cement; on a alors, en appelant C_d cette nouvelle constante (*Constant for displacement*):

$$C_d = \frac{V^2 D^{\frac{2}{3}}}{F}. \qquad (5)$$

Pour des navires semblables, les aires homologues sont proportionnelles aux carrés des dimensions homologues et aux puissances deux tiers des volumes, de sorte que les formules (4) et (5) sont équivalentes pour deux navires semblables, mais pour des navires présentant deux maîtresses sections équivalentes, la formule (4) donnerait des résultats identiques, tandis que la formule (5) donnera une constante plus faible pour le navire le plus long, ce qui correspond à une augmentation de résistance.

CHAPITRE III

DU NAVIRE SOUS VOILES

§ 1. — Effet du vent sur les voiles. — Propulsion. Stabilité sous voiles.

Effet du vent sur les voiles. — *Formule usuelle.* — En appliquant à l'étude de l'effet du vent, sur les voiles supposées planes, des méthodes identiques à celles que nous avons indiquées à l'occasion des résistances des carènes, on arrive à cette conclusion que la pression du vent est proportionnelle à la surface S de la voilure, au carré de la vitesse V du vent et du sinus de l'angle α d'incidence ; on a ainsi pour expression de la pression du vent sur les voiles :

$$KSV^2 \sin^2 \alpha.$$

Enfin, on conclut de la même théorie que cette force est appliquée au centre de l'aire de la voilure entière et l'on donne à ce point le nom de *Centre de voilure.*

Ces principes sont en désaccord avec les résultats de l'expérience ; mais nous avons suffisamment fait ressortir plus haut l'imperfection des raisonnements qui ont servi à les établir, pour que cette contradiction puisse surprendre ; nous nous bornerons donc ici à rappeler que l'application de cette formule aux différents problèmes auxquels peut donner lieu l'étude de l'effet du vent sur les voiles n'offre aucun intérêt.

A défaut de formules, l'application des principes généraux de la mécanique rationnelle peut cependant donner quelques indications utiles et fournir, pour les phénomènes

que l'on constate dans la pratique, des explications satisfaisantes.

Théorème des projections des quantités de mouvement. — Lorsqu'une molécule d'air est déviée de son mouvement par une surface résistante, l'impulsion qu'elle imprime à cette surface, dans une direction donnée, ne dépend que de l'accroissement de la quantité de mouvement qu'elle a acquise dans la direction opposée, pendant qu'elle est restée en contact avec cette surface.

Si la vitesse initiale de la molécule avait une composante dans la direction considérée, il faudrait, pour obtenir le maximum d'effet, annuler cette composante ; si, au contraire, elle avait une composante dans le sens opposé, il faudrait dévier la molécule de manière à l'augmenter, c'est-à-dire orienter la surface de telle sorte que la molécule recueillie par un des bords soit déviée de sa route et abandonnée, au bord opposé, animée d'une vitesse dirigée suivant la direction opposée à celle de l'impulsion cherchée.

Si donc on veut obtenir une impulsion dans le sens de la quille, il faut orienter les voiles de manière à imprimer aux molécules d'air une vitesse d'avant en arrière, c'est-à-dire à diminuer la composante de la vitesse du vent dans le sens de la quille si le vent est sur l'arrière du travers, à l'augmenter au contraire, si la brise vient de l'avant.

Orientation des voiles, leur courbure. — La courbure que prennent les voiles sous la pression du vent accroît leur action dans une certaine mesure ; lorsqu'en effet le navire est vent arrière, la voile offre à l'air en mouvement une surface résistante concave ; or, on conçoit que, sur une surface convexe, les molécules d'air trouveraient un écoulement plus facile et s'échapperaient par les ralingues, conservant une vitesse en avant qui serait perdue pour la propulsion, et que, si on diminuait la convexité, on augmenterait la difficulté d'écoulement des filets d'air, et par conséquent, l'efficacité de la voile ; cet effet se continue encore lorsque, dépassant la forme plane, on donne à la surface résistante une forme concave ; on sait que

l'anémomètre Robinson, dont M. le capitaine de vaisseau Fleuriais a fait récemment de précieuses applications à la pratique de la navigation, est fondé sur l'inégalité des pressions que l'air et l'eau en mouvement exercent sur une calotte sphérique, offrant sa concavité ou sa convexité au courant de fluide.

Lorsque le navire est au plus près, les voiles doivent être orientées de manière à augmenter la composante arrière de la vitesse du vent, et par conséquent, de manière à détourner la vitesse d'une masse d'air en la rapprochant de la direction de la quille. La pratique montre que le point d'amure de la voile doit être orienté très près du lit du vent, la voile recueille ainsi la brise par la ralingue du vent, et lui offre une

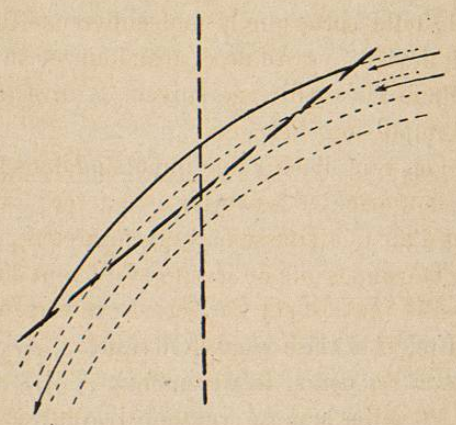

Fig. 95.

surface courbe sur laquelle sa vitesse s'infléchit en se rapprochant de l'arrière (fig. 95).

Les molécules d'air suivent alors des trajectoires analogues à celles qu'indique la figure ; toute la colonne de fluide qui reçoit ainsi une composante de vitesse dirigée d'avant en arrière, réagissant sur la voile, lui imprime des impulsions normales à sa surface en chaque point ; la résultante de toutes ces impulsions, suivant la direction de la

quille, sera d'autant plus forte qu'une plus grande masse d'air aura été déviée, et que la vitesse des molécules sortantes sera plus rapprochée de la direction longitudinale.

Si la voile était trop ouverte, les molécules d'air, s'échappant toujours du côté de la plus faible résistance, se comporteraient comme l'indique la figure 96 et une partie de l'air s'échapperait par la ralingue du vent.

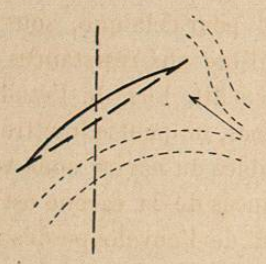

Fig. 96.

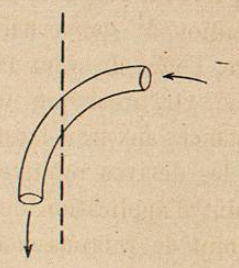

Fig. 97.

On voit que, loin de se comporter comme des plans résistants, les voiles produisent un effet analogue à celui qu'on obtiendrait en présentant à l'air des tuyaux courbes (fig. 97) dont l'orifice d'entrée serait dirigé dans le sens du vent, et dont l'orifice de sortie laisserait écouler l'air parallèlement à la quille.

Centre d'effort d'une voile. — On sait que, lorsqu'une voile est orientée obliquement relativement à la direction du vent, ce sont toujours les bras du vent qui travaillent; par conséquent, le centre d'effort d'une voile est toujours situé au vent du centre de son aire. On conçoit, en effet, que la pression de l'air doit être la moins forte aux points où son mouvement reprend sa liberté, c'est-à-dire aux points d'écoute, et que cette pression doit croître d'une manière continue depuis la ralingue de sous le vent, par laquelle l'air s'échappe librement, jusqu'à la ralingue du vent, par laquelle l'air ne peut pénétrer qu'en chassant devant lui des molécules dont la vitesse a été diminuée par l'effet de la voile.

Dans le sens vertical, le centre d'effort est probablement

situé un peu au-dessous du centre de la surface, parce que, ainsi que l'a fait remarquer M. le contre-amiral Mottez, les voiles supérieures, outre leur action propre, augmentent l'action des voiles inférieures en s'opposant à l'écoulement de l'air par les ralingues d'envergure.

Équilibre de la voilure. — Une voilure est bien équilibrée, lorsque le navire au plus près gouverne droit sans l'intervention du gouvernail. Il faut pour cela que, sous cette allure, l'effet du vent fasse équilibre aux résistances de la carène. Or, ainsi que nous l'avons dit, lors de l'étude des résistances aux translations obliques, on peut admettre que, pour les dérives relativement faibles du navire sous voiles, le point d'application des résistances de la carène est situé au point de rebroussement avant de l'enveloppe des résistances de translation; par conséquent, si, pour le navire orienté au plus près, le centre d'effort des voiles est sur l'avant ou sur l'arrière du centre des résistances obliques, le navire sous cette allure sera mou ou ardent, et la voilure sera mal équilibrée.

Nous indiquerons plus loin (*Coefficient d'équilibre de la voilure*) les règles sur lesquelles on se guide pour donner à un navire une voilure satisfaisante à ce point de vue; mais on conçoit que les dispositions prises par le constructeur ne peuvent correspondre qu'à un état moyen de chargement, et qu'il peut arriver que l'équilibre soit rompu, soit à cause d'une mauvaise distribution des poids sur un navire de charge, soit à la suite de la consommation des approvisionnements sur un navire de guerre, soit enfin à cause des circonstances de temps et de mer; il est donc nécessaire de faire connaître les moyens à l'aide desquels on peut rétablir l'équilibre, c'est-à-dire ramener le centre des résistances de la carène et le centre d'effort des voiles sur la même verticale.

On peut d'abord, par des modifications convenables dans la voilure, faire marcher ce dernier point sur l'avant ou sur l'arrière; mais si toute la toile que comporte le temps est établie,

on ne peut obtenir ce résultat qu'en diminuant la voilure, c'est-à-dire en sacrifiant la vitesse. On peut encore faire marcher le centre des résistances de carène, vers l'avant ou l'arrière, en diminuant ou en augmentant la différence de tirant d'eau, c'est-à-dire en déplaçant le lest volant ou l'artillerie. Enfin, on peut également déplacer le centre des résistances en créant à l'arrière, à l'aide du gouvernail, une résistance convenable ; supposons, en effet, que le navire AB (fig. 98) soit bâbord amures, et que la résistance de carène R soit appliquée en D ; si de l'on met la barre au vent, on fait naître une résistance P_g, perpendiculaire au gouvernail, la résultante de cette force et de la résistance R passe entre les points D et A, on recule donc ainsi le centre de résistance. Si, au contraire, on mettait la barre dessous, on ferait naître la résistance P_g' qui, combinée avec R, donnerait une résistance R′, traversant l'axe AB en D′ sur l'avant du point D ; on ferait ainsi marcher le centre de résistance vers l'avant.

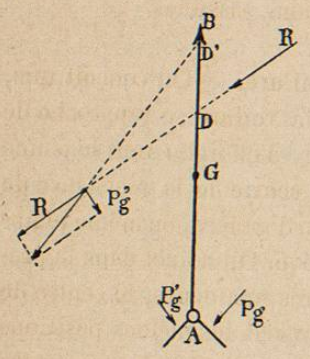

Fig. 98.

En se plaçant à un autre point de vue, on voit qu'en mettant la barre au vent, on crée, relativement au centre de gravité, un moment d'abattée, et en mettant la barre dessous, un moment d'auloffée ; dans le premier cas on diminue, dans le second on augmente le moment des résistances, qui est toujours un moment d'auloffée.

L'emploi du gouvernail a l'inconvénient de faire naître une force longitudinale dirigée d'avant en arrière, qui tend à diminuer la vitesse ; on ne doit donc y recourir que lorsque les autres moyens ont été épuisés ; mais la plupart des navires modernes, en raison de leur longueur, offrent un moment de différence tellement intense, qu'on ne pourrait produire des changements d'assiette qu'en réservant dans

l'exposant de charge une part très considérable au lest volant ; d'ailleurs, le transport d'un poids important de l'avant à l'arrière fatiguerait le navire ; de sorte que le procédé des changements d'assiette n'est plus applicable, aujourd'hui, qu'aux navires à voiles courts, aux yachts et aux embarcations. Sur les navires longs, on n'a plus pour maintenir la route d'autre ressource que le gouvernail et les changements de voilure ; il est donc indispensable d'établir le plan de voilure dans les meilleures conditions possibles.

Coefficient d'équilibre de la voilure. — On conçoit que, lorsque le centre de surface de la voilure se rapproche de l'avant, il en est de même du centre d'effort du vent sous une allure quelconque ; de même, le centre de la résistance de carène se déplace sur l'avant et sur l'arrière, en même temps que le point appelé centre de dérive. On admet dans la pratique que lorsque, sur deux navires analogues, le centre de voilure et le centre de dérive occupent les mêmes positions relatives, il en est de même du centre d'effort du vent et du centre de résistance de la carène, c'est-à-dire que si la voilure de l'un des navires est bien équilibrée, il en est de même de la voilure de l'autre.

Sur les anciens navires à voiles, courts et renflés de l'avant, on plaçait le centre de voilure en avant du centre de dérive à une distance λ égale au quatorzième de la longueur totale L ; avec l'allongement et l'affinement des formes, on a dû diminuer de plus en plus ce rapport ; sur les navires à hélice il descendait déjà à un vingtième, il atteint maintenant quelquefois le vingt-huitième ; il est bon de dire cependant que beaucoup de croiseurs sont trop ardents.

Sur les petits navires à voiles latines, ce rapport est souvent voisin de zéro ; sur les embarcations on place même le centre de voilure en arrière du milieu ; on agit ainsi parce qu'il est prudent que ces petits navires, dont la voilure est relativement excessive au point de vue de la stabilité, conservent au plus près une forte tendance à lancer dans le vent.

Nous donnons plus bas quelques valeurs du rapport $\frac{\lambda}{L}$ pour divers types.

Coefficient de propulsion. — Il est clair que, toutes choses égales d'ailleurs, la force de propulsion augmente avec la surface de voilure S, et la résistance directe avec la surface B^2 du maître couple; on est ainsi conduit a prendre pour coefficient de propulsion le rapport de ces deux surfaces.

En adoptant les formules usuelles, on justifie de la manière suivante l'emploi de ce coefficient : la force de propulsion vent arrière, par une brise de vitesse V′, aura pour expression :

$$K'SV'^2,$$

et la résistance directe pour une vitesse V :

$$KB^2V^2.$$

On aura donc entre la vitesse du navire et celle du vent la relation :

$$KB^2V^2 = K'SV'^2,$$

ou

$$V^2 = \frac{K'}{K} V'^2 . \frac{S}{B^2}.$$

De sorte que deux navires analogues auraient même vitesse pour la même brise, si les rapports $\frac{S}{B^2}$ avaient la même valeur. Il semblerait résulter de là que deux navires de dimensions différentes, mais semblables et semblablement voilés, prendraient la même vitesse par la même brise, ce qui est loin d'être exact; ce coefficient de comparaison ne doit être appliqué qu'à des navires offrant une grande analogie de formes et de dimensions; on voit sur le tableau ci-après qu'on lui donne des valeurs d'autant plus grandes que le navire est plus petit.

TYPES DE NAVIRES.		$\frac{S}{B^2}$	$\frac{\lambda}{L}$	OBSERVATIONS.
Anciens voiliers.	Vaisseaux	de 30 à 33	de $^1/_{14}$ à $^1/_{18}$	Extrait du *Guide du marin.*
	Frégates	de 40 à 43		
	Corvettes.	de 43 à 47		
	Bricks	de 49 à 63		
Anciens navires à hélice.	*Napoléon.*	28,4	0,057 ou $^1/_{17}$	Extrait du *Guide du marin.*
	Bretagne	25,5	0,049 ou $^1/_{20}$	
Navires modernes.	Cuirassés à mâture . .	18	$^1/_{20}$ à $^1/_{25}$	Extrait des ouvrages de White et de Thearle.
	Cuirassés de croisière.	22 à 24		
	Croiseurs à batterie. .	27	$^1/_{25}$ (Croiseur anglais *Inconstant* $^1/_{28}$)	
	Croiseurs à barbette. .	30 à 36	$^1/_{25}$	
	Clippers	40 à 45		
	Yachts de course . . .	50 à 70	Presque nul et quelquefois négatif.	

Coefficient de stabilité sous voiles. — Si l'on désigne par h la hauteur du centre de voilure au-dessus du centre de gravité du navire, et qu'on adopte pour expression de la pression du vent la formule

$$KSV^2 \sin^2 \alpha,$$

la composante transversale de cette force sera, en appelant γ l'angle des vergues avec la quille,

$$KSV^2 \sin^2 \alpha \cos \gamma$$

et son moment transversal par rapport au centre de gravité, sera

$$KSV^2 h \sin^2 \alpha \cos \gamma.$$

Pour obtenir le moment total d'inclinaison du navire sous voiles, il faudrait joindre à celui-ci le moment transversal de la résistance de la carène relativement au même point, mais on admet en général que ce moment est négligeable.

Lorsque l'on ne considère que de faibles inclinaisons, on peut négliger les variations du moment d'inclinaison qui sont dues à la diminution du bras de levier, au changement d'incidence du vent, etc.; de sorte que, sous l'influence

de ce moment, le navire se mettra en équilibre dans une position inclinée d'un angle θ tel que l'on ait :

$$KSV^2 h \sin^2 \alpha \cos \gamma = P(\rho - a) \sin \theta,$$

ou

$$\sin \theta = \frac{Sh}{P(\rho - a)} \cdot KV^2 \sin^2 \alpha \cos \gamma.$$

Pour deux navires analogues, par une même brise, et sous la même allure, le facteur $KV^2 \sin^2 \alpha \cos \gamma$ sera le même, de sorte que ces deux navires prendraient la même inclinaison si le rapport

$$\frac{P(\rho - a)}{Sh}$$

avait la même valeur. C'est la valeur de ce rapport que l'on prend pour élément de comparaison des voilures, au point de vue de la stabilité. On voit que, pour deux navires semblables et semblablement chargés, le numérateur croît proportionnellement aux troisièmes puissances, le rapport croît donc proportionnellement aux dimensions. On sait, en effet, que de deux navires semblables le plus stable est le plus grand, et que, pour conserver aux petits navires à voiles une stabilité suffisante, on est obligé de placer une grande quantité de lest dans le voisinage de la quille.

Dans l'ancienne flotte à voiles, on donnait à ce rapport la valeur 0,08 pour les vaisseaux, 0,06 pour les frégates.

Sur les navires modernes, ce rapport est extrêmement variable, comme on le voit sur le tableau ci-après ; on considère en général aujourd'hui la valeur 0,05 comme la limite inférieure qu'il est prudent de ne pas dépasser; le *Renard,* qui a disparu récemment dans un cyclone à l'entrée de la mer Rouge, n'avait que 0,046 en pleine charge.

Sur les très petits navires, dont la voilure est plus maniable, on descend cependant jusqu'à 0,04 et même 0,03.

TYPES DE NAVIRES.	NOMS DES BÂTIMENTS.	VALEURS de $(\rho - a)$.	VALEURS de $\frac{P(\rho - a)}{S.h.}$
Anciens navires à voiles. . .	*Turenne*.	1m ,55	0m ,082
	Alceste.	1 ,57	0 ,067
	Obligado.	1 ,54	0 ,065
Anciens navires à hélice. . .	*Napoléon*.	1 ,63	0 ,115
	Isly	1 ,60	0 ,114
Transports à vapeur.	*Garonne*.	1 ,010	0 ,076
	Corrèze	0 ,990	0 ,115
	Tonquin.	0 ,946	0 ,124
Croiseurs de 1re classe. . . .	*Duquesne*	1 ,672	0 ,196
	Tourville	1 ,655	0 ,210
Croiseurs de 2e classe	*Lapérouse*	0 ,846	0 ,097
Éclaireurs d'escadre.	*Ducouëdic*	1 ,001	0 ,068
	Éclaireur	1 ,088	0 ,091
Avisos	*Bougainville*.	1 ,768	0 ,116
	Chasseur.	0 ,793	0 ,063
	Labourdonnais.	1 ,200	0 ,084
Cuirassés.	*Suffren*.	0 ,520	0 ,094
	Océan	0 ,583	0 ,094
	Redoutable.	1 ,500	0 ,190

§ 2. — Plan de voilure. — Voilure des embarcations.

Voiles principales. — Dans l'établissement d'un plan de voilure, on ne s'occupe que des voiles suivantes :

1° Pour les trois-mâts carrés : les basses voiles, les huniers, les perroquets, la brigantine, le grand foc ;

2° Pour les bricks, on ne tient pas compte de la grand'-voile ;

3° Pour les voilures goëlettes : les voiles goëlettes, les flèches-en-cul et le grand foc.

D'une manière générale, on ne tient jamais compte simultanément de la voile goëlette et de la basse voile du même mât.

Surface de voilure, sa répartition. — L'auteur d'un projet de voilure se préoccupe de satisfaire aux conditions suivantes :

1° Donner la surface de toile nécessaire pour la vitesse que l'on a vue ;

2° Répartir cette surface entre les différents mâts, de manière à obtenir un bon équilibre de route sous voiles ;

3° Sur chaque mât, répartir la toile entre les vergues, de manière à obtenir une bonne stabilité sous voiles.

D'ailleurs, il est clair qu'avant toute autre condition, la voilure doit satisfaire à celle d'être très maniable.

Pour déterminer la surface de voilure, on se guide sur la valeur du coefficient $\frac{S}{B^2}$ des navires analogues ; pour répartir cette surface entre les mâts, on se guide sur la valeur du rapport entre la longueur totale et la distance du centre de voilure sur l'avant du centre de dérive, enfin c'est la valeur du rapport $\frac{P(\rho - a)}{Sh}$ qui fixe la répartition de la surface entre les vergues d'un même mât[1].

La surface étant une fois déterminée, on la répartit au jugé, sur un plan à main levée, entre les mâts et les vergues, on détermine les valeurs des coefficients relatifs au projet ainsi établi, et, si ces valeurs ne sont pas satisfaisantes, on modifie le projet par des retouches successives, jusqu'à ce que l'on obtienne les résultats cherchés.

Règles principales observées en France. — Les mâts sont figurés sur le plan de voilure par un trait grossi ; un petit trait transversal indique les positions des hunes et des chouques. Les vergues sont représentées par un trait perpendiculaire au mât, leur milieu est sur l'axe du mât le plus élevé; les limites de l'envergure sont indiquées par de petits traits perpendiculaires.

Le bâtiment est représenté sur le plan de voilure, en élévation, par son contour extérieur; la partie immergée, y compris

1. Voir au paragraphe précédent les valeurs de ces coefficients sur différents types de navires.

le gouvernail, est tracée en pointillé ; la position du centre de gravité du navire en charge, celles du centre de dérive et du centre de voilure sont indiquées sur le plan.

Pour l'évaluation des aires et la détermination des centres des voiles, on ne tient pas compte des échancrures ; on évalue les aires par les formules élémentaires qui donnent les surfaces des triangles et des trapèzes, les positions des centres des surfaces s'obtiennent par les procédés graphiques enseignés en géométrie élémentaire.

Calculs de voilure. — Après avoir calculé les surfaces des voiles et déterminé graphiquement les positions de leurs centres, on mesure les ordonnées de ces points au-dessus de la flottaison, et leurs abscisses relativement à la perpendiculaire arrière.

Les surfaces et les coordonnées des centres des voiles sont inscrites dans les colonnes (1), (2) et (3) du tableau ci-après.

Les produits des aires par les coordonnées des centres donnent les moments, qu'on inscrit dans les colonnes (4) et (5); enfin les sommes de ces moments donnent les moments de la surface entière, relativement à la perpendiculaire $\mathcal{A}$ et à la flottaison.

En divisant les moments par l'aire totale, on obtient les coordonnées du centre de voilure.

Centre de dérive. — La distance du centre de dérive à la perpendiculaire arrière s'obtient par la formule des trapèzes; on détermine le moment longitudinal et la surface de la partie immergée du plan longitudinal, par les mêmes méthodes qui ont été indiquées pour la détermination de l'aire et des moments des lignes d'eau ; le quotient du moment par la surface donne l'abscisse du centre de dérive ; dans l'évaluation de l'aire et du moment, on tient compte du gouvernail, et on considère la cage de l'hélice comme étant pleine.

VOILES PRINCIPALES.	SURFACES.	DISTANCES des centres à la		MOMENTS RELATIFS à la	
		perpendiculaire ℛ.	flottaison.	perpendiculaire ℛ.	flottaison.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Grand foc.					
Misaine.					
Petit hunier					
— perroquet.					
Grand'voile.					
Grand hunier.					
— perroquet					
Perroquet de fougue. . . .					
Perruche.					
Brigantine					
Surface totale. . . .		Moments totaux. .			
Distance du centre de voilure	à la perpendiculaire arrière =				
	à la flottaison. . . . . =				

Voilure des embarcations. — Pour établir le plan de voilure d'une embarcation, on commence par tracer le trait extérieur du plan longitudinal ; et l'on dessine à vue le genre de voilure que l'on se propose de donner à l'embarcation considérée.

Cela fait, il faut régler la voilure, c'est-à-dire lui donner une surface aussi grande que possible, sans compromettre la sécurité. Pour cela, on détermine la surface de voilure du projet et la position de son centre.

Pour les embarcations naviguant sans lest, la surface est généralement comprise entre une fois et trois fois le rectangle circonscrit à la flottaison.

On prend ainsi pour élément de comparaison le produit de la longueur par la largeur ; or, le couple de stabilité de forme croît comme le cube des largeurs, tandis que ce produit croît proportionnellement à cette dimension ; le facteur par lequel on le multiplie, doit donc être d'autant plus grand que l'embarcation est plus large.

On doit aussi faire entrer en compte : la hauteur du platbord au-dessus de l'eau, qui permet à l'embarcation de prendre sans danger plus ou moins de bande ; l'évasement des murailles au-dessus de la flottaison, qui fait croître la stabilité de forme rapidement avec l'inclinaison ; et la grandeur absolue de l'embarcation, car de deux enbarcations semblables, semblablement chargées et semblablement voilées, la plus petite est moins stable que la plus grande.

Enfin, pour les embarcations auxquelles on demande une grande vitesse, et qui sont pontées, lestées et manœuvrées par un personnel exercé, on peut dépasser les limites habituelles que nous avons indiquées plus haut.

Le centre de voilure des embarcations est généralement situé sur l'arrière du milieu, à une distance qui n'excède pas le huitième de la longueur à la flottaison ; de cette manière, l'embarcation est ardente au plus près et lofe spontanément dans les risées.

Quant à la hauteur de ce point, il y a évidemment toujours avantage à la réduire le plus possible ; pour cela, on donne aux ralingues inférieures tout le développement dont elles sont susceptibles, c'est-à-dire que l'on fait doubler, d'une petite quantité, le point d'écoute de chaque voile sur le point d'amure de celle qui est située à l'arrière.

On rectifiera donc par des additions, des suppressions ou des transports de surface, le projet établi comme on l'a dit plus haut, de manière que les conditions que nous venons d'énumérer soient réalisées comme il convient à l'espèce d'embarcation considérée.