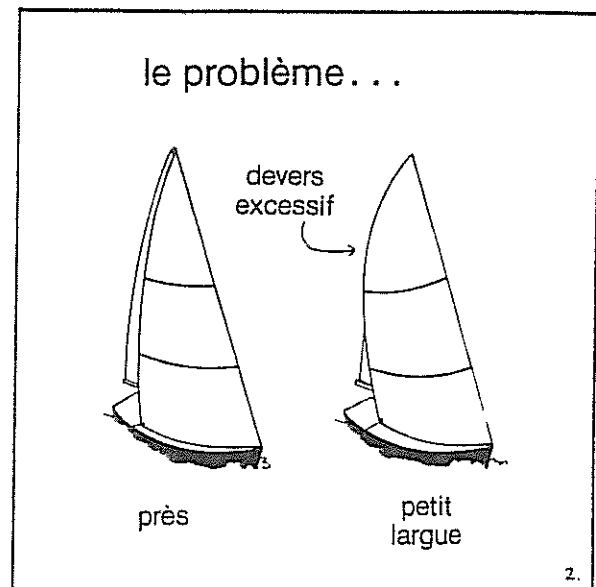
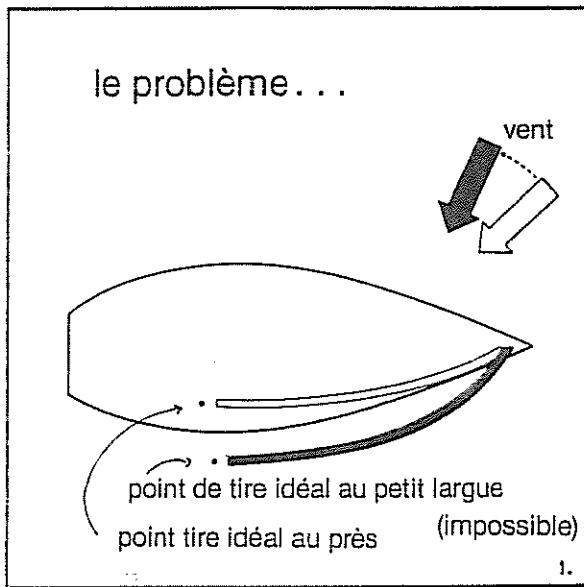






## LE LARGUE SANS SPINNAKER

Remonter au petit largue pour avoir plus de vitesse est un problème pour la plupart des navigateurs. Lorsque le vent vient trop de l'avant pour établir un spinnaker ou trop de l'arrière pour naviguer au près, le génois ne semble pas la solution idéale. Vous aimeriez alors avoir des rails suspendus à 2 pieds



sous le vent du plat-bord, juste à la surface de l'eau. Dans des angles de vent apparent de 35° à 65°, le problème de vitesse s'explique par les faits suivants:

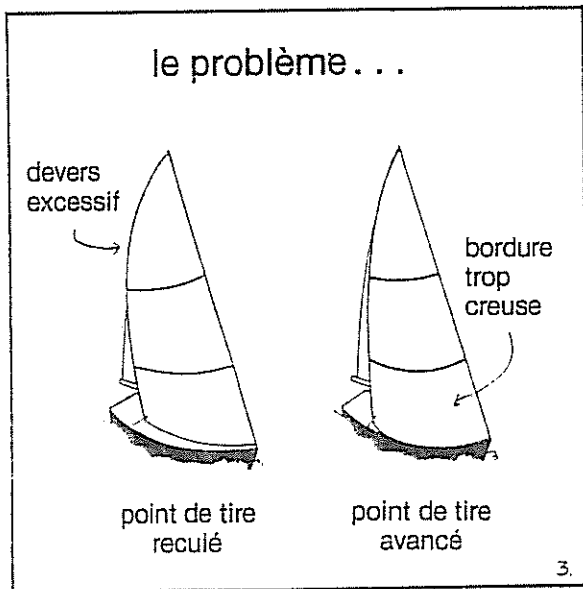
- La coque est trop étroite pour avoir une bonne base d'écoute (fig. 1).
- Le génois a un devers excessif lorsqu'il est choqué (fig. 2).
- Avancer le point de tire pour réduire le devers peut donner trop de creux à la bordure du génois (fig. 3).
- Un sillon plus large suggère de hisser une trinquette.
- Vous devriez envisager de hisser une voile spécialement conçue pour le largue.

N'oubliez pas ces faits, abattez et réglez vos voiles en conséquence.

### LE RÉGLAGE DU GÉNOIS ET DE LA GRAND-VOILE

Lorsque vous abattez de quelques degrés du près serré, choquer l'écoute du génois est suffisant. Mais ne dépassez pas 32° à 34° apparent (ou jusqu'à ce que le devers soit trop grand et que la tête du génois fasseye).

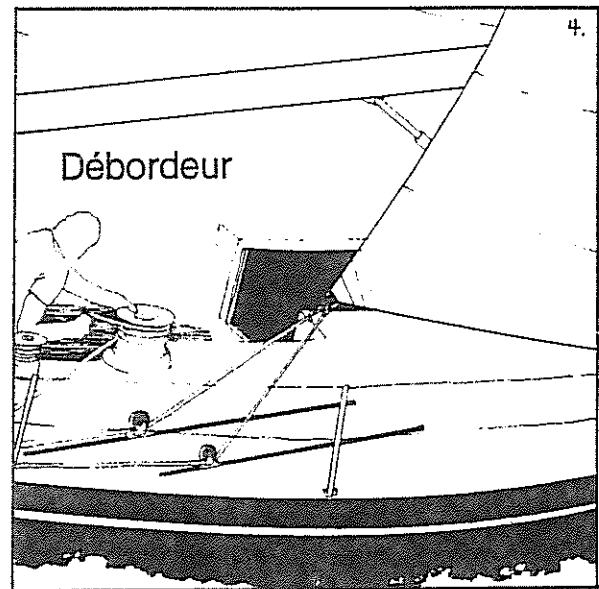
A des angles plus grands amenez le point de tire à l'extérieur soit avec un débordeur ou en attachant une écoute plus à l'extérieur (fig. 4). Le but est de conserver la forme de la voile en déplaçant toute la voile sous le vent. En même temps, avancez un peu le point de tire pour régler le devers. Quelques pouces



devraient suffire. Malheureusement, vous ne pouvez déplacer le point de tire plus à l'extérieur que la largeur du bateau ne le permet.

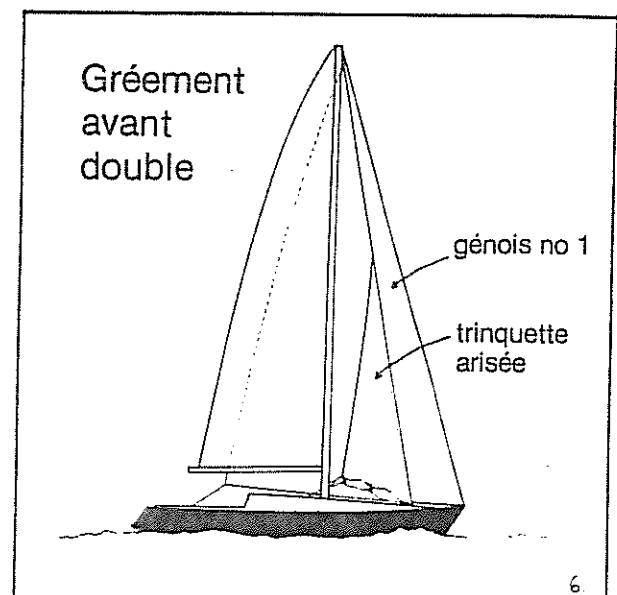
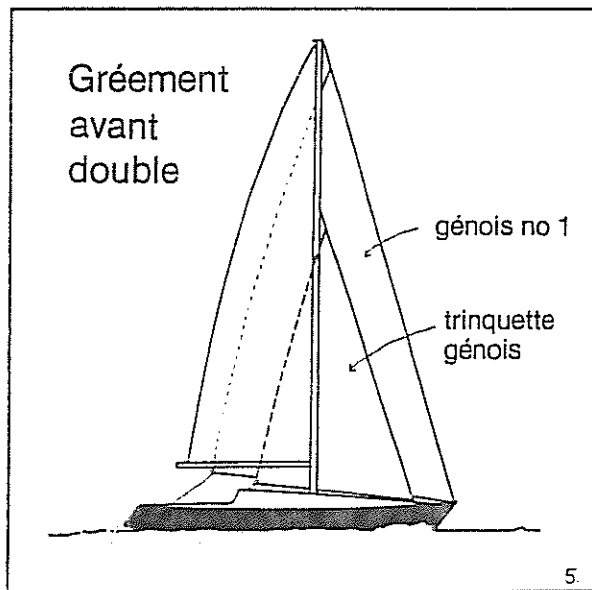
Donnez un peu plus de creux au génois et avancez le creux en relâchant le pataras et en choquant le drisse (pour relâcher le guindant sans pour autant laisser le creux glisser trop à l'arrière de la voile). Réglez la voile pour que les penons volent des deux côtés du guindant.

Lorsque vous déplacez le point de tire du génois vers l'extérieur, choquez l'écoute de la grand-voile et bordez le hale-bas en même temps, jusqu'à ce que le penon de la latte supérieure soit presque décroché. Choquez



graduellement l'étaillage lorsque vous vous éloignez du vent, jusqu'à ce que la bordure soit complètement ouverte pour des angles de plus de  $50^\circ$  par vents légers ou moyens. Dans des vents forts, il est inutile d'ouvrir la bordure, à moins d'être à plus de  $90^\circ$  du vent apparent. Au même moment, redressez le mât et choquez le cunningham pour ajouter du creux à la grand-voile si votre barre n'est pas trop ardente.

Lorsqu'il est impossible de faire flotter les penons également de haut en bas du guindant, laissez fasser un peu le penon du haut pendant que celui du bas pourra être décroché. Assurez-vous que le milieu du génois est efficace.



### ETABLIR UNE TRINQUETTE GÉNOIS

Lorsque vous naviguez à plus de 40° apparent, le sillon est assez large pour qu'une trinquette soit hissée. La trinquette génois (décrite au chapitre des trinquettes et bloopers) est conçue à cette fin. Ses dimensions sont.

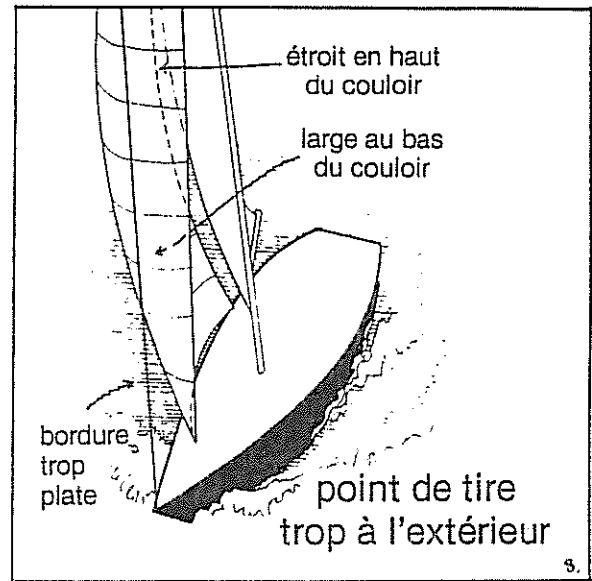
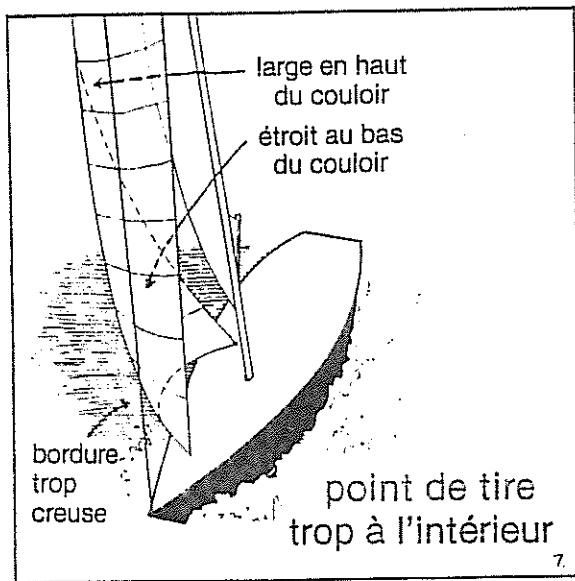
- 60% à 70% de I.
- LP de 85% à 105% du J, selon le gréement.

- Le LP et le creux de la chute sont conçus pour que la voile soit réglée entre les galhaubans et les bas-haubans (VI et D1) sans pour autant s'appuyer contre les barres de flèche.

Etablir le point d'amure à environ 40% du J à l'arrière de l'étai et hissez la trinquette avec une drisse de génois ou de spinnaker (fig. 5).

La trinquette est plus efficace avec un reacher qu'avec un génois. Les conditions idéales pour porter les trinquettes sont par mer calme et vent moyen.

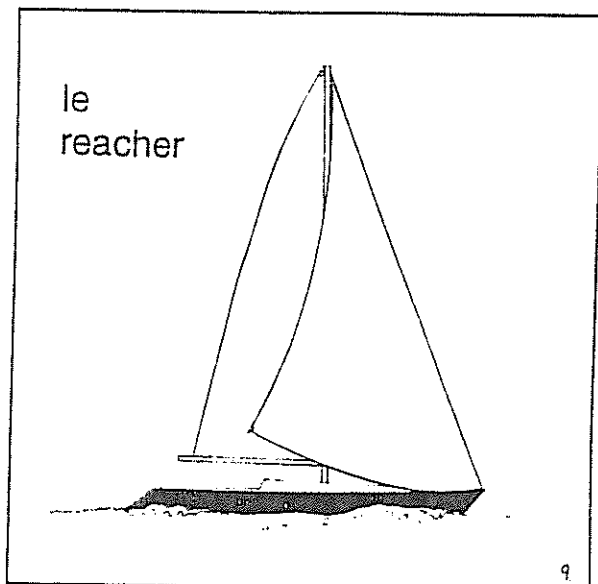
Pour régler la trinquette, maintenez-la à la limite de fasseyement en jouant constamment avec l'écoute. Déterminer le point de tire idéal est plus compliqué puisqu'il n'y a pas de rail pour cette voile. Vous devez donc



improviser un système d'écoute. Un bon point de tire est difficile à délimiter. Combinez les devers des trois voiles pour que les sillons soient égaux et parallèles sur toute la hauteur de la voile. Vous devez donc régler le génois en premier. Une fois le devers bien établi (selon les penons du guindant) accordez le devers de la trinquette et de la grand-voile. Si la bordure de la trinquette est plus large que celle du génois, le point de tire de la trinquette est trop à l'intérieur et trop à l'avant (fig. 7). Inversement, le point de tire de la trinquette est trop à l'extérieur et trop reculé si sa bordure est plus plate que celle du génois (fig. 8). L'angle idéal est  $7^\circ$ , mais fiez-vous à votre jugement et vérifiez l'indicateur de vitesse avant et après avoir établi la trinquette.

## LE REACHER

Au lieu de compromettre la coupe d'une voile de largue en hissant un génois pour le près, utilisez un reacher (une voile à point d'écoute élevé, dessinée pour contrôler le devers lorsque la voile est choquée) (fig. 9). Le point d'écoute élevé éloigne le point de tire du bateau lorsque l'écoute est choquée et la bordure plus haute donne plus d'espace à la trinquette pour respirer. De plus, le recouvrement plus grand du reacher donne une plus grande surface de voile pour les vents légers. Hissez le reacher à des vents entre  $30^\circ$  apparent et l'angle limite du spinnaker (de  $50^\circ$  dans les vents légers à  $90^\circ$  dans les vents moyens). Dans plus de 20 noeuds apparent, changez pour un génois no 2.

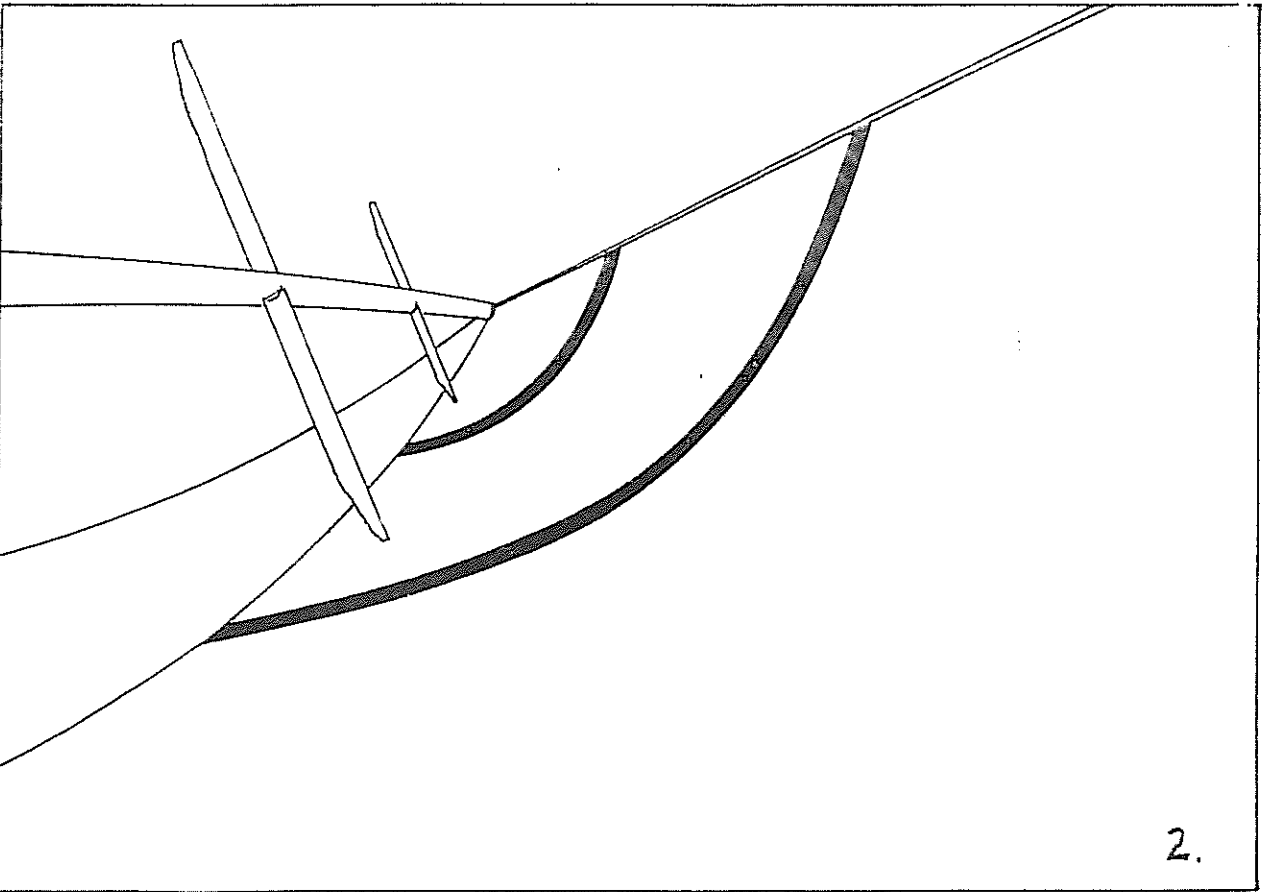
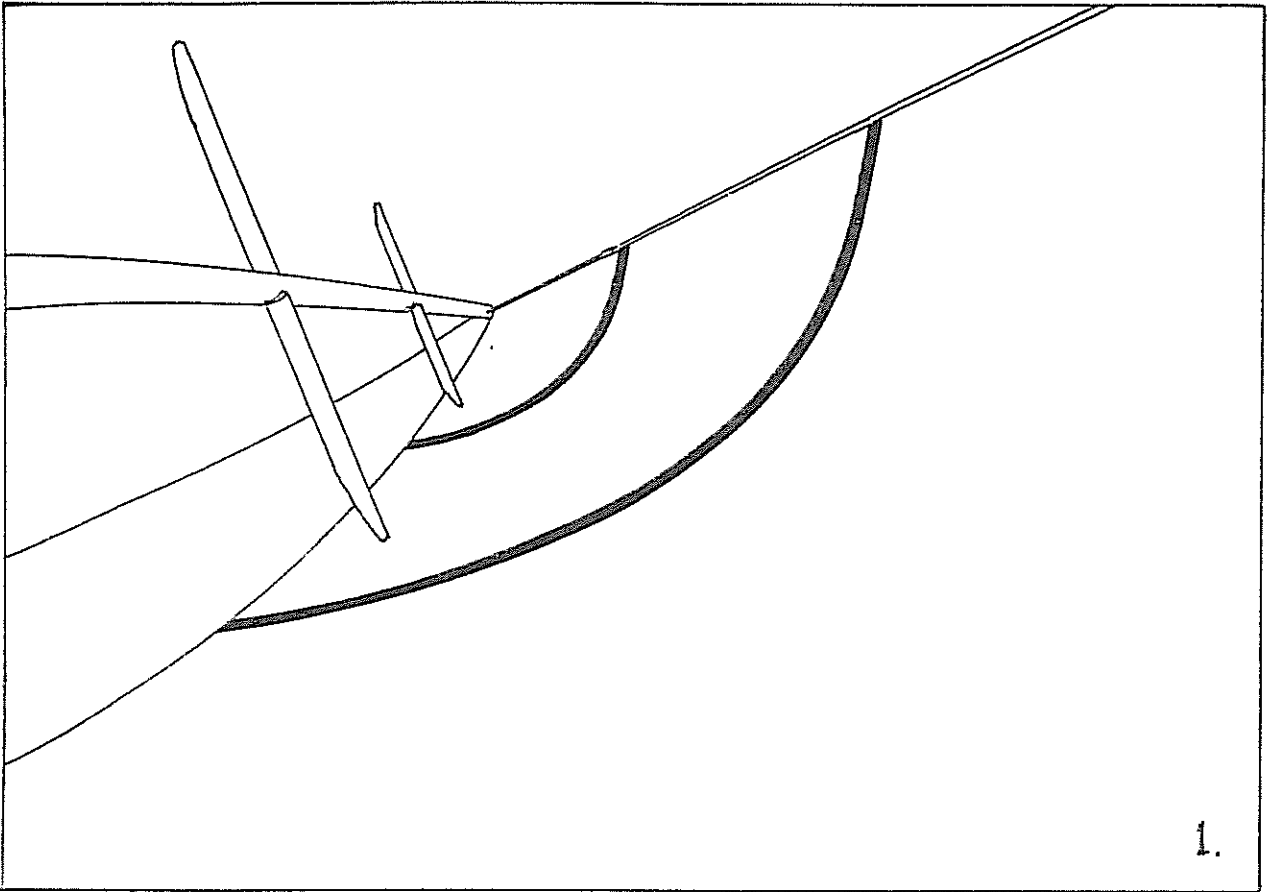


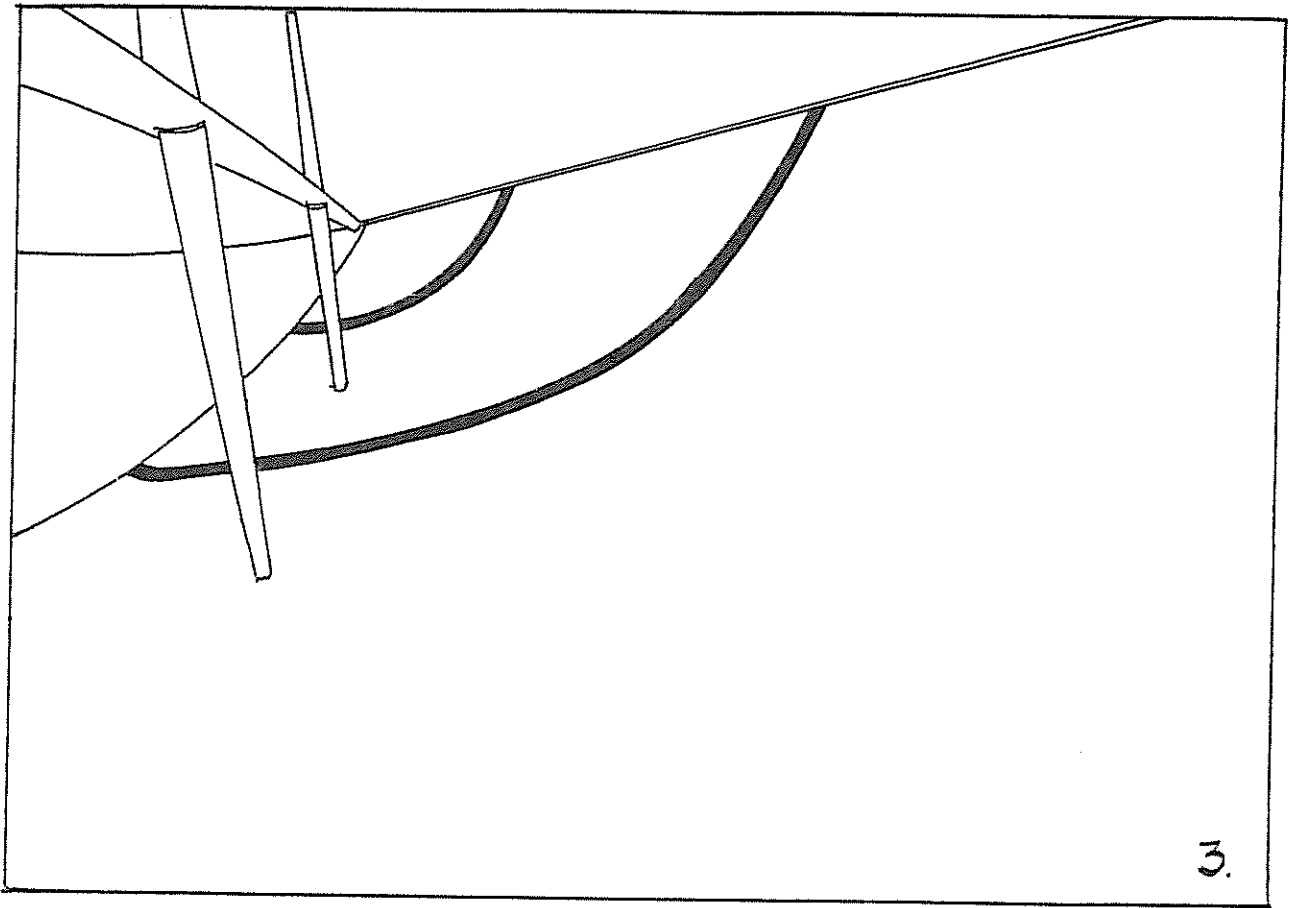
Amenez l'écoute à l'arrière comme pour l'écoute de spinnaker. Pour les grands largues, avancez le point de tire pour diminuer de devers. Comme pour le génois, établissez la position du point de tire en vous fiant aux penons (ils doivent fasseyer en même temps le long du guindant). Si la tête fassaye en premier, avancez le point de tire. Si le point d'amure fassaye en premier, reculez-le. Attention de ne pas placer le point de tire trop à l'avant, car la bordure sera trop creuse.

Avec le reacher, le pataras doit être bien tendu pour le petit large dans la brise. Puisque la voile est large, elle demande toujours plus de tension de pataras qu'un génois pour les mêmes conditions.

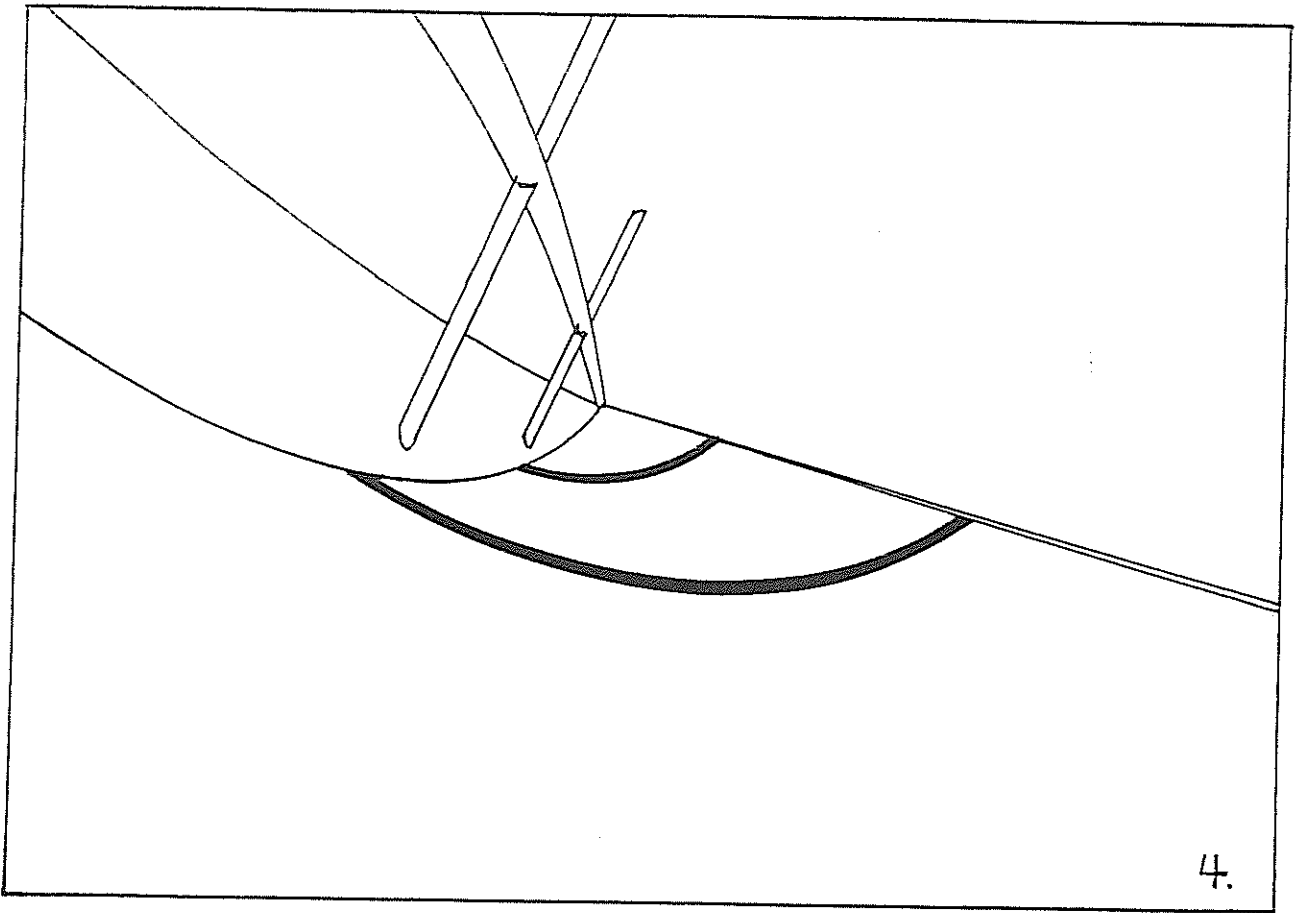
### LE LARGUE PAR GRANDS VENTS

Plusieurs bateaux de moins de 35 pieds ont un ris dans leur génois no 2 ce qui permet de le hisser par grands vents au large. Cette voile est plus petite, plus plate et son centre vélique est plus bas. Il est préférable de hisser un génois no 3 sur des bateaux plus grands.



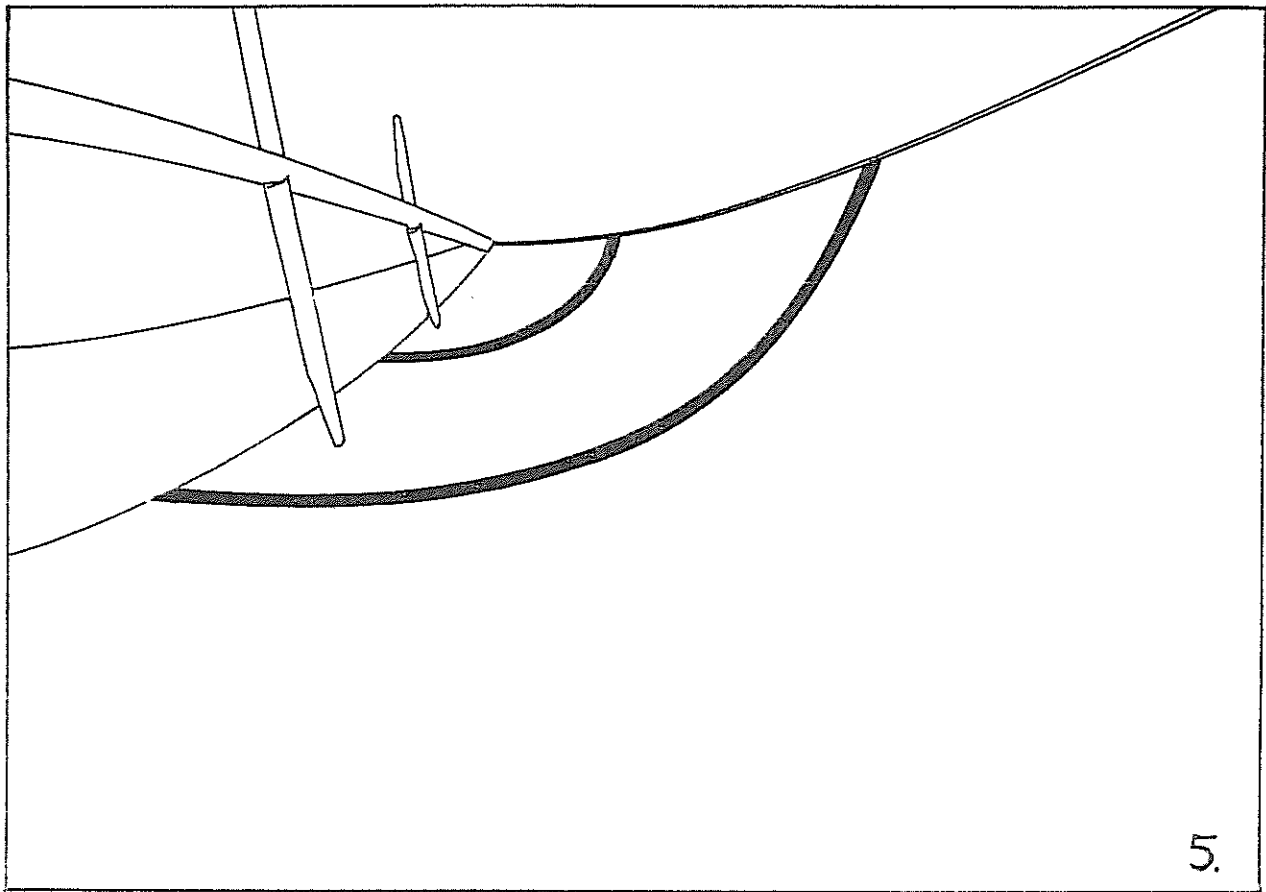


3.

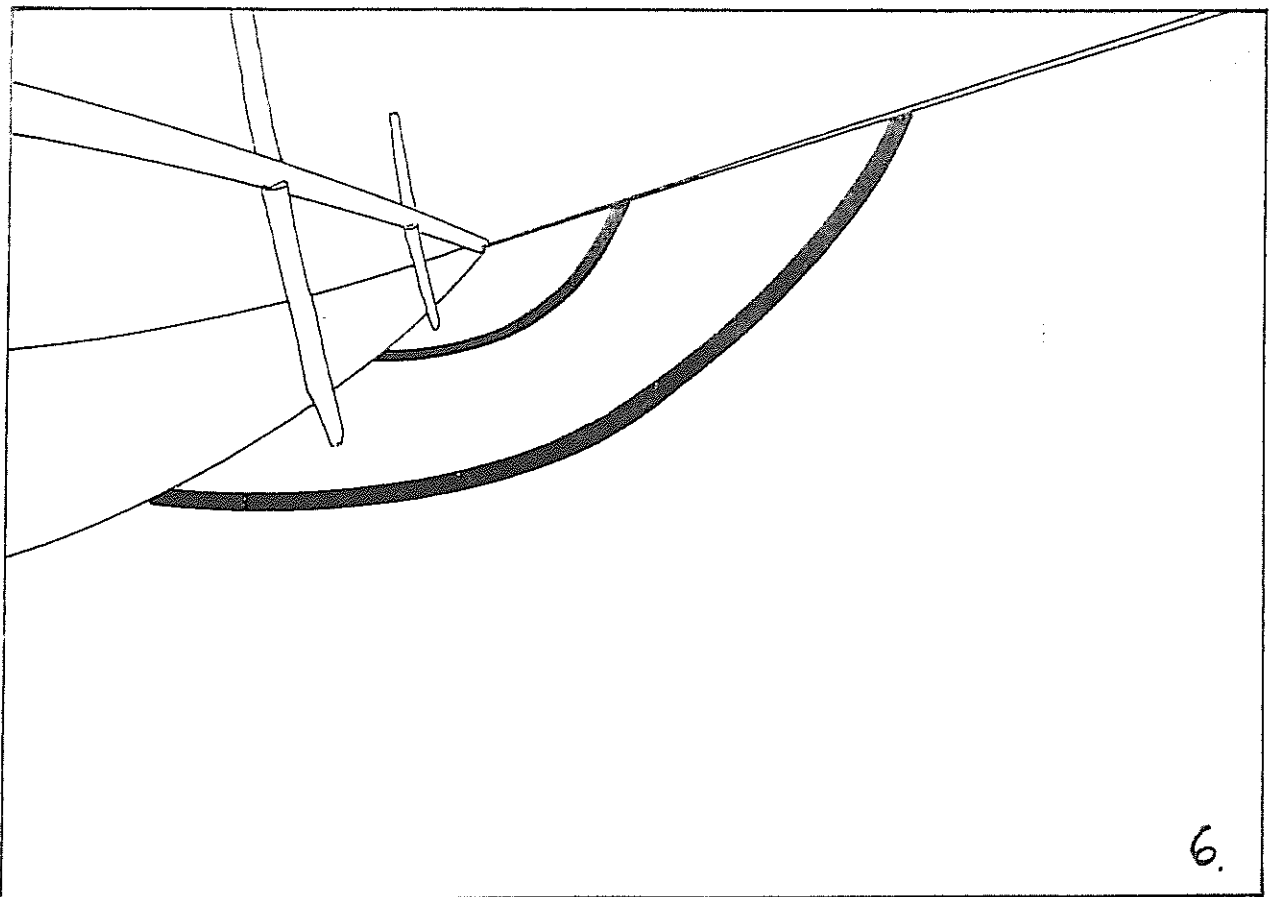


4.

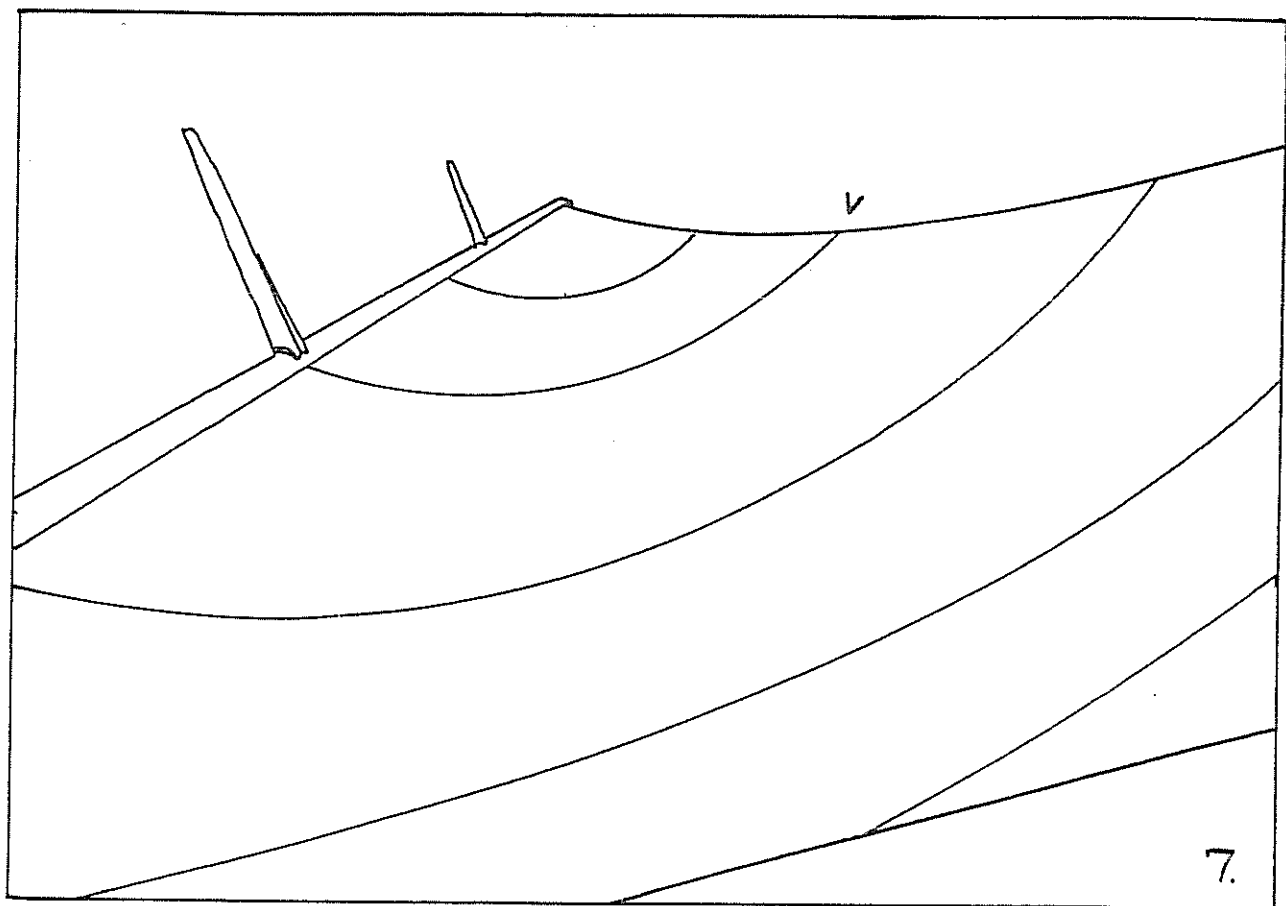




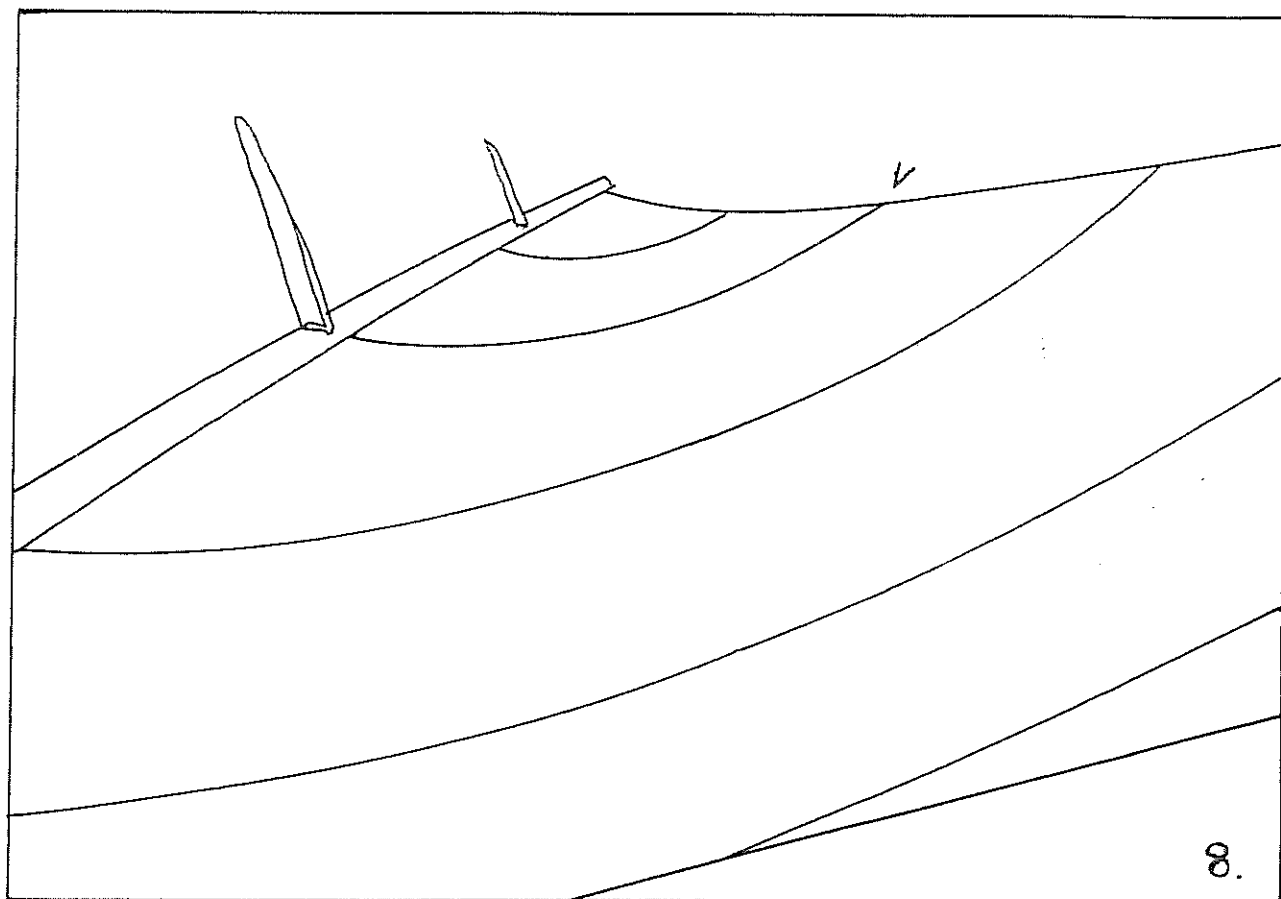
5.



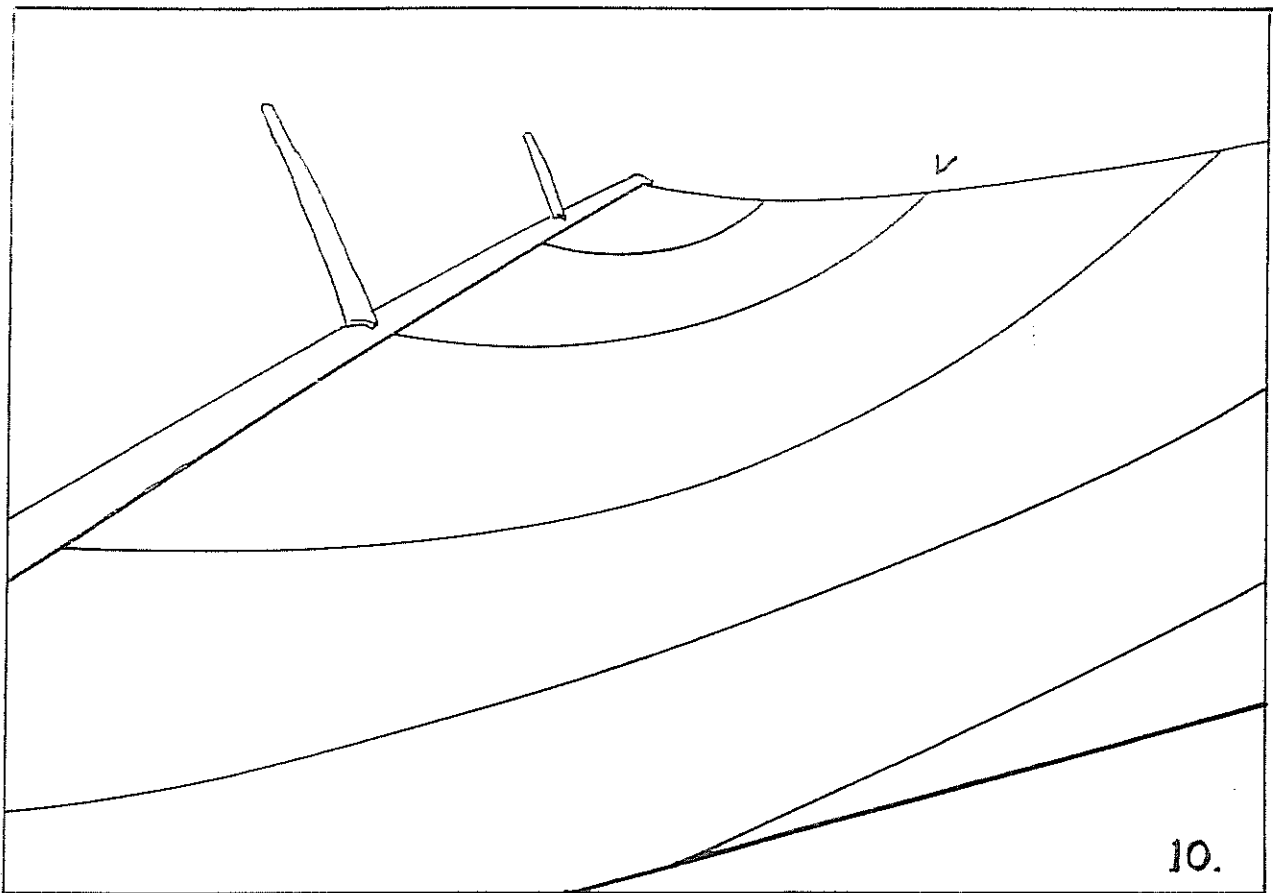
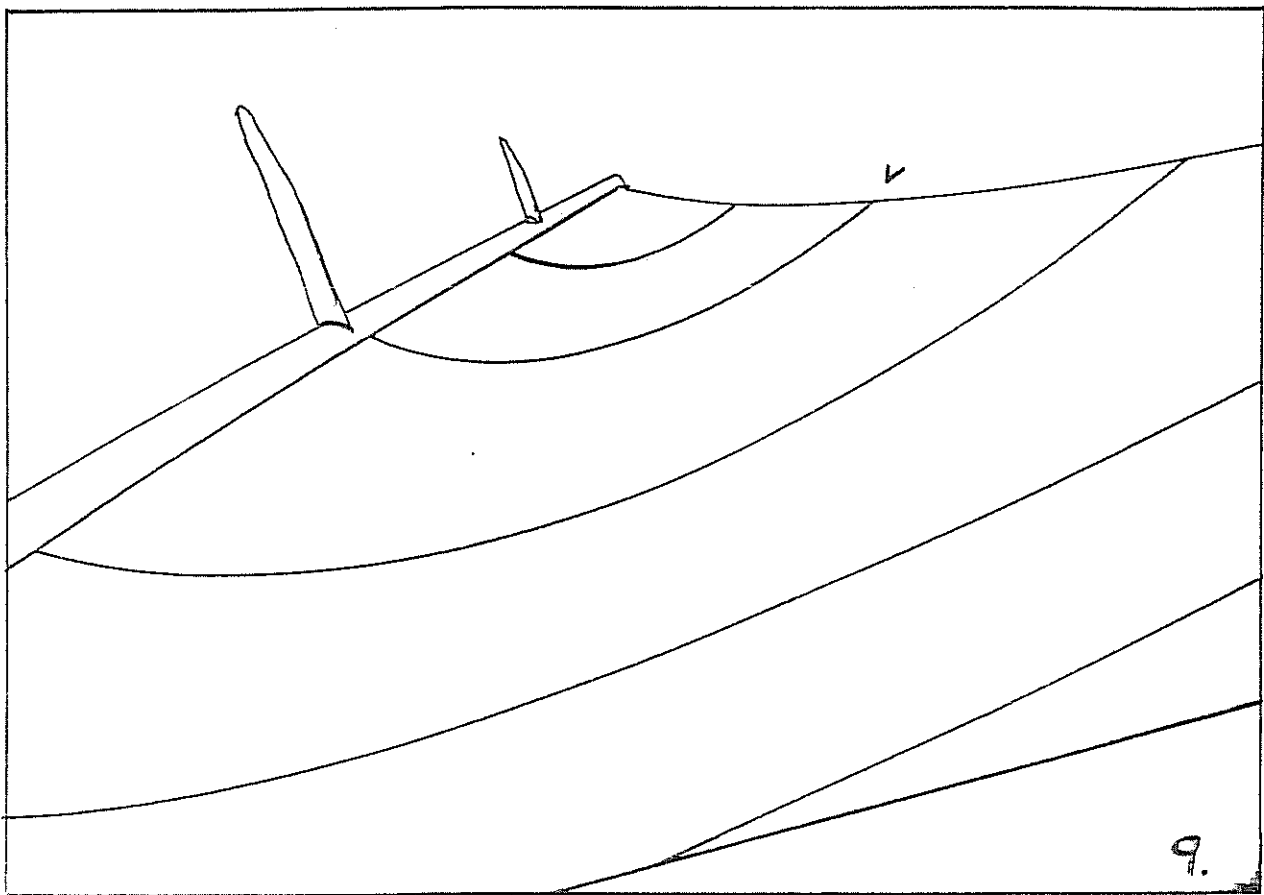
6.

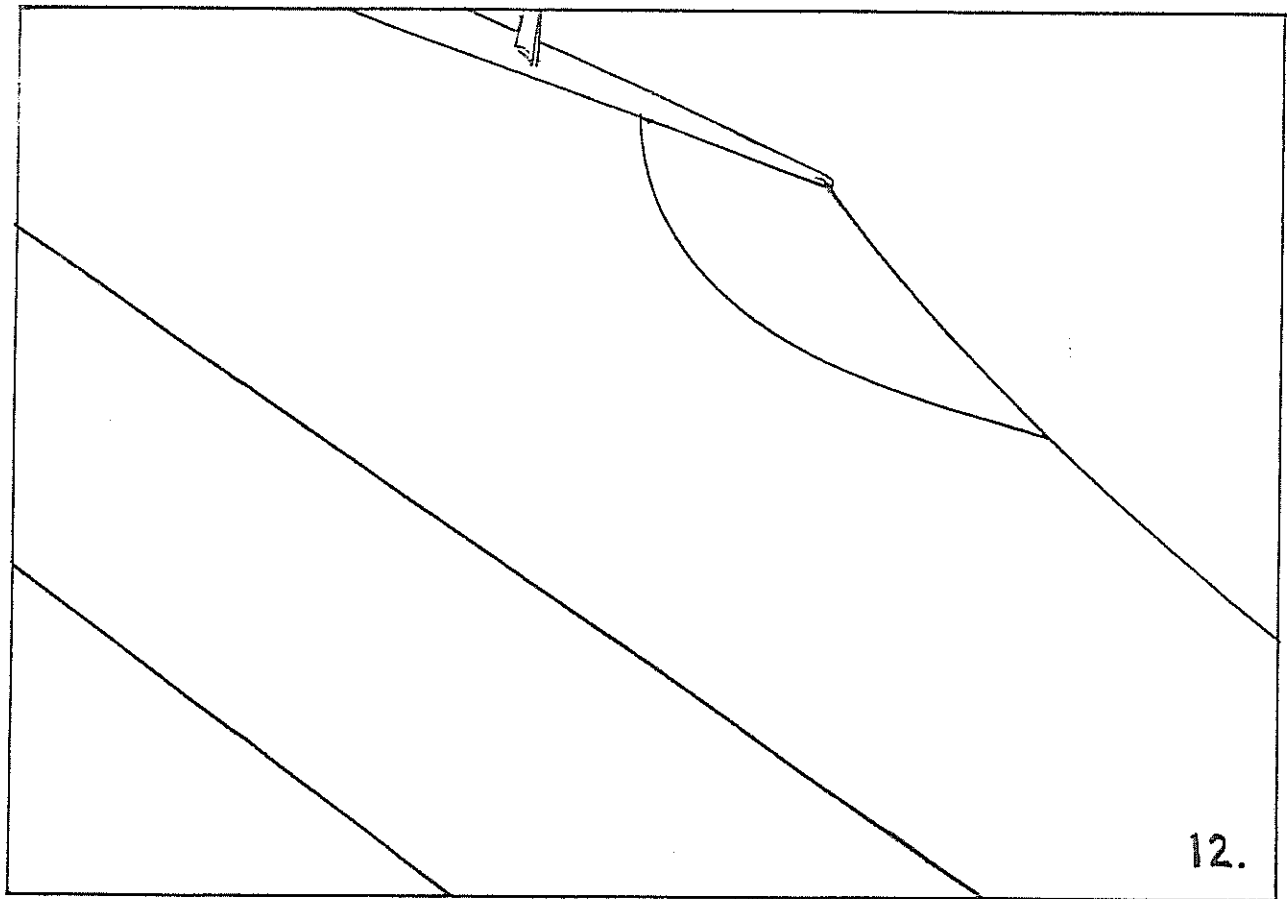
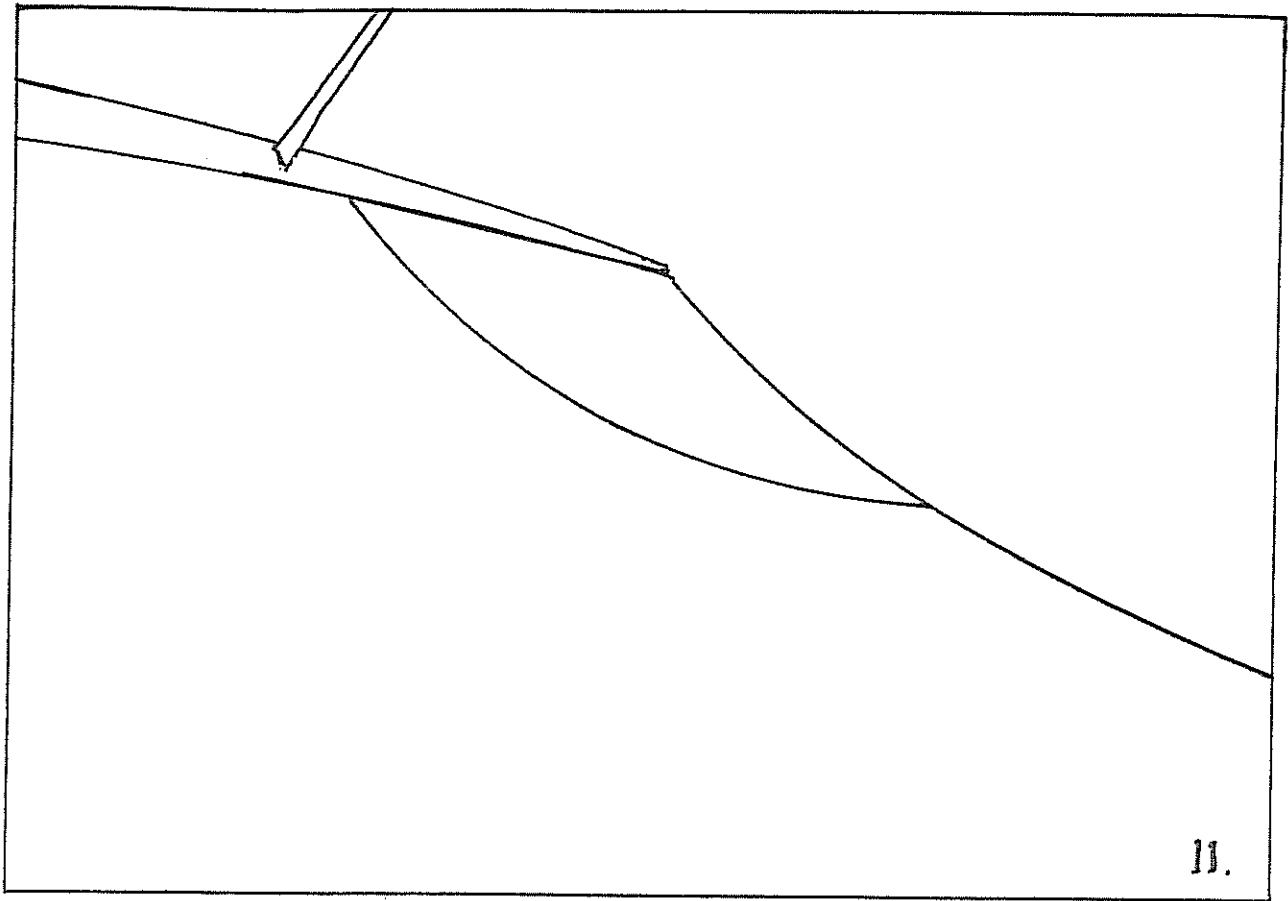


7.



8.

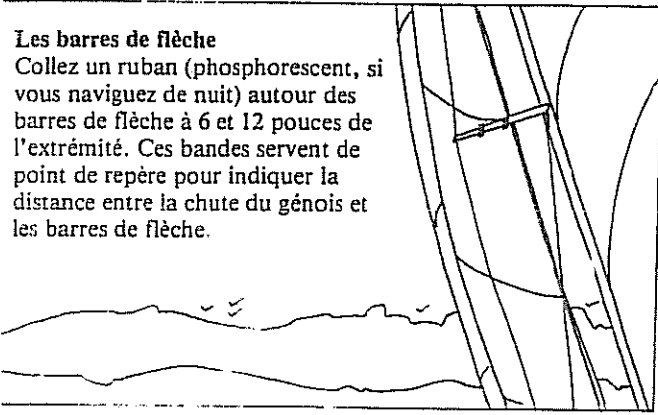




*Notes*

### Les barres de flèche

Collez un ruban (phosphorescent, si vous naviguez de nuit) autour des barres de flèche à 6 et 12 pouces de l'extrémité. Ces bandes servent de point de repère pour indiquer la distance entre la chute du génois et les barres de flèche.



### Arisage efficace

Il est plus facile d'ariser si des marques ont été faites au préalable. Faites une marque sur la drisse de grand-voile à l'endroit où la drisse doit être baissée pour prendre un ris. Les écoutes d'atarquage de ris devraient être marquées pour indiquer la position idéale de l'oeillet du ris.

### Ajustement du tangon

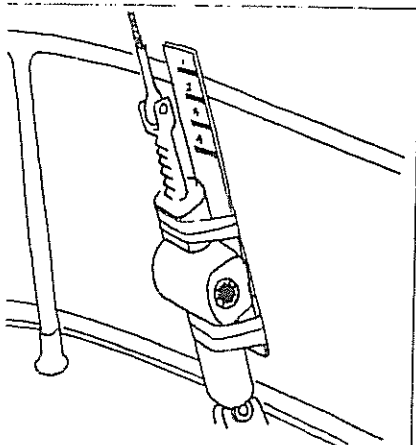
La balancine devrait être marquée à l'endroit où elle est coincée, de même que le rail de tangon sur le mât. Pour les empannages, une marque devrait être faite sur le rail pour savoir où baisser le tangon pour le faire passer de l'autre côté de l'étai sans accrocs.

**Réglage de l'écoute du génois**  
Pour un réglage normal, faites une marque à côté du point de tire pour indiquer la tension de l'écoute. Cette marque sert de point de comparaison pour border et choquer l'écoute et des virements de bord. Si l'écoute est attachée trop serrée au point d'écoute, la marque ne sera pas au même endroit. Il est donc préférable d'utiliser des manilles.

### Bandes graduées

Des bandes graduées devraient être utilisées le plus souvent possible. Pour l'atarquage et le cunningham, les bandes peuvent être placées à l'oeillet pour connaître les points de distorsion ou d'étirement minimum.

**Reproduire le réglage du chariot**  
Utilisez des bandes graduées pour indiquer les ajustements du chariot. Chaque bande devrait être placée dans le sens opposé de l'autre.



### Jaugeage du pataras

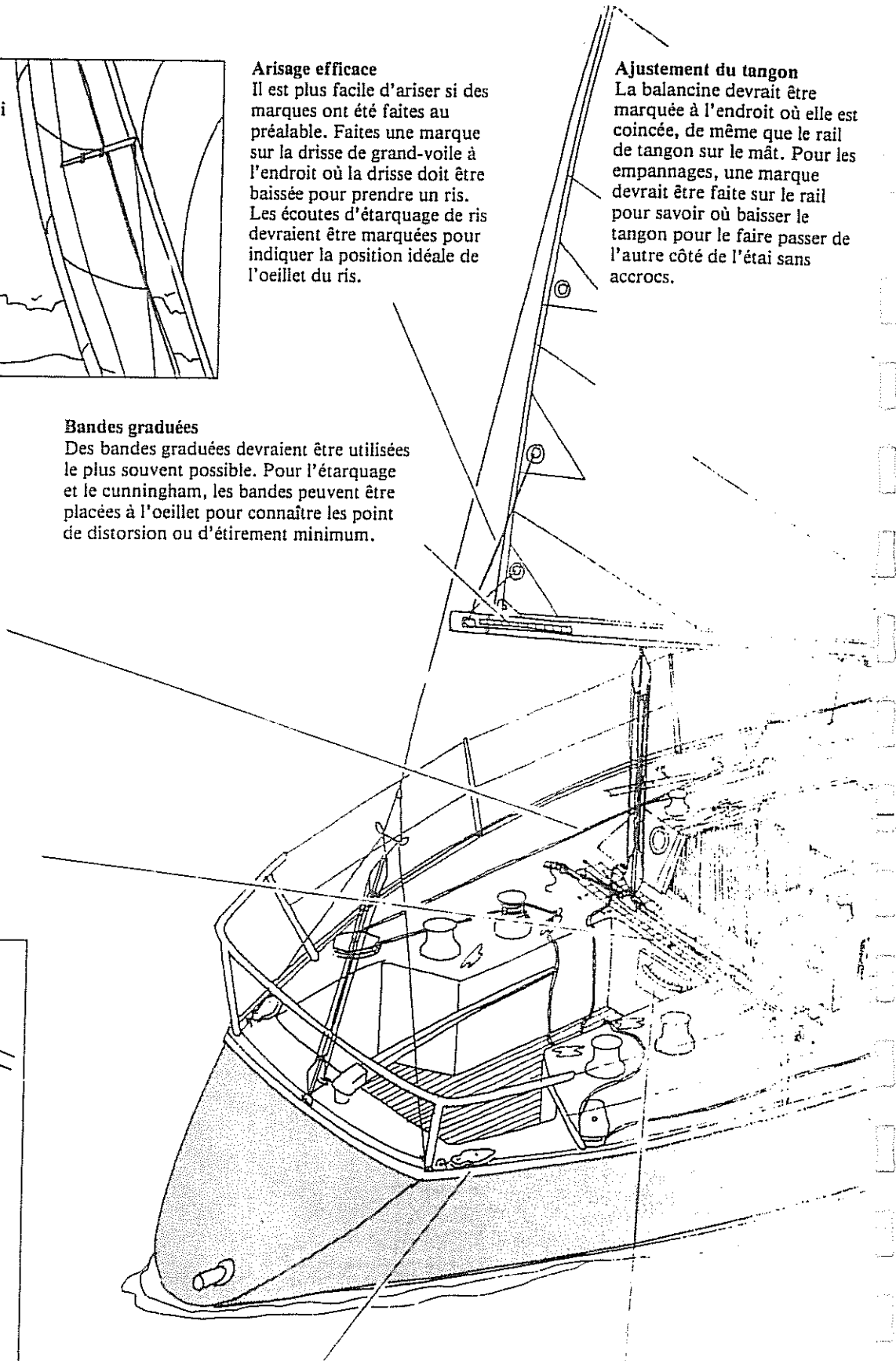
Les pataras hydrauliques sont faciles à utiliser grâce à la jauge. Pour les autres pataras, faites des marques sur la corde d'ajustement et pour les pataras à manivelle, graduez une attache et fixez-la au ridoir du pataras.

### Écoutes de spinnaker

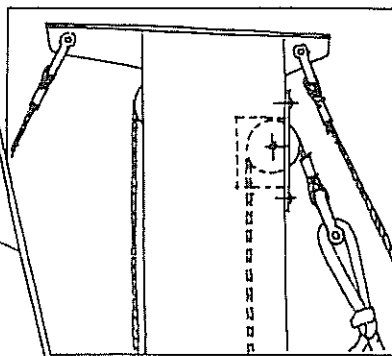
Les écoutes de spinnaker devraient être marquées au point limite où elles peuvent être choquées avant que le point d'écoute ne soient à l'avant de l'étai.

### Instruments

Posez un indicateur de gîte et de tangage pour savoir où placer l'équipage et quelle voile hisser.

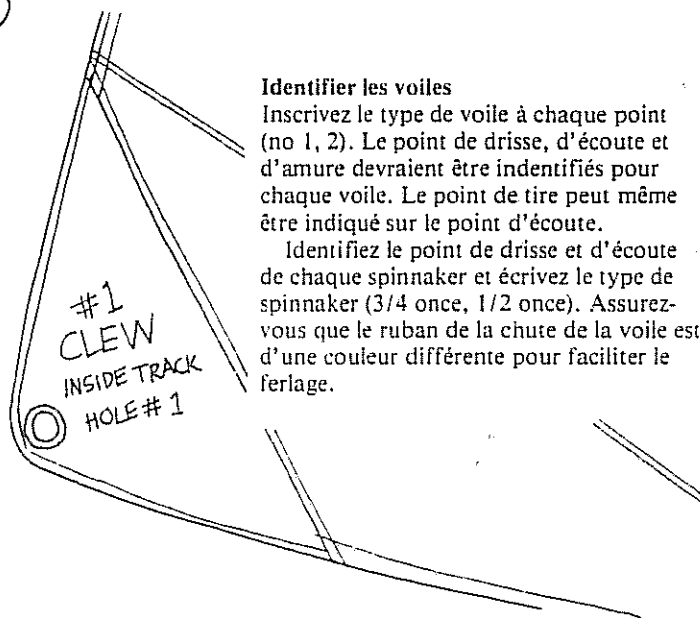


**Calibrage du faux-étai**  
 Notez la pression pour un faux-étai hydraulique. Si le faux-étai est sur le rail, marquez le rail ou la corde d'ajustement.



**Les drisses de génois**  
 Marquez les drisses empêchera la manille de la drisse de se prendre dans le clan. Attachez une écoute à la manille de la drisse et hissez la drisse à quelques pieds du clan, coincez l'écoute et tendez la drisse sur un winch. Lorsque la manille est à quelques pouces du clan, marquez la drisse.

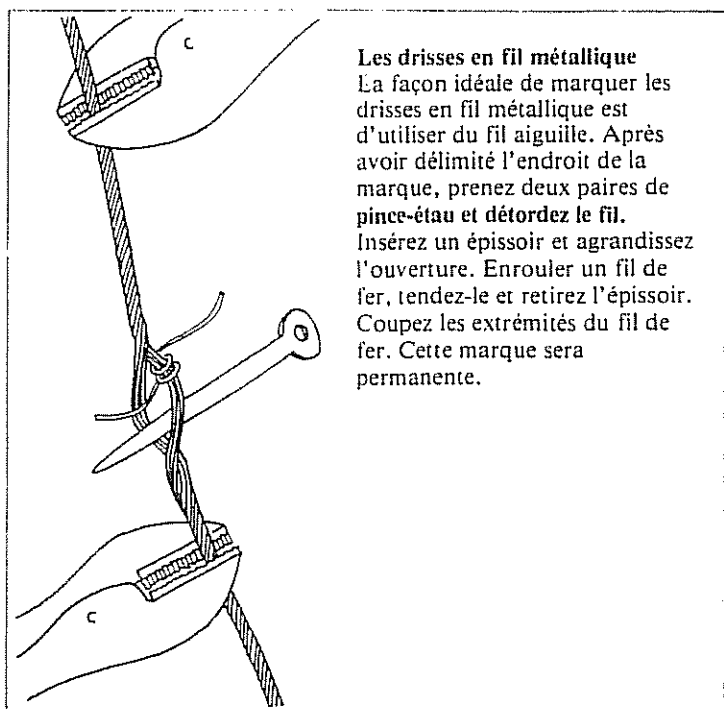
**Identifier les voiles**  
 Inscrivez le type de voile à chaque point (no 1, 2). Le point de drisse, d'écoute et d'amure devraient être indentifiés pour chaque voile. Le point de tire peut même être indiqué sur le point d'écoute.  
 Identifiez le point de drisse et d'écoute de chaque spinnaker et écrivez le type de spinnaker (3/4 once, 1/2 once). Assurez-vous que le ruban de la chute de la voile est d'une couleur différente pour faciliter le ferlage.



**Point de tire**  
 Marquez les points de tire pour les différents génois et trinquettes.

**Cordages de couleur**  
 Les cordages de couleur facilitent les manoeuvres et évitent la confusion. Ainsi, les cordages pour les ris, le bras, la balancine, les écoutes et les drisses de génois et de spinnaker et les différents cordages sur la cabine seront plus faciles à identifier.

**Les drisses en fil métallique**  
 La façon idéale de marquer les drisses en fil métallique est d'utiliser du fil aiguille. Après avoir délimité l'endroit de la marque, prenez deux paires de pince-étau et détendez le fil. Insérez un épissoir et agrandissez l'ouverture. Enrouler un fil de fer, tendez-le et retirez l'épissoir. Coupez les extrémités du fil de fer. Cette marque sera permanente.



bateau

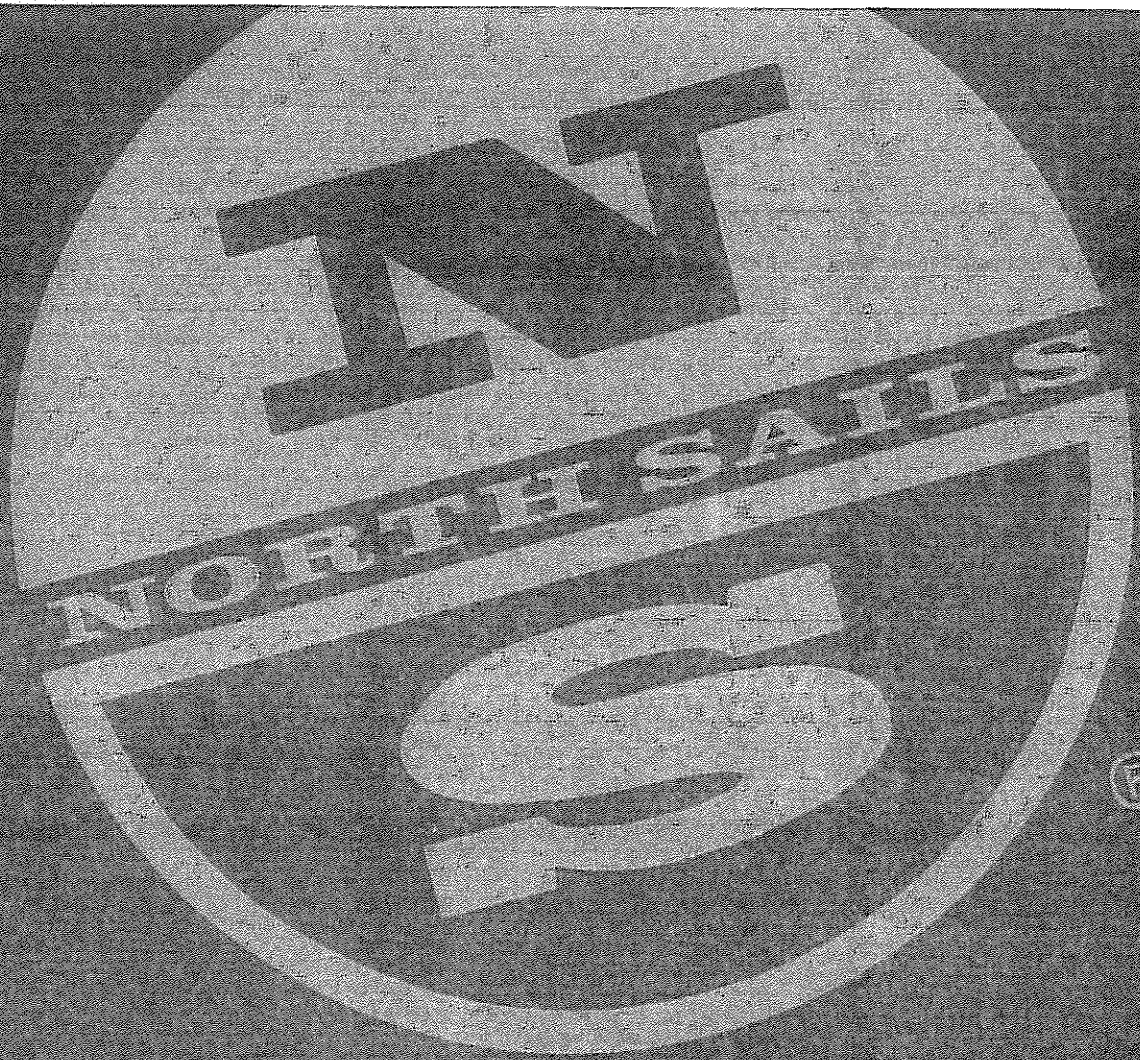
cours

date

| heure | log | vent<br>direction<br>apparente | vitesse<br>relative<br>direction | réelle<br>vitesse | réelle | cap/course |                | vitesse | courant |        | voile<br>gite | point<br>de tire | voiles | baromètre | LORAN |
|-------|-----|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------|------------|----------------|---------|---------|--------|---------------|------------------|--------|-----------|-------|
|       |     |                                |                                  |                   |        | baré       | sur le<br>fond |         | établi  | dérive |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |
|       |     |                                |                                  |                   |        |            |                |         |         |        |               |                  |        |           |       |

Remarques:





# How do Sails Work?

ARTICLE  
BY PAUL BOGATAJ

[OneDesign.com](http://OneDesign.com)

All About One-Design Sailing.



leading = upwind  
trailing = downwind



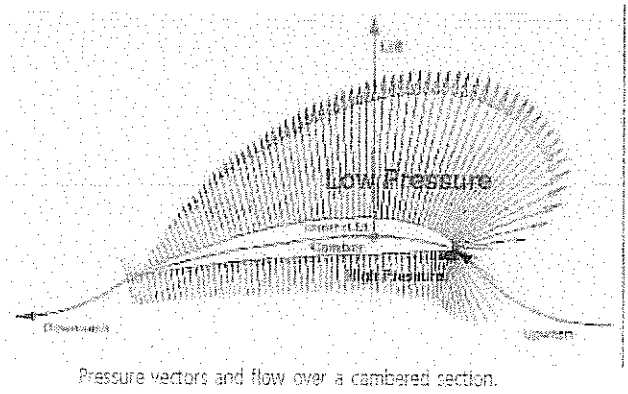
Sails are wings that use the wind to generate a force to move a boat. The following explanation of how this occurs can help understand how to maximize the performance achieved from sails.

**Sails are Flexible Wings.** It is useful to recognize what a typical sail is. They are normally built from a flexible material in order to allow the sail to work with the wind on either side to allow tacking. This is a significant restriction that prevents many shapes from being built because they would not be able to support themselves in the wind. This leads to the traditional triangular planform of sails, since the material below has to hang from the material above, which eventually is reduced to a point at the top of the mast. So, the problem becomes how to build and operate a flexible sail in the wind to produce a substantial force component to move the boat.

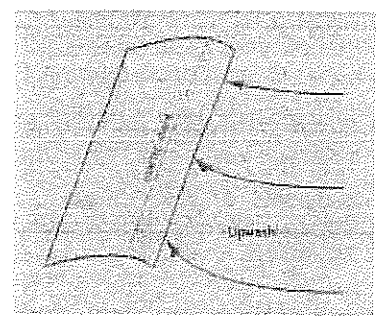
As the restriction that sails support themselves is diminished (full battens and stiffer materials for example), sails can evolve to be more efficient. Their appearance then becomes more wing-like and less sail-like. Analyzing how a sail works as a wing is useful, not just for modern sails that look more like wings, but also for very traditional sails that, while they look like sails, operate very much like wings.

**Velocity and Pressure.** Flow accelerates over the top surface of an airfoil, either because it is at an angle to the flow, or because the top has more curvature than the bottom, or both. When a fluid (like air or water) is accelerated, the pressure that it imparts on an adjoining surface decreases. This lower pressure pulling upward on the upper surface of a wing produces lift.

**Camber.** If the thickness of an airfoil is ignored, it can be reduced to a thin curved line defining the camber. The shape of this camber line determines the amount of lift produced at a fixed angle of attack. Since a sail has essentially no thickness, it exists only as camber. The flow over the convex leeward side has reduced pressure (through accelerated flow) and the flow over the concave windward side has increased pressure (through decelerated flow). The difference in pressure across the sail holds the flexible sail into its cambered shape and produces force to pull the boat.



**Upwash.** An airfoil developing lift causes the flow approaching it to bend upward. This is because the lower pressure on top of the airfoil pulls air up toward it. This upward change in flow angle is called upwash.



Upwash increases outboard due to sweep.

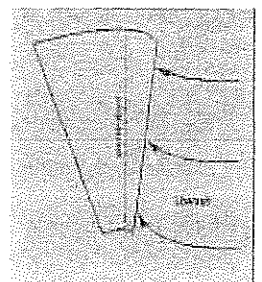
**Planform Effects.** The planform of a wing is defined by the shape of the leading (front) and trailing (back) edges.

In addition to the upwash that an airfoil causes on itself due to the lower pressure on top influencing more air to flow over it, additional upwash occurs due to changes in the planform of the wing. This is because, just as the low pressure on top of the wing influences the air some distance upstream to move upward toward it, that low pressure also influences air a similar distance away in the spanwise direction to alter its direction. This causes variations in upwash along the span of the wing on adjacent sections.

**Sweep.** The sweep of a wing is defined as the angle between a line perpendicular to the flow and a line (called the quarter-chord) passing through the 25% chordwise (luff to leech) positions along the span. The 25% chordwise position is chosen because, typically, the load on a section can be thought of as being centered there. This is because an airfoil generates much more lift in its forward portion than it does aft, so using the quarter-chord line as a reference is a convenient manner to characterize the sweep of a wing.

Sweep has the effect of increasing the upwash on the outboard wing sections. As a wing is angled aft, flow over the outboard sections must pass by the low pressure on top of the wing sections immediately inboard and forward. The close proximity of that low pressure to the air just outboard causes the outboard flow to turn upward more, resulting in higher upwash on the outboard wing.

**Taper.** Taper is defined as the ratio of the chordlength of the tip divided by the chordlength of the root. For sails, where the head tapers to nearly a point, the taper is extreme (zero), resulting in a triangular planform.



Upwash increases outboard due to taper.

A tapered wing has a much shorter tip section than root section. As the wing tapers, lift



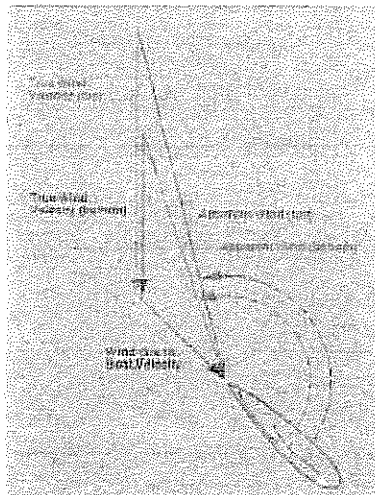


produced by the shorter outboard sections is less because they have less surface area to support lift. Since the outboard sections are smaller than the inboard sections, they are significantly influenced by the larger wing just inboard. Air approaching the outboard portion of the wing is deflected by the low pressure on top of the larger inboard wing that is still generating a large amount of lift only a short distance away. The close proximity of that low pressure to the outboard wing causes the flow to be pulled upward additionally over the outboard wing. Hence, the smaller outboard sections operate with higher upwash. This enhances the amount of lift that they produce but does not make up for their loss of area.

**Flow Conditions in Earth's Boundary Layer.**

Identifying the flow conditions that sails operate in is very useful for understanding how they work. The wind blows over the surface of the earth and, as with any fluid flowing over a surface, has friction with it. This friction slows the air closest to the surface and through shear causes the air immediately above it to slow some, too. This effect continues upward until at some distance above the surface the air is all moving at a similar speed.

This behavior is called the boundary layer. While it occurs at a very small scale in the water flowing along the surface of hulls and keels, it occurs at quite a large scale in the air flowing over the earth. This means that the true wind speed is increasing up the entire height of a mast.



Flow twist due to vertical velocity gradient.

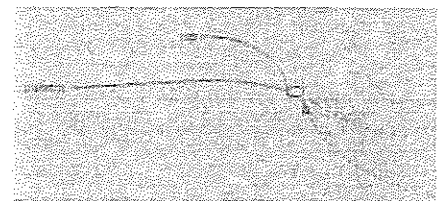
**Apparent Wind.** Apparent wind is the wind velocity experienced by the sails on a moving boat. This is the wind speed and direction that can be directly measured (felt) from the boat while it is moving. It is a combination of the true wind and the wind generated by the motion of the boat. The figure shows how these two wind components are added to create the apparent wind.

Notice that the apparent wind vector at the bottom of the rig, where the true wind speed is slower, is shorter (slower) and angled from a more forward direction, than the apparent wind vector at the top of the rig, where the true wind speed is faster. The true wind is coming from a single direction in this example, but varies in speed with height

due to the earth's boundary layer. This variation in true wind speed not only causes the variation of apparent wind speed with height, but also its variation in angle. This is because all of the mast and sail are moving at the same speed and in the same direction as the boat across the moving air. Since the wind solely due to the movement of the boat is identical at all heights, the apparent wind speed and direction resulting from its addition to different true wind speeds at various heights is different.

While in this example the true wind velocity only varied in strength with height, it is possible that a variation in true wind direction can occur with height. In that situation, each tack will experience different apparent wind twist than the other.

**Twist.** Since the flowfield that a sail experiences is twisted due to the movement of the boat through the earth's boundary layer, the sail needs to incorporate



Effect of twisted apparent wind and upwash on sail's twist.

some twist in order to fly in that flowfield. The increase of apparent wind angle with height is a factor that influences a sail to fly in a twisted manner, where the top is angled more off-center from the boat than the bottom. Other factors affecting how much twist is appropriate are sweep and taper as they alter the amount of upwash along the span of the sail.

**Isolated Sails.** A mainsail by itself (cat rig) is tapered, but if the mast is close to vertical is actually swept forward. Recall that sweep is measured relative to the 25% chord line, which in the case of a tapered sail on an upright mast is angled forward. In this case, the forward sweep would have somewhat of a canceling effect on the increased upwash due to taper. The actual degree of upwash depends on the magnitudes of taper, sweep, and aspect ratio (height/width) of the sail. The sail still operates in the twisted flowfield caused by the boat moving through the earth's boundary layer, so an amount of twist would be appropriate. Raking the mast back increases sweep and will cause additional upwash on the top of the sail, necessitating more twist to the sail.

Genoas and jibs are very tapered and swept. Those two features, combined with the already twisted apparent wind, cause significant upwash toward the head of the sail.

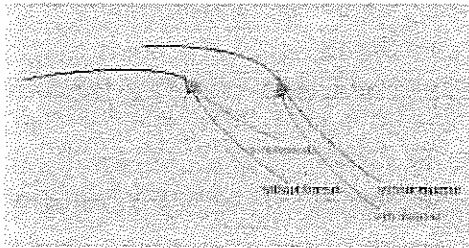
**Sails in Combination.** Each sail by itself is much simpler than the combination of a foresail and mainsail as in the sloop rig. The sails are operating so close to each other that they both have significant interaction with the other. The most interesting feature of this is that the two sails together produce more force to pull the boat than the sum of their forces if they were each alone.





Earlier, upwash was identified as the increase in flow angle immediately upstream of a wing. There is also a corresponding change in angle, called downwash, just behind a wing, where the flow leaving

the wing has been turned to an angle lower than the original flow. This is the cause of the well known "bad-air" that a boat just to windward and behind another boat experiences.



Upwash variations due to presence of the other sail.

The mainsail of a sloop rig operates in the downwash of the forward sail, causing the flow angle approaching the mainsail to be significantly reduced from what it would be otherwise. This decreases the amount of force that the mainsail produces. The observed affect commonly referred to as "backwinding" is partially a result of downwash from the foresail, but is also due to the higher pressure on the windward side of the genoa being very close to the forward, leeward side of the mainsail, causing the flexible material of the mainsail to move away from that higher pressure.

The foresail of a sloop rig operates in the upwash of the mainsail. The wind as far upstream as the luff of a genoa is influenced by the upwash created by the mainsail. Hence, a jib or genoa in front of a mainsail has a higher flow angle than it otherwise would have by itself, causing an increase in the amount of force that the forward sail produces. So, while the mainsail is experiencing detrimental interference from the foresail, the foresail benefits from the interference of the mainsail. Notice that more air is directed around the curved leeward side of the foresail. This causes higher velocity (lower pressure) and more force. The net result is that the total force of the two-sail system is increased, with the foresail gaining more than the mainsail loses.

There is a converse affect to a windward boat receiving "bad air" (downwash) from a boat ahead and to leeward. A leeward boat gains additional upwash ("good-air"?) from a boat just to windward and slightly behind that acts like a lifting windshift until it moves ahead of the windward boat. This is the same phenomenon from which a foresail of a sloop rig benefits.

Another consequence of the difference in flow angles that the two sails experience in each others' presence is that the mainsail must be trimmed to a much closer angle with the boat's centerline than the foresail, which is able to be trimmed to a lead position well outboard. This angle represents the difference in upwash on the foresail and downwash on the mainsail due to each other.

**Masthead Rig.** On a masthead rig, where the forestay is

attached to the top of the mast and both sails taper to basically zero chordlength at their heads in a similar fashion, the interference effects of the sails on each other are similar along the entire height of the mast. The mainsail ends up being rather tightly trimmed all the way up because of the genoa's downwash, and the genoa gains from favorable upwash all the way up.

**Fractional Rig.** A fractional rig has the more complicated characteristic that the top of foresail is not as high as the top of the mainsail. This means that the top of the foresail is very close to the front of the mainsail at a height where there is still an ample amount of chordlength in the mainsail. As the foresail luff approaches the mainsail luff, the upwash on the foresail due to the mainsail increases, because the low pressure behind the mainsail has more affect the closer the flow gets to it. This causes the top of the foresail to experience even more upwash and contributes to a fractional rig's foresail being trimmed more twisted than a masthead rig's foresail.

The top of the main on a fractional rig extends well above the foresail, leaving the upper portion of the mainsail free to experience the apparent wind without the downwash interference of the foresail. Apparent wind toward the top of the mast comes from a much higher angle, so the mainsail above the foresail experiences much higher wind angles than the lower portion of the mainsail where the genoa is causing substantial downwash. This change in flow angle with height on a mainsail is quite dramatic with a fractional rig and leads to trimming a fractional rig's mainsail with more twist than a masthead rig's mainsail.

**Flow Angles.** Reviewing all of the affects so far reveals that both sails experience increasing flow angle with height. The foresail operates in the twisted flow of the apparent wind, with upwash induced by itself due to taper and sweep, and in the upwash field of the mainsail. The mainsail is operating in the same twisted apparent wind, with additional upwash caused by its taper, but somewhat lessened by its forward sweep. It is also flying in the downwash field of the foresail, which is probably twisted because the foresail flies in a twisted fashion. This is particularly exaggerated with a fractional rig.

**Sail Shape.** With the flow directions established, it is now useful to consider the ramifications of sail shape. Previously, it was stated that a sail section exists solely as camber. Now it is interesting to explore the differences in camber that are possible and what would be most beneficial.

Since a sail is constructed of flexible material, its cambered shape is supported by the pressure difference that it generates. It follows that the leading edge entry angle of the sail must be reasonably aligned with the incoming flow angle. If the entry angle is too high the sail will luff, and if it is too low the sail will stall, since the flow would be







required to turn an impossibly sharp corner around the luff. It is also apparent that the entry angle should increase with height to match the twisted flowfield. There are two remaining issues. Where should the trailing edge be, which defines the angle of attack at each height, thus twist? What path to take to get there, or what should the specific cambered shape of the sail be?

The trailing edge location in relation to the leading edge locations establishes the angle of attack of a particular section. Lift increases proportionally with angle of attack, so, since a sailboat is trying to extract as much force as possible from the wind (until overpowered into heeling too much), it would seem best to position the trailing edge (leech) as close to the boat's centerline as possible. This would achieve the highest angle of attack and hopefully the most lift, but unfortunately the ability to trim a sail to unlimited angles of attack is not possible.

**Separation and Stall.** Eventually at some angle of attack, sail sections (and airfoils) experience stall. This occurs when the air flowing around the leeward side of the sail no longer travels on the surface of the sail. The flow separates from the sail resulting in a large loss in lift. Depending on the shape, stall can occur abruptly with a small increase in angle of attack, or more gradually with some indications that the flow is separating from the surface at specific locations first. This is easily seen using telltales (tufts of yarn) that swirl erratically when the flow departs from the desired direction instead of streaming aft when the flow is attached to the sail.

Separation occurs simply because the pressure gradient that the flow is trying to pass through is too extreme. Recall that lift is generated because the flow accelerates around the convexly curved leeward surface of the sail creating low pressure. Eventually, as the flow approaches the back of the sail, the flow must slow down to near its original speed and pressure, since after it leaves the sail it will return to its original state when the sail is no longer there to influence it. This is referred to as pressure recovery.

Another way to think about this is that when air flowing over the leeward side of the sail and air flowing over the windward side of the sail reach the trailing edge, they must have the same pressure, as there will not be anything in between anymore to enable maintaining different pressures. It does not mean that two particles of air that start at the leading edge and travel along different sides of the sail will arrive at the trailing edge at the same time (a common misconception). It simply means that the pressure of air flowing off the top right at the trailing edge of the sail will be equal to the pressure of air flowing off the bottom. This must be true since they are coincident there. That pressure is generally close to the original pressure of the

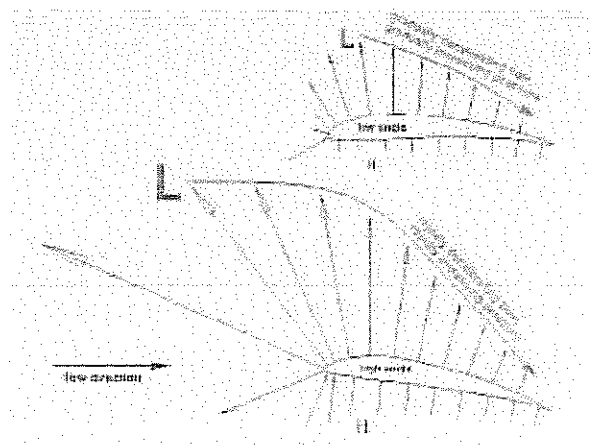
flow prior to being disturbed by the sail.

So, accelerated flow around the leeward side slows down toward the leech in order to provide the necessary matching at the trailing edge as the air is returned toward its original conditions. Overall, air still travels much faster around the leeward side of the sail than the windward side.

As the flow slows down from its accelerated state on the leeward side it yields a pressure gradient along the back of the sail that is increasing from very low pressure (to produce the desired lift) to a much higher pressure toward the leech. The amount of initial acceleration (dependent on angle of attack and shape) and the length of the pressure recovery determine how steep this gradient is. When the increase in pressure that the flow is experiencing becomes too extreme, the flow no longer stays attached to the surface of the sail. It is pushed away by the higher pressure and stall occurs, yielding less lift. This happens when the angle of attack is high and/or the camber is quite deep, causing very high velocity, but necessitating dramatic slowing of the flow, too, with the associated rapid increase in pressure causing separation. It is favorable to slow the flow in a smooth fashion over a longer distance so that there is no steep rise in pressure. This happens most effectively over a long, straighter shape aft, lacking in curvature that would attempt to promote higher velocity.

**Pressure Distribution and Curvature.** As the air flows around both sides of the sail, its pressure changes with the varying local velocity caused by the curvature of the sail. With the entry angle defined by the oncoming flow direction and the angle of attack governed by avoiding stall, there are still numerous sail shapes that can be established to connect the luff and the leech.

Since the purpose of the sail is to develop force to move the boat in a forward direction, it would be most effective to have as much of the sail as possible operating with the largest possible pressure difference across it. The way to achieve that is to

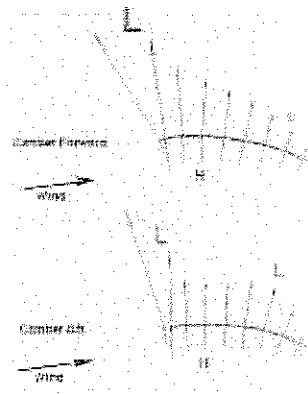


Pressure gradients around cambered airfoil at angles of attack.





accelerate the air quickly around the curved leading edge of the sail in order to generate low pressure on the leeward side close to the luff and then maintain it back over a significant portion of the sail. This is achieved by imparting high curvature to the front of the sail. Once the flow is accelerated curvature can diminish and the flow will continue quickly around the leeward side of the sail. The back of the sail needs to be flatter in order to allow the flow to gradually decelerate to avoid stall as already



Camber forward produces lower pressure forward and smoother deceleration over a long distance.

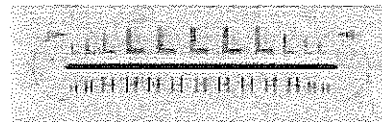
described. These details are the basic factors that define the rounded entry with forward draft (position of maximum camber depth) and straight leech profile that has proven fast in typical sailing applications.

It is evident that a sail shape with more curvature aft keeps the air accelerated longer, which may produce a higher amount of total force due to a larger region of negative pressure. The problem is that the negative pressure vectors on the aft portion of the sail are angled more aft than those toward the front of the sail, so the amount of forward force that is produced in the direction that the boat travels is less, while the amount of sideways force that contributes to heeling and leeway is greater. It is also apparent that a shape with its camber aft has a shorter, steeper pressure recovery that will lead to earlier separation and stall.

One more factor to consider is that a rounder leading edge or deeper camber, while producing more force, does so at the expense of having a higher entry angle that requires a higher apparent wind angle in order to fly without luffing. This means that the boat cannot be sailed as close to the wind, which explains why spinnakers can be so full and deep, but becomes a tradeoff when setting an upwind sail. Producing more force versus sailing at a higher angle becomes a subtle optimization. It requires the proper balance between a full, curved leading edge to accelerate the flow, and a flatter, subtly curved leading edge that does not produce as much low pressure to pull the boat but does allow the boat to sail closer to the wind. Boats that sail fast with large amounts of sail area will favor flatter sails than slower boats with less sail area that need to develop more power to move the boat.

**Induced Drag.** Another factor that must be considered is induced drag. This is the drag that a wing generates when it creates lift. Over most of a wing, the low pressure above the wing is kept isolated from the higher pressure underneath by the physical presence of the wing. At the tip of a wing, where the

wing ends, there is nothing preventing air from flowing around the wing tip from the high pressure beneath to the lower pressure above. This results in the standard tip vortex that is often seen spinning off the tips of airplane wings and flaps. When the flow takes this alternate path around the tip instead of over the airfoil surface, energy is expended that does not develop lift, but does cause drag. This is called induced drag and it increases exponentially with lift, so a wing, such as a sail, that is producing substantial lift, experiences much more induced drag than a wing that is producing a lesser amount of lift.



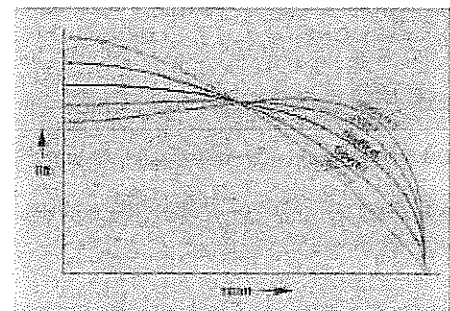
Rear view of a wing showing formation of wingtip vortices as air flows from high pressure below to low pressure above.

The most effective way to minimize induced drag is to increase span, as induced drag is inversely proportional to the span squared. Highly efficient airplanes like gliders have very high span for the amount of lift they are producing. Winglets are a way to create the effect of higher span without actually increasing the physical span. They are useful when there is an artificial constraint on wingspan (like a draft limitation on a keel).

**Spanload.** Beyond being heavily dependent on the amount of lift, induced drag is also dependent on how that lift is produced. It has already been explained how taper and sweep affect the upwash along the span of a wing by causing sections along the wing to have different lift levels. Also, varying the amount of camber and the angle of attack of sections along the wing will influence how much lift is generated at various spanwise locations. The distribution of lift along the length of the wing is called the spanload.

It has been found for an isolated wing in untwisted flow that the spanload with the minimum induced drag is an elliptical distribution of lift. This is achieved on an untwisted, unswept wing with an elliptical distribution of area and the same section along its entire span. A spanload can be altered in several ways.

**Tapering** the wing causes the lift to be reduced outboard because, while more upwash is produced and the outboard



Spanload variations due to outboard feature





sections are loaded more, there is less area to generate lift outboard. Sweeping the wing aft increases the upwash outboard and the lift there because the area is the same and operating at higher angle of attack. Twisting the outboard wing to higher or lower angles will increase or decrease the outboard lift levels, respectively. Finally, adding camber to the outboard wing sections will increase the amount of lift that they produce.

All of these features can be used to modify the spanload with each of the resulting spanloads producing different amounts of induced drag for the same amount of total lift. This is because induced drag is a consequence of how the lift being produced by the wing deteriorates at the wing tip. A wing tip, since it has no more wing outboard of it, cannot sustain lift because it cannot support a pressure difference. Thus, the lift at the very end of a wing must be zero. The inboard portion of the wing produces a significant amount of lift that must diminish toward zero approaching the wing tip. The manner that the lift decreases toward the tip defines the shape of the spanload, and it is the character of that lift distribution that establishes the amount of induced drag.

The exact shape of the optimum spanload for sails in a twisted flowfield varies somewhat from the simple ideal elliptical spanload. Since the flowfield is twisted in a manner that lift toward the top of the sail is oriented more in the direction of the boat than the bottom of the sail (because lift is produced in the direction perpendicular to the local flow direction), it follows that the ideal spanload in twisted flow conditions will be even more highly loaded toward the top than the simple elliptical lift distribution that is optimal for untwisted flow. The extremely tapered planform of typical sails yield spanloads with much less lift toward the top than the elliptical spanload, so are less than optimal. While a genoa has considerable sweep to help reload its top sections, it has very little sail area near its head to develop lift. A mainsail without sweep, particularly on a fractional rig where the top of the mainsail is above the influence of the foresail, does not generate enough lift toward the top to approach the elliptical spanload.

Increasing the chordlength of the top of the sails would be an effective way to create additional lift toward the top and attain a loading closer to optimal. This has been demonstrated to be beneficial through the use of full-length battens, but is not always allowed. Another way to increase the lift levels toward the top of sails is to provide additional camber toward the top to boost the lift being produced up high. Increasing the angle of attack, through decreasing twist, would also increase the loading at the top, but the limitation of stalling the top sections must always be minded, so the sail needs to maintain a certain amount of twist because of the inherently twisted flowfield. It is

highly likely that the optimum lift distribution to minimize induced drag is not achieved with typical sails.

**Setting Sail.** Recognize that the objective of the sails is to create force to pull the boat, but that there can also be a constraint on heel. At some point the stability of the boat or weight of the crew cannot keep the boat sailing at an angle that does not compromise performance, so just using the sails to produce the most force possible is not necessarily the fastest procedure.

In lighter winds, when the sails are struggling to extract enough force from the wind to move the boat fast, the sails should be set such that every section along the height of the sail is working to produce high lift, especially the top sections in order to minimize induced drag. When the wind builds beyond a level that the sails' force causes the boat to heel too much, the sails' characteristics must be modified. There are several options.

Reducing the amount of camber in the entire sail will decrease the amount of force the sail produces, as will decreasing the angle of attack of the entire sail. Implementing these adjustments over the entire sail may or may not be the best alternative for the windier conditions. They reduce the amount of force generated by the sail, but that force is still centered at a similar height. In order to reduce the heeling moment created by the sails to a satisfactory level, the amount of force may decrease to a level that does not pull the boat very fast anymore.

Another approach is to reduce the lift produced by the top of the sail. Reducing the camber of the top of the sail, and/or reducing the angle of attack of the top of the sail through additional twist will affect the sail's force such that the remaining force is centered lower down. A similar reduction in heeling moment as simply reducing the entire sail's force can be achieved through depowering the top of the sail, but while maintaining more total force to pull the boat. The force is centered lower as the bottom of the sail is still trimmed in a fashion that generates substantial lift. This method has the compromise of deviating further from the desired elliptical spanload, as the lift distribution diminishes much more rapidly toward the top of the sail, and causes higher induced drag. The question becomes whether the remaining higher sail force offsets the additional drag component.

A parallel situation occurs with airplanes. Airplanes are not designed to fly with the optimal spanload that yields minimum induced drag because the higher outboard load on the wing would require that the wing be made stronger, hence heavier, to carry that load. It is more efficient to build the airplane lighter and generate more lift on the inboard wing and accept a little more induced drag. This is the same tradeoff that a sailboat experiences in strong wind when heeling becomes a factor and results in a similar, less than optimal spanload in order to maximize performance.

**Pointing.** With all of these scenarios, the angle that the





boat is able to sail to the wind is always a consideration, too. If the angle of attack of the entire sail is decreased, much of it may backwind or luff and the boat may make very little progress due to lack of power. This is a consequence of the original restriction that sails be flexible. The boat can be turned away from the wind in order to fill the sail but that causes the sail to load again and the boat to heel too much making this a less viable option (except to avoid sailing too directly into waves). The component of the boat's speed in the windward direction must be accounted for when considering course variations. Twisting or decambering the top of the sail keeps the bottom of the sail still trimmed at an effective angle of attack, continuing to produce force and allowing the boat to be sailed at a closer angle to the wind.

The correct solution is generally a combination of the various adjustment options and will vary with wind speed and sea conditions. It is also dependent on the characteristics of the boat and rig, and the trim controls available (and probably even with the time interval with which the wind velocity is varying as some adjustments are made more quickly and easily than others). Hopefully, by understanding the lift producing characteristics of the sails and how to manipulate them, a sailor can continually alter the sails in order to produce the most effective force to move the boat in the intended direction.

**Summary.** It is evident that sails are flexible wings, operating in a twisted flowfield, and in the presence of each other. They produce force by accelerating air over their curved leeward side causing lower pressure on that side of the sail that acts to propel the boat. Camber and angle of attack can be controlled along the span in order to produce lift in many possible ways, some more favorable than others. Stall and luffing provide an upper and lower limit on the useful angles of attack. Taper and sweep affect the upwash of flow approaching the sails beyond the influence of the twisted apparent wind caused by the boat moving through the earth's boundary layer.

*Copyright 2001-2002 Paul Bogataj. All Rights Reserved.*

*Paul Bogataj is an aeronautical engineer, specializing in sailing applications. He was responsible for appendage development for Team Dennis Conner and Young America in the 1995 and 2000*



*America's Cups, respectively. He approaches sail and keel design from the perspective of using advanced aerodynamic technology and methods that have been developed for the aircraft industry. He previously worked for Boeing, but currently consults independently for a variety of sailing design projects.*

*He has employed his knowledge of how sailboats function to win the North American Championship of two different classes, and numerous fleet and district championships. Paul combines his practical understanding of sailing from his experience as a successful racing sailor with his awareness of fluid dynamic principles as an engineer to provide explanations of how sailboats work that are understandable to the average sailor.*





1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

ANNEXE

bateau \_\_\_\_\_ date \_\_\_\_\_  
 course \_\_\_\_\_ heure \_\_\_\_\_  
 catégorie \_\_\_\_\_ nom \_\_\_\_\_ règle \_\_\_\_\_ location \_\_\_\_\_

**départs**


avertissement \_\_\_\_\_ départ \_\_\_\_\_


course \_\_\_\_\_

catégorie \_\_\_\_\_


pavillons


rappel


individual  blanc  
 bleu


général  blanc  
 blanc


variations

jaune  blanc  
 bleu

jaune  blanc  
 bleu

rouge  blanc  
 bleu

trajet raccourci  blanc  
 bleu

trajet inversé  blanc  
 bleu

positions:

avant \_\_\_\_\_

au mât \_\_\_\_\_

drisses \_\_\_\_\_

au winch \_\_\_\_\_

aux écoutes \_\_\_\_\_

écoute de grand-voile \_\_\_\_\_

barreur \_\_\_\_\_ tacticien \_\_\_\_\_

capitaine \_\_\_\_\_ cuisinier \_\_\_\_\_

**course**

prévu  annoncé

de—à magnétique identité

marque 1 départ \_\_\_\_\_

marque 2 \_\_\_\_\_

marque 3 \_\_\_\_\_

marque 4 \_\_\_\_\_

marque 5 \_\_\_\_\_

marque 6 \_\_\_\_\_

marque 7 arrivée \_\_\_\_\_

**quarts:**

tribord \_\_\_\_\_ babord \_\_\_\_\_

capitaine \_\_\_\_\_ capitaine \_\_\_\_\_

**arrivée**

location \_\_\_\_\_

course \_\_\_\_\_ heure \_\_\_\_\_

**almanac:**

date \_\_\_\_\_ soleil levé \_\_\_\_\_ marée haute \_\_\_\_\_

couché \_\_\_\_\_ basse \_\_\_\_\_

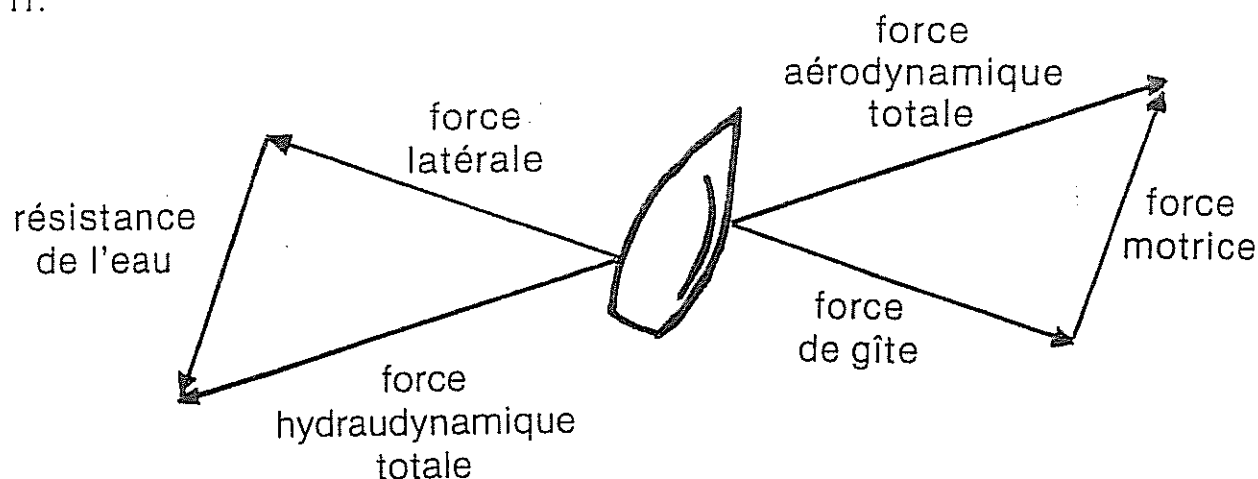
remarques:

*Notes*

## RÉPONSES

### Principes de base

1. Sur un bord de près, la quille empêche le bateau de dériver puisqu'elle résiste à la portance des voiles. En plus, le lest contrebalance la gîte. Au vent arrière, la quille stabilise et diminue le roulis.
2. Le vent créé par le déplacement.
3. Lorsque la vitesse du bateau atteint la vitesse du vent réel. Le vent apparent tombe à zéro et les voiles se dégonflent.
4. La courbe du guindant, la formation de panneaux et l'étirement.
5. Une forme avec le creux à l'avant est moins délicate et exigeante. Elle pointe moins dans une mer calme qu'une coupe dont le creux est plus reculé, mais elle est plus facile à manoeuvrer dans une mer agitée puisqu'elle a moins tendance à décrocher.
6. De 12 à 14%
7. a
8. a
9. a. b  
b. b
10. a. 15  
b. 10  
c. 6  
d. Le vent apparent se déplace temporairement vers l'avant (refus de vitesse) et est moins fort. Lorsque le bateau ralentit, le vent revient à sa position initiale.
- 11.



12. a.  $16^\circ$ . Le maximum de la courbe de portance.  
b. Les penons sous le vent sont mous. La voile est donc décrochée.  
c.  $3^\circ$ . Le maximum de la courbe du P/R.  
d. Les deux penons flottent dans le vent.

## Le réglage du génois

1. L'écoute du génois.
2. La position longitudinale du point de tire et la tension de l'écoute.
3. Les penons du guindant.
4. Le tension de la drisse et le mou de l'étai.
5. La distance entre l'intersection de l'étai et du pont et la partie avant du mât.
6. L'angle d'attaque du génois est l'angle que la voile forme avec le vent et n'est pas nécessairement affecté par son angle avec l'axe du bateau.  
 Border le point de tire vers l'intérieur n'agrandit pas l'angle d'attaque, mais permet au barreur de pointer davantage. Les penons sont les meilleurs indicateurs de l'angle d'attaque, ils peuvent être modifiés par la barre.
7. L'angle de point de tire détermine l'efficacité du génois qui à son tour est déterminé par l'efficacité de la quille et de la surface de voile. Les bateaux de course peuvent se permettre d'avoir des angles d'écoute plus étroits et bénéficier ainsi de la plus grande facilité à pointer.
  - a. Un guindant mou altère la facilité à pointer car le guindant est plus rond; l'angle de tire et l'angle d'attaque sont plus larges afin d'empêcher la voile de fasseyer.
  - b. Le mou du guindant peut cependant augmenter la facilité à pointer dans une mer agitée et des vents légers ou moyens. Le mou augmente le creux et la puissance. Dans des vents légers, le mou du guindant peut augmenter suffisamment la vitesse du bateau pour améliorer la performance de la quille et diminuer la dérive. Au près, un bateau dont le guindant est mou pointe moins, est plus rapide et dérive moins qu'un bateau dont le guindant est tendu.
8. Raccourcir la bordure améliore la capacité du génois à pointer car son allongement est plus grand. Des profilés à grand allongement sont plus performants (comparez l'allongement d'un albatros et d'un pigeon).
9. T
10. T
11. F. Le génois est décroché mais ajustez-le en remontant au vent.
12. F. Tout à fait l'opposé.
13. F. En fait, la différence n'est que de 1%.
14. et 15

|      | Creux | Localisation<br>du creux | Courbe<br>du guindant |
|------|-------|--------------------------|-----------------------|
| no 1 | 18%   | 38%                      | ronde                 |
| no 2 | 17%   | 46%                      | fine                  |
| no 3 | 16%   | 41%                      | moyenne               |
| no 4 | 14%   | 46%                      | ronde                 |
| no 5 | 19%   | 40%                      | ronde                 |
| no 6 | 16%   | 50%                      | moyenne               |

16. a. La drisse du génois no 2 est relâchée.
  - b. Génois no 1
  - c. Génois no 2
17. Génois no 5
18. a. Le pataras du génois no 6 est plus tendu.
  - b. Le génois no 5
  - c. Le génois no 6
19. Le point de tire est trop reculé. Le devers est trop grand et la bordure est trop plate.

### Réglage du mât

1. La mollesse de l'étai et le cintrage du mât.
2. Le cintrage du mât
3. La mollesse de l'étai.
4. Au vent, vers l'arrière.
5. L'inclinaison latérale augmente l'ardeur de la barre en déplaçant le centre vélique sous le vent. L'efficacité de la surface de voile est altérée et augmente les charges sur les haubans au vent, de façon parfois alarmante.
6. Donner une quête vers l'arrière augmente le cintrage, à moins que vous reculiez les étambrais ou avanciez l'emplanture.
7. Non. Les charges du gréement seront tellement fortes qu'elles ramèneront le mât à 90°.
8. a. Il faut premièrement vérifier si les diagonales des galhaubans ( $D_1$ ) sont trop serrées, car elles pourraient alors déplacer la moitié supérieure du mât au vent, créant ainsi l'illusion que la tête s'affaisse sur le côté. Ensuite, il faut tendre les galhaubans ( $V_1$ ,  $V_2$  et  $D_3$ ) pour que les haubans sous le vent soient tendus à 20° de gîte.
  - b. Prenez le mou sur la bastaque pour stabiliser le mât.
9. Naviguez au près dans 18 noeuds apparents avec un génois no 1 et la grand-voile. Relâchez le pataras puis prenez graduellement de la tension et observez l'étai se tendre. Lorsque le mou est complètement disparu, le pataras donne son plein rendement.

### Le réglage de la grand-voile

1. La chute
2. Parallèle à la bôme
3. La tension de l'écoute
4. Le creux dans les 2/3 supérieurs de la voile
5. a. Diminue
  - b. La recule
  - c. L'élargit
  - d. Diminue
  - e. Augmente

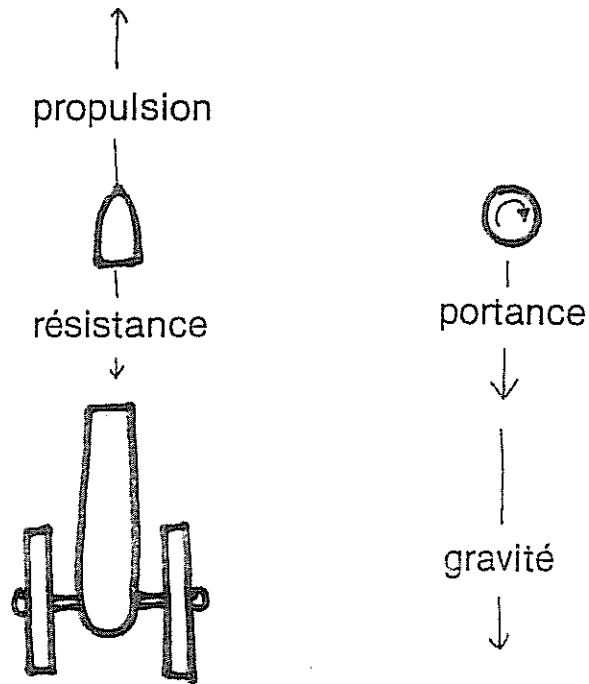
6. a
7. g
8. En cintrant le mât, en prenant un ris de fond et en bordant l'écoute.
9. En baissant le chariot de quelques pouces sous le vent et en observant les turbulences. La voile devrait être déventée uniformément.
10. Il faut vérifier l'indicateur de vitesse et votre capacité à pointer, tout en baissant le chariot jusqu'à ce que le tiers inférieur de la chute soit déventé. Si la vitesse du bateau augmente et que vous pouvez pointer autant, arisez et vérifiez la vitesse du bateau après la manoeuvre.
11. T
12. T
13. F. La tension du cunningham ouvre légèrement la chute et diminue l'ardeur de la barre.
14. F. La tension de la bordure ouvre la latte inférieure et diminue l'ardeur de la barre.
15. F. Le penon flotte dans le vent par vent fort, mais dans des vents légers ou moyens, il ne flotte que 50 à 90% du temps.
16.

|       | creux | localisation du creux |
|-------|-------|-----------------------|
| no 9  | 13%   | 41%                   |
| no 10 | 12%   | 53%                   |
| no 11 | 11%   | 50%                   |
| no 12 | 17%   | 39%                   |
17. Le cunningham du no 9 est plus tendu que celui du no 10.
18. Au no 11, le mât est cintré pour aplatir la voile et il est droit au no 12.
19. Sur un gréement fractionnel, il faudrait cintrer le mât avec le pataras ou avec le faux-étai sur un gréement en tête. Choquez le cunningham pour que le creux soit à 50-55% de l'arrière. Choquez l'écoute pour que la latte du haut soit parallèle ou un peu plus haute que la bôme et que le penon du haut flotte au vent.
20. Vent léger. La même grand-voile que pour la Speedcard de vent léger.

### Mécanique des fluides

1. Le courant turbulent est caractérisé par des courants qui suivent les contours du profilé, mais dont les couches sont mélangées.
2. Le courant libre (le courant total créé par le lancer) et le courant circulaire créé par la rotation de la balle.
3. Elles se déplacent ensemble. Le courant se déplaçant à une grande vitesse diminue la pression, tandis que la haute pression de l'atmosphère à l'extérieur des feuilles pousse les feuilles ensemble.
4. a. Oui. En fait, ce bateau a été construit en 1925 par l'ingénieur allemand Flettner sur le schooner BUCKAU. Deux cylindres de 9 pieds de diamètre et de 60 pieds de hauteur pouvaient pivoter à différentes vitesses dans les deux sens et à des vitesses jusqu'à 700 r.p.m. La portance créée était la même que pour la balle à effet. Malheureusement, les coûts étaient trop élevés. Voir les pages 194 à 198 pour plus de détails.

5. a.

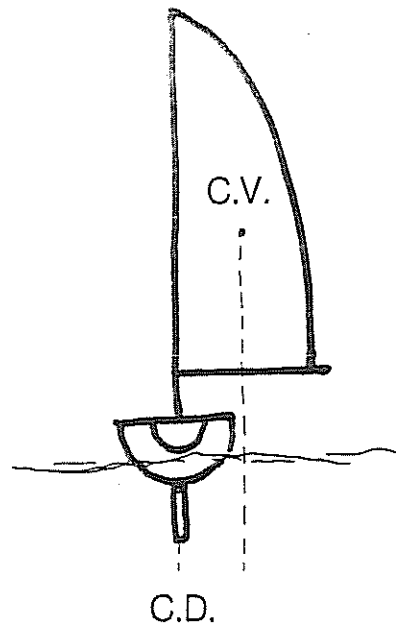


b. Le vent de travers déplace la balle au vent arrière (à l'ouest), mais la vrille crée une portance au vent arrière. Si le tireur n'a pas calculé ce fait, la balle n'atteindra pas sa cible.

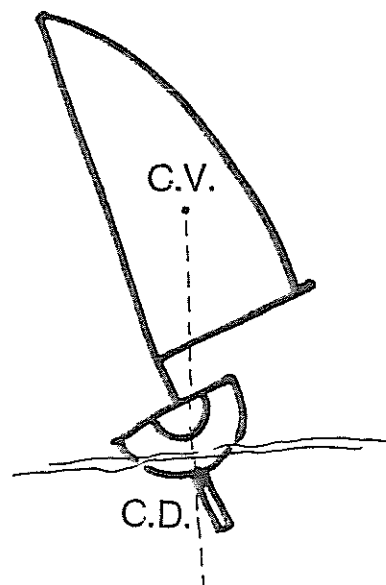
6. Le côté sous le vent.

7. 700

8. a. La barre est ardente.



- b. En faisant gîter le bateau au vent pour que le centre vélique soit en ligne droite avec le centre de dérive.



9. a. Il diminue la force du vent et le rend plus difficile à décrocher—soit les mêmes effets du génois sur la grand-voile.  
b. L'aigle déploie son alula lorsqu'il transporte une proie car il est plus lent et plus chargé.

### Réglage du spinnaker

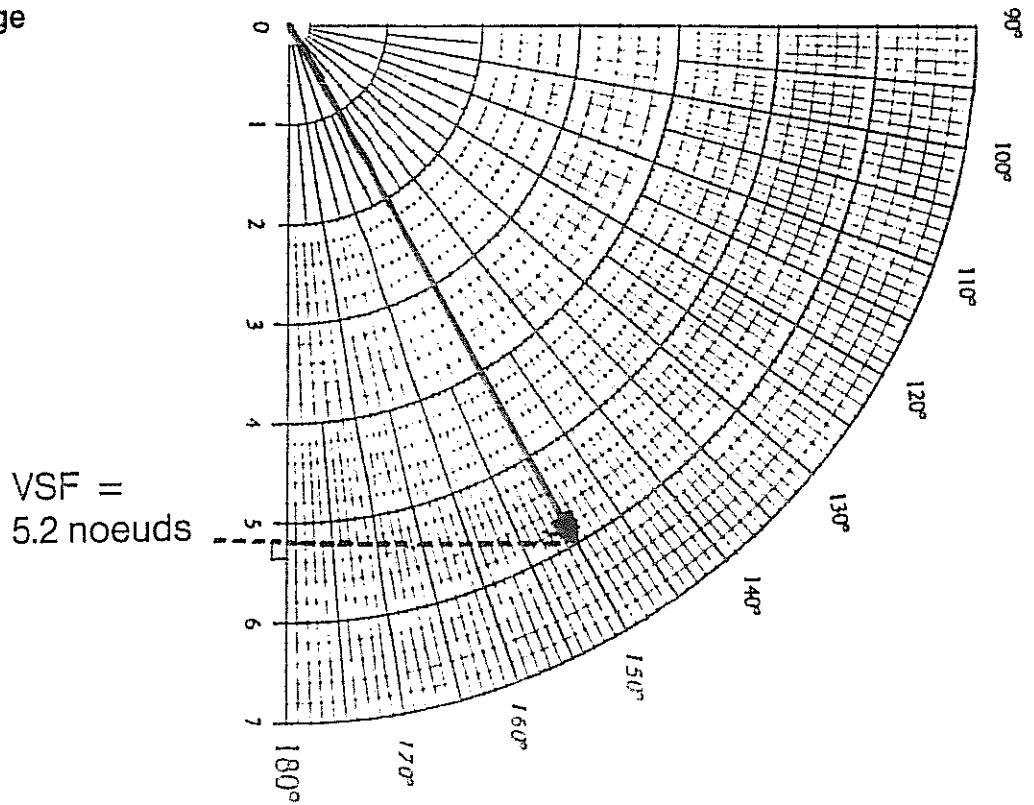
1. F. Monter le tangon recule le creux.
2. F. Le tangon est trop haut.
3. Bordez la grand-voile jusqu'à ce qu'elle ne fasse plus, mais ne décrochez pas les penons.
4. Remonter le tangon recule le creux, tourne la têtère vers l'arrière, agrandit l'angle d'attaque et ferme la chute.
5. a. En avançant le point de tire (ou en bordant l'étrangleur) pour que la bordure ait une courbe assez prononcée.  
b. Le Gamma II est plat. Le point de tire devrait donc être à la hauteur du mât.
6. Reculer le tangon au large aplatit la moitié inférieure du spinnaker, ce qui est essentiel pour le large.



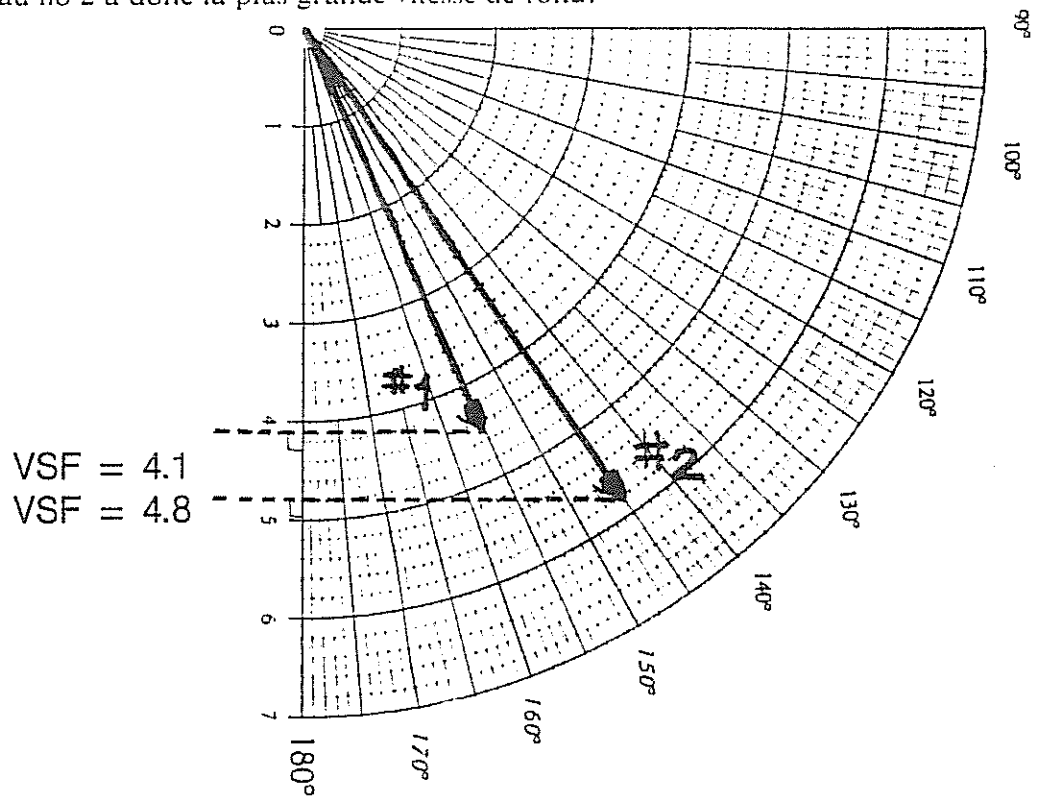
**Angles d'empannage**

- 1. Trop étroit
- 2. 0 noeud

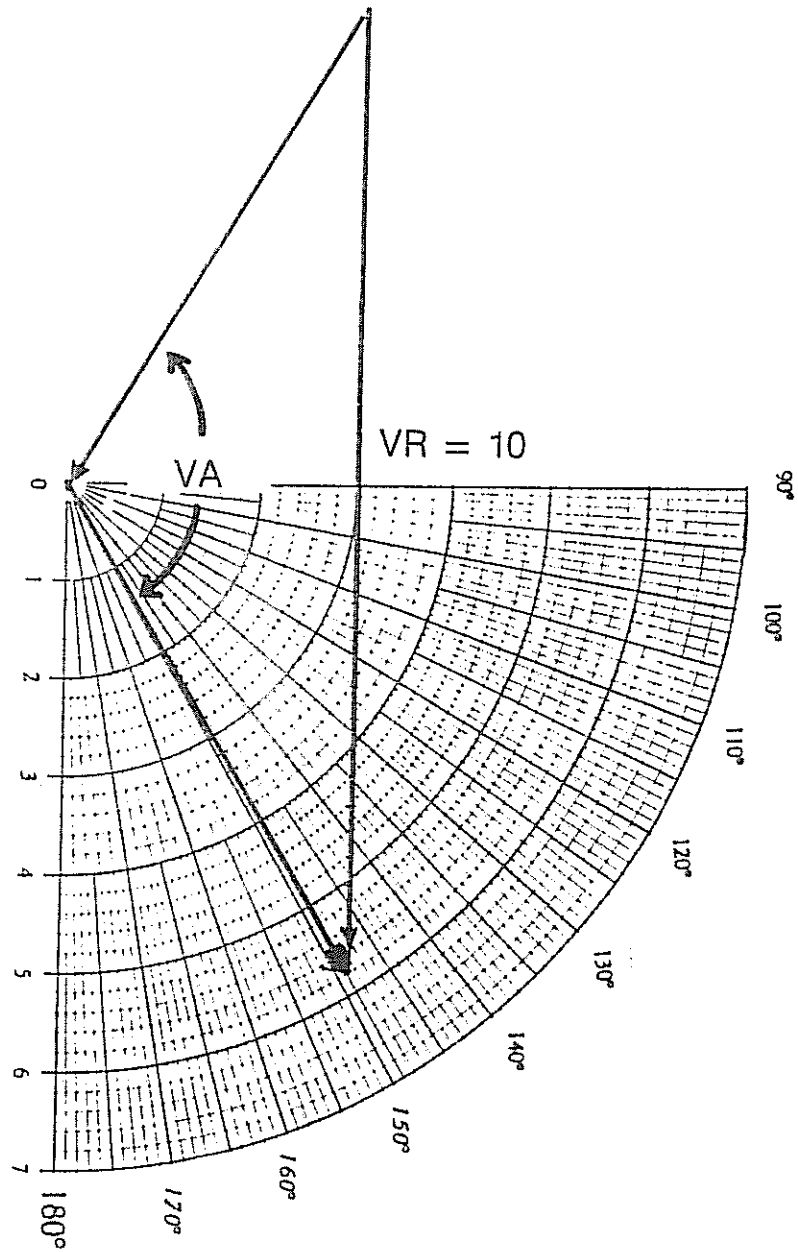
3. 5,2 noeuds

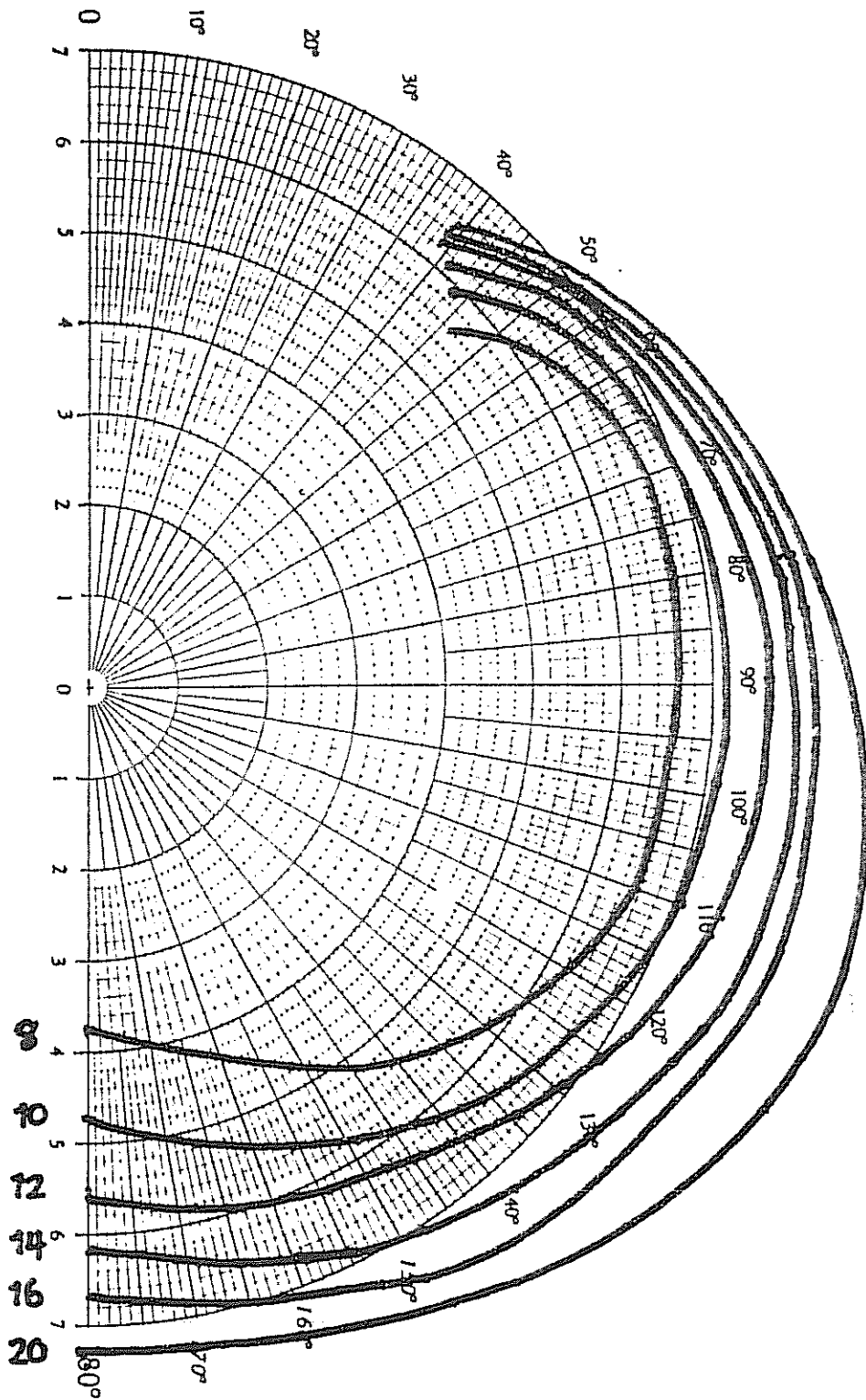


- 4. Vitesse sur le fond du bateau no 1 est 4,1 noeuds. Vitesse sur le fond du bateau no 2 est 4,8 noeuds. Le bateau no 2 a donc la plus grande vitesse de fond.



- 5.  $v_r = 149$
- $v = 5,8$  noeuds
- $v_{sf} = 5,0$  noeuds





1

## GLOSSAIRE

Certains termes sont traduits en anglais entre parenthèses pour faciliter la compréhension des navigateurs qui utiliseraient certains termes anglais plutôt que français!

*Abattre.* Au près, naviguer à une plus grande vitesse et à un angle de virement de bord plus large que normal.

*Allongement (aspect ratio).* La hauteur d'une voile ou d'une quille divisée par sa largeur.

*Angle de bord d'attaque (leading edge angle).* L'angle qu'une tangente du bord d'attaque d'une voile forme avec la corde (exprimé en degrés).

*Angle de tire du génois (genoa lead angle).* L'angle de la base d'écoute du génois avec l'axe du bateau.

*Barre ardente (windward helm).* La tendance d'un bateau à remonter au vent lorsque la barre est relâchée. Constitue l'angle de gouvernail requis pour barrer en ligne droite.

*Barre molle (leeward helm).* La tendance d'un bateau à s'éloigner du vent lorsque la barre est relâchée. Plus fréquent par vents légers.

*Biais.* La diagonale par rapport au droit fil.

*Centre de dérive.* Le centre de force des sous-oeuvres.

*Centre vélique.* Le centre de force de la surface de voile.

*Chaîne.* Les fils parallèles disposés dans le sens de la longueur du tissu.

*Chute (leech).* Le bord de fuite d'une voile. La chute de la grand-voile influence l'ardeur de la barre.

*Cintrage (bend).* La courbe longitudinale du mât.

*Cisaillement (wind shear).* La différence de force du vent entre le pont et la tête de mât. Il est causé par la friction à la surface de l'eau.

*Corde.* La ligne droite entre le guindant et la chute d'une voile ou d'un profilé.

*Couloir laminaire (laminar flow).* Courant formé de couches de fluides qui se ne mélangent pratiquement pas.

*Coupes de voiles.* Voir les figures 14 à 20 du chapitre des principes de base pour les différentes coupes de voile.

*Courant attaché.* Courant qui suit les contours d'un profilé.

*Courant déroché.* Courant détaché des contours d'un profilé.

*Courant turbulent.* Courant dont le fluide est turbulent, mélangé.

*Courbe du guindant.* La courbe du guindant d'une voile utilisée pour régler le creux. Les grand-voiles ont des courbes positives (convexes) qui donnent du creux à une voile hissée sur un mât droit. Les génois ont une courbe de guindant en forme de S pour donner du mou à l'étai.

*Couture de bordure.* La couture au bas de la grand-voile qui s'étend du point l'amure à la chute à deux pieds de la bordure. Elle sert à ajouter du creux, mais elle peut être éliminée en prenant un ris.

*Creux (depth).* Le rapport du creux de la courbe avec la corde (exprimé en pourcentage).

*Critique.* Qualificatif utilisé pour décrire un profilé qui décroche facilement.

*Débordeur (barberhauler).* Une écoute attachée au point d'écoute d'une voile d'étai afin de pouvoir changer l'angle de point de tire soumis à des charges. Aussi utilisé pour déplacer la base d'écoute à un autre point sur le pont où il n'y a pas de rail.

*Devers (twist).* Les différences de l'angle de corde d'une voile avec l'axe du bateau le long de la voile.

*Distribution de coupe verticale.* Différence de forme d'une voile à différentes hauteurs.

*Dynac.* Tissu à spinnaker en nylon blanc spécialement conçu pour diminuer l'étirement.

*E.* La distance entre la face arrière du mât et le côté avant de la bande noire sur la bôme.

*Étirement (stretch).* L'étirement temporaire ou permanent d'une voile soumise à des charges. Un tissu peut s'étirer dans trois directions: La trame, la chaîne et le biais.

*Finesse (lift-to-drag ratio).* La portance d'un profilé divisée par sa traînée. Cette formule est efficace pour mesurer la performance d'un bateau au près. Un allongement élevé signifie plus de capacité à pointer et à être rapide.

*Force propulsive (drive).* Les forces positives créées par une voile.

*Formation de panneaux (broadseaming).* Procédé utilisé pour courber le bord des panneaux avant de les coudre ensemble. Sert à donner plus de creux.

*Gréement fractionnel.* Un bateau dont le génois ou le foc ne se hisse pas en tête de mât. L'étai d'un gréement 5/6 est fixé au 5/6 de la hauteur du mât.

*Gréement en tête.* Un bateau dont le génois se hisse en tête de mât.

*Guindant perpendiculaire (LP).* Une ligne tracée entre le point d'écoute et le guindant d'un génois. Elle joint le guindant à angle droit.

*I.* La distance entre la tête de mât et une ligne droite imaginaire entre l'avant et l'arrière du bateau.

*J.* La distance entre le point d'amure du génois et l'avant du mât.

*Kevlar.* Une fibre très résistante inventée par Dupont. Utilisée pour la toile à voile, souvent combinée à du polyester et du mylar.

*Localisation du creux (draft position).* La position longitudinale du plus grand creux, exprimée en pourcentage de la longueur de corde mesurée à partir du guindant.

*Mylar.* Inventé par Dupont, le mylar est une couche de polyester issue du même matériel que le Dacron, qui lui, est un polyester tissé.

*P.* La longueur de la grand-voile sur le guindant.

*Pointer.* Au près, naviguer à un angle de virement de bord très étroit et à une vitesse plus lente que normal.

*Polyester (Dacron).* Le tissu le plus utilisé pour la fabrication des grand-voiles et des génois.

*Portance (lift).* La force créée par un profilé perpendiculaire au courant d'un fluide.

*Pré-cintrage (pre-bend).* La courbe longitudinale du mât créée par la tension du gréement et non par les charges des voiles.

*Quête (rake).* L'inclinaison longitudinale du mât.

*Ris de fond (flattening reef).* Un oillet placé à 1 ou 2 pieds sur la chute de la grand-voile. Lorsque bordé, le ris de fond élimine le devers de la bordure et aplatit le tiers inférieur de la voile.

*Résistance (drag).* Les forces contraires créées par un objet en mouvement.

*Sillon (groove).* La meilleure combinaison du réglage des voiles, de la vitesse et de la capacité du bateau à pointer.

*Sillon (slot).* La surface comprise entre le génois et la grand-voile.

*Traînée (drag).* Voir Résistance.

*Trame.* Les fils passés au travers de la chaîne (dans le sens de la largeur).

*Turbulence (backwind).* La bulle d'air dans le guindant de la grand-voile produite par le vent qui s'écoule du génois.

*Vent apparent.* Le vent créé par un déplacement.

*Vent réel.* le vent qu'on perçoit lorsqu'immobile.

*Vitesse sur le fond (velocity made good).* La composante au près et au vent arrière de la vitesse d'un bateau.

#### RÉPONSES AUX ILLUSTRATIONS DE COUPES DE VOILE (pp. 179-184)

##### Génois

1. Drisse tendue
2. Drisse relâchée
3. Speedcard du génois lourd no. 1
4. Point de tire trop reculé
5. Étai mou
6. Étai droit

##### Grand-voile

7. Speedcard de vent léger
8. Speedcard de vent violent
9. Cunningham tendu
10. Cunningham relâché
11. Mât cintré
12. Mât droit

