



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

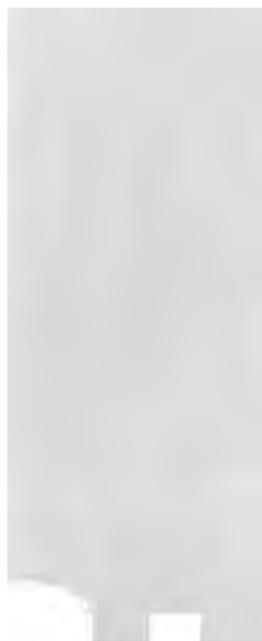
## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

A 753,622







YACHTS ET YACHTING

---

# ARCHITECTURE

ET

# CONSTRUCTION DU YACHT

PAR

LOUIS MOISSENET *d. 1900*

Ingénieur au corps du Génie Maritime,  
Membre fondateur de l'Union des Yachts français.

---

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1896

Tous droits réservés.

Engine

VM

331

.M7i

9-28-12

## INTRODUCTION.

### I

« Est considéré comme yacht tout bâtiment ponté ou demi-ponté, à voile ou à vapeur, consacré exclusivement à la navigation de plaisance. »

Cette définition, empruntée au règlement des courses de l'Union des Yachts Français, grande et puissante association qui étend son patronage sur la majorité des sociétés de régates en France, est on ne peut plus large : le trois-mâts à vapeur de 800 tonneaux, et la modeste embarcation demi-pontée déplaçant quelque deux cents kilogrammes, s'y cou-  
doient fraternellement ; à l'un comme à l'autre re-  
vient de droit le titre de yacht, pourvu qu'ils soient  
l'un et l'autre consacrés exclusivement à la naviga-  
tion de plaisance.

Une si ample définition appelle forcément des di-  
visions et des subdivisions. Nous allons tout d'a-  
bord montrer comment, suivant le point de vue  
d'où on les envisage, les yachts se classifient entre  
eux.

On peut, et c'est la première idée qui vient à l'esprit, considérer le moteur.

On distinguera alors les yachts à vapeur ou à voile. Subsidiairement, il faut réserver une place aux yachts mûs par un engin mécanique autre que la machine à vapeur ; on y verra figurer les yachts à moteur au pétrole, qui eux-mêmes se subdivisent en deux classes, suivant que le moteur est à vapeur de pétrole, avec vaporisation et condensation de l'huile minérale, ou à explosion de vapeur de pétrole, laquelle fonctionne alors comme le gaz d'une machine à gaz. Il existe aussi quelques yachts mûs par l'électricité. Les yachts à pétrole ou à l'électricité sont rares, et quel que soit le développement que l'avenir leur réserve, nous n'en parlons ici que pour mémoire.

Il existe, surtout parmi les yachts de fort tonnage, une classe importante de yachts à double moteur, vapeur et voile.

Si le rôle relatif de ces deux modes de propulsion est à peu près équivalent, on appelle le bâtiment « yacht mixte ». S'il s'agit au contraire d'un navire à voile disposant d'une petite machine pour franchir les parages difficiles ou pour traverser les zones de calme, on le désigne sous le nom de « yacht à machine auxiliaire » ou par abréviation « *yacht auxiliaire* ».

Cette dernière abréviation est du meilleur goût, elle laisse vaguement supposer un rôle auxiliaire éventuellement demandé au bâtiment en cas de guerre, et cette supposition, bien que fausse, n'est

pas sans chatouiller agréablement l'orgueil du propriétaire du navire.

Les yachts à vapeur sans voilure et dont la seule particularité est d'être très petits se désignent par les mots anglais « *steam launch* » dont la traduction littérale est « canot à vapeur. »

Quant aux yachts à voile, ils sont subdivisés tout naturellement, et à l'instar des bâtiments de commerce ou de l'Etat par la disposition de leurs mâts et de leurs voiles.

Les plus grands sont des *trois-mâts*. On sait qu'on distingue trois sortes de trois-mâts : le trois-mâts *carré*, le trois-mâts *barque* et le trois-mâts *goëlette*. Dans le premier de ces bâtiments, chaque mât comporte la voilure *carrée*, enverguée sur des vergues qui, au repos, sont perpendiculaires au plan axial du navire.

Dans les trois-mâts *barque*, la voilure carrée n'existe qu'au premier et au second mât à partir de l'avant, au *mât de misaine* et au *grand mât* ; le mât *d'artimon* ne porte que des voiles *auriques*, dont la position au repos est dans l'axe même du navire. Le trois-mâts *goëlette* n'a de voiles carrées qu'au mât de misaine. Ce dernier grément est à peu près le seul en usage pour les grands yachts à voiles, ou auxiliaires ; mais les autres n'ont à priori rien d'inadmissible pour un navire de plaisance.

Les bâtiments à deux mâts sont des *bricks* ou des *goëlettes* suivant qu'ils ont des voiles carrées aux

deux mâts, ou au mât de misaine seulement. Le gréement de brick n'est guère usité en plaisance. La goëlette, par contre, est très répandue parmi les bâtiments de moyen tonnage. Mais encore la goëlette de plaisance est-elle en général voilée exclusivement de voiles auriques. Les goëlettes portent souvent le nom anglais de « schooner. »

Le gréement de beaucoup le plus répandue pour les yachts est celui de *côte*. Il ne comporte qu'un mât. A l'opposé des côtres du commerce qui sur ce mât établissent des voiles carrées et auriques à la fois, le cône de plaisance est exclusivement muni de voiles auriques, dont la principale se nomme *grand'voile* ou *brigantine*. Le cône porte les noms anglais de « cutter » ou de « sloop ». La distinction à établir entre le sloop et le cutter n'est pas des plus précises. Le sloop est plutôt américain et le cutter plutôt anglais. Les différences locales dans les installations de leurs voiles supplémentaires, et dans les dispositifs à adopter pour la coque sont trop subtiles pour que nous puissions, surtout au début de ce volume, les faire ressortir. Laissons donc le sloop et le cutter aux Anglo-Saxons, et tenons-nous en à notre cône bien français.

A côté du cône proprement dit se place le cône houari ou par abréviation le *houari*. Il diffère du précédent par la forme de la grande voile, triangulaire chez lui, alors qu'elle est quadrangulaire chez *le cône*. Entre le cône et la goëlette figure le

« *ketch* » ; comme la goëlette il a deux mâts, mais tandis que dans celle-ci le grand mât est à l'arrière et qu'il est accompagné d'un mât de misaine, dans le *ketch* le grand mât est à l'avant, et un mât d'artimon placé sur l'avant du gouvernail l'accompagne.

Les bâtiments à voiles carrées et à voiles auriques que nous venons d'envisager ont tous un mât presque horizontal à l'avant ; entre ce mât dit de *beaupré* et le mât de misaine ou le mât de côtre s'établissent des voiles triangulaires nommées *focs*. Certains petits yachts n'ont pas de *beaupré* ni de *focs*, mais un mât unique situé tout à fait à l'avant et gréé d'une voile aurique de côtre ou de houari. Ces yachts se nomment « *cat boat* ».

Enfin, parmi les gréements des embarcations, qui, ne l'oublions pas, s'appelleront yachts si elles sont à demi-pontées, figurent les gréements de *baleinières* comprenant deux ou trois voiles houari et un foc et les gréements à *livarde* dans lesquels la voile est quadrangulaire comme celle d'un côtre, mais soutenue par une vergue diagonale au lieu d'être enverguée suivant son côté supérieur.

Nous n'avons encore envisagé que les voiles carrées et les voiles auriques ; les unes au repos perpendiculaires au plan longitudinal, les autres situées dans ce plan. Il existe encore une classe de voiles assez usitées en plaisance et qui au repos sont parallèles au plan longitudinal mais placées sur le côté

du mât. Ce sont les voiles *au tiers* ou à *bourcet*. Trois mâts garnis de voiles au tiers constituent le gréement du *lougre* ou *chasse-marée*. Deux mâts dans les mêmes conditions constituent le gréement d'une *chaloupe*. L'addition d'un petit mât voilé d'une voile au tiers sur l'arrière du gouvernail d'un côté le transforme en *yawl* ou *côte à tape-cul*. Enfin un mât unique avec voiles à bourcet est un gréement simple et pratique pour les très petits yachts.

Nous ne parlerons que pour mémoire des gréements locaux de pêche qui deviennent gréements de plaisance dès qu'un amateur se fait faire dans sa région un bateau sur le modèle de celui des pêcheurs. Depuis le picoteux du Havre jusqu'au pointu de Toulon le nombre en est légion et il serait oiseux de les énumérer.

Parmi les yachts à voile, la disposition de la voilure n'est pas le seul point de vue qu'envisage l'amateur de navigation de plaisance ; car la voile n'est pas le seul élément de vitesse et la forme de la coque influe d'une importante façon sur l'aptitude du navire à suivre ou à remonter le courant du vent qui le pousse. Vus sous cette face, les yachts sont dits à « *quille fixe* » si leur forme ne présente aucune particularité saillante qui les différencie des autres bâtiments à voile. Si dans l'axe du bâtiment l'on rencontre une boîte plate correspondant par en bas avec la mer, montant à l'intérieur du

navire plus haut que le plan de flottaison ; et qu'à l'intérieur de cette boîte oscille une planche qu'on peut ou rentrer entièrement dans la coque ou laisser plonger sous la quille, on a à faire à un yacht à « *dérive* ». Jusqu'à ces dernières années la distinction n'était établie qu'entre le « *quille fixe* » et le yacht à dérive ou « *dériveur* ». A peine faisait-on une place spéciale au « *sharpie* » muni d'une dérive et dont la coque, au lieu d'être continue de formes, est faite de la réunion à angles vifs de plusieurs surfaces réglées.

Mais depuis quelque temps se sont créés et développés à un point tel que leur énumération est obligatoire dans un traité du yachting, les types nouveaux du « *fin keel* » et du « *bulb keel* ». Ces types de provenance américaine portent même en France leur nom américain qui devient plus explicite dès qu'on sait que « *keel* » veut dire « quille », « *fin* » veut dire « aileron » et « *bulb* » veut dire « bulbe ». Ce sont des bateaux à coque arrondie sur tous les sens comme la coque d'une gondole, sous laquelle est rapporté un aileron, tantôt d'épaisseur constante, dans le « *fin keel* », tantôt mince au voisinage de la coque et renflé à la partie inférieure, si bien qu'une coupe dans cet aileron rappelle le dessin d'un oignon et de sa tige, d'où le nom de « *bulb keel* ».

Quels que soient le gréement et la forme d'un yacht, il faut qu'on puisse le différencier d'un autre

yacht plus grand ou plus petit ; d'où la nécessité de classer les yachts par *tonnage*. Le tonnage d'un yacht est le résultat numérique de l'application à certaines dimensions du yacht d'une formule algébrique dite *formule de jauge*. Les formules de jauge sont multiples. En France trois formules sont en vigueur : la *formule de Douane* établie officiellement par l'Etat, et les jauges du *Yacht-club* et de l'*Union des Yachts Français* consenties par des congrès de yachtsmen réunis sous le patronage de l'une et l'autre de ces deux sociétés. Suivant la formule envisagée, chaque yacht a donc trois tonnages en France et s'il s'aventure dans des eaux étrangères il verra se multiplier encore les différents tonnages qui lui seront attribués.

Enfin, quels que soient le grément, la forme et le tonnage d'un yacht, il devra prendre place en trois grandes catégories suivant la nature de son emploi ; s'il a été exclusivement dessiné en vue de la régate, c'est un « *racer* ». S'il est fait surtout pour la navigation à la mer, mais cependant avec des qualités encore sérieuses de vitesse, c'est un *cruiser*. Enfin si son architecte et son propriétaire ont dès l'origine mis de côté toute prétention de vitesse et n'ont cherché à bord que le logement et le confortable, c'est un « *house boat* ».

En dehors de ces trois classes figurent pourtant les très petites embarcations qui ne sont ni rapides ni aptes à la mer, ni habitables. Il faut aussi en ex-

clure les bateaux d'un type généralement quelconque, barque de pêche ou petits caboteurs affectés exclusivement à la navigation de plaisance et pour lesquels un propriétaire seul réclamera le nom de yacht, alors que les véritables yachtsmen les affublent du vocable aussi méprisant que peu officiel de « sabot ».

## II

On appelle « *yachting* » la navigation de plaisance. On appelle « *yachtsman* » toute personne se livrant en qualité d'« amateur » au yachting. Ne peut être considéré comme amateur celui qui tire ou a tiré ses moyens d'existence d'une profession manuelle ayant trait à la navigation, de plaisance, ou autre.

Ainsi on peut dire qu'en général est yachtsman toute personne qui navigue sans y être forcée par des raisons de profession, d'affaires ou de négoce, ou sans être rappelée sur l'eau par la nostalgie du métier de marin jadis exercé.

Cette définition du yachtsman est aussi étendue en son genre que la définition du yacht par laquelle débutait le précédent chapitre. Le millionnaire qui fait le tour du monde sur un trois mâts auxiliaire, le petit employé qui le dimanche tire un coup d'écoute en Seine, pourraient se serrer fraternelle-

ment la main ; ils sont égaux devant la définition de leur sport librement pratiqué.

Mais cette fraternité théorique, si désirable qu'elle soit, n'entre guère dans le domaine de la pratique. D'un bout à l'autre de l'échelle il y a tant de distance que l'entente absolue est bien difficile à établir ; d'une classe à l'autre de yachtsman, on se conteste volontiers le titre de yachtsman, la qualité de propriétaire de yacht.

Le petit employé qui possède un demi-tonneau demi-ponté, et dit « mon yacht », prétend que le millionnaire avec son trois-mâts, fait de beaux voyages et de grandes dépenses, mais pas de yachting.

Celui-ci, par contre, n'appelle pas yacht un bateau moindre qu'un aviso de l'Etat et dit qu'avec un demi-tonneau on ne fait que du canotage. Si maintenant, laissant de côté le tonnage, on envisage le type des bateaux, d'aucuns réclameront le monopole du titre de yacht pour les « racers ». Ils riront des prétentions d'autres amateurs qui pensent avoir un yacht parce qu'ils ont commandé chez quelque charpentier de la côte un bon et solide bateau à épaisse membrure et à grosse mâture et qu'ils y ont emménagé des couchettes de maîtres et de la vaiselle. Ça, un yacht ? disent-ils, c'est une barque de pêche en rupture d'emploi. Ça, un yacht ? répond vexé le propriétaire de la barque en parlant du bateau de course, c'est une machine à porter la toile, qui sombrera quelque jour. Dieu me préserve

d'avoir jamais mon sac à son bord ! Ainsi, comme toutes les définitions visant à embrasser la totalité des cas particuliers, les définitions de yacht et de yachtsman que nous avons données exigent à l'usage des restrictions. Leur généralité même peut devenir matière à critique et chaque amateur de navigation de plaisance, fier de les voir s'appliquer à son cas, voudrait qu'elles ne pussent s'étendre au cas du voisin.

Sans tenir compte de ces revendications, sans nous départir du caractère d'impartialité que doit avant tout conserver un auteur, nous serons nous-mêmes obligé dans le présent opuscule, de choisir, pour les étudier, un nombre restreint de types de yachts parmi les presque innombrables types que nous avons sommairement énumérés. Vouloir parler de tous serait entreprendre en somme la description de tous les navires à voile, de tous les navires à vapeur possibles.

Et l'impossibilité d'entreprendre une telle description, nous conduit immédiatement à établir pour notre usage une définition réduite des mots yachts et yachting.

Nous appellerons « yacht » tout bâtiment dessiné et construit expressément en vue de la navigation de plaisance à l'exclusion de toute autre navigation, tout bâtiment en un mot, dont l'élaboration n'eût pu être confiée au premier charpentier de marine, au premier chantier industriel venu.

Puis nous appellerons « yachting » le sport de celui qui, de son plein gré, mène, à bords de tels bateaux, une vie aussi semblable à celle du marin que le lui permettent son éducation d'une part, son endurance de l'autre.

Dans la première partie de cet ouvrage nous nous proposons d'indiquer comment se construit un yacht ; nous partirons de la conception première des formes, nous montrerons comment cette conception se traduit par un plan, donne lieu à des calculs. Puis le plan et les calculs faits, nous passerons à la mise en chantier, et nous verrons le yacht se bâtir et s'aménager.

Dans la deuxième, nous conduirons le propriétaire de ce yacht à bord de son bateau. Nous lui montrerons comment est faite sa voilure ; nous lui apprendrons à se servir de son gouvernail, et nous ne l'abandonnerons qu'après lui avoir donné les renseignements qu'il faut avoir avant de sortir à la mer, avant de courir la régates.

Prenant pour base un traité de construction et de manœuvre nous en éliminerons tout ce qui n'est pas utile au yachtsman, nous rappellerons sommairement les principes fondamentaux communs aux navires de toutes sortes, nous y ajouterons les particularités spéciales au yachting proprement dit.

Nous ne parlerons donc pas des grands yachts. Le propriétaire d'un grand navire qui d'ordinaire se confine dans le rôle de passager à son bord, et

reconnaît comme maître après Dieu chez lui le capitaine par lui salarié, n'est pas un yachtsman tel que nous l'entendons ; voulût-il jouer un rôle actif sur un bateau, nous n'aurions à lui donner d'autres conseils que ceux-ci : voulez-vous faire construire un bâtiment de 1000 tonneaux ? commandez-le à un grand chantier de construction ; à part la disposition des aménagements, il sera identique à un petit paquebot, et si vous voulez savoir d'avance comment il sera construit, étudiez un cours de charpente du navire. Voulez-vous le manœuvrer vous-même ? procurez-vous un traité de manœuvre. Le fonctionnement de sa machine vous intéresse-t-il ? lisez un aide-mémoire du mécanicien.

La construction, la manœuvre des bateaux que font dans nos ports les charpentiers locaux, sur des plans invariables qu'ils se transmettent de génération en génération, ne sauraient non plus entrer dans notre cadre : inutile pour l'amateur de savoir ce que le constructeur compte faire si le constructeur est par avance bien décidé à ne rien changer à sa sacro-sainte routine ; inutile aussi pour le propriétaire de vouloir se mêler à la manœuvre s'il a pris pour équipage des matelots de pêche ou de cabotage bien décidés à n'en faire qu'à leur tête.

Nous ne chercherons pas non plus à instruire les amateurs de canotage qui ne s'éloignent du quai que pour amarrer leur embarcation demi-pontée

à la plus proche bouée et s'y livrer aux délices de la pêche à la ligne ; ni non plus les propriétaires d' « house-boat », dont le bateau est une auberge flottante et qui ne naviguent qu'à quai.

En somme nous limiterons notre programme à l'étude des « racers », et à celle des « cruisers » de faible tonnage, à l'exposé des principes du « racing » ou navigation de régates, et du « cruising » ou navigation de promenade à la mer sur de véritables mais relativement petits yachts.

Ainsi limité, ce programme n'est encore que trop vaste, tant le sport du yachting, compris comme nous l'avons défini, comporte de particularités ; tant surtout l'architecture et la manœuvre des yachts de ces deux sortes est spéciale et diffère de l'architecture et de la manœuvre des navires de guerre et de commerce.

## Première Partie

---

# ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

DU

# YACHT

---

## CHAPITRE PREMIER

### DE LA JAUGE.

On fit des bateaux de plaisance avant d'organiser des régates ; cela est bien évident. A l'origine, chacun construisait à sa fantaisie, n'envisageant pour le bateau qu'un but : naviguer. Puis les comparaisons de vitesse nées au hasard de la route suggérèrent l'idée de comparaisons systématiques, et les régates prirent naissance.

Mais on s'aperçut bientôt que la comparaison n'avait raison d'être qu'entre yachts comparables, et que les plus gros, les plus *puissants*, battaient toujours les plus petits. On chercha alors à classer les bateaux par séries de même puissance, dans lesquelles les qualités individuelles de chacun indépendamment de ses dimensions absolues fussent seules mises en causes. Le principe de la jauge de course était créé.

D'où cette définition première de la jauge :

*La jauge est un procédé de mensuration, ayant pour but de classer par séries comparables un nombre quelconque de yachts déjà construits au moment de l'établissement de la formule de jauge.*

Dès que cette formule est établie, que va chercher tout propriétaire, tout architecte naval, du moins s'il se spécialise dans la pratique, dans la construction des yachts de course? Il voudra réaliser un bateau qui, pour avoir le plus de prix en régates, soit plus puissant que ceux de la série dans laquelle il court. Le principe de la jauge qui est de classer dans une même série des bateaux de même puissance est donc violé dès qu'un bateau est construit *en vue de la jauge*.

Mais qu'appelle-t-on exactement *puissance* d'un bateau. Voici qui serait bien difficile à définir d'une façon précise. Ce mot évoque dans l'esprit des yachtsmen une idée vague de rapidité plus grande, de meilleure tenue à la mer, de plus de raideur sous la voile. Au fond, chacun se fait sur la portée de ce terme son opinion personnelle, et, quand on discute la puissance de tel ou tel bateau, on est tout surpris de voir la variété des avis, et l'acharnement de chacun à soutenir le sien sans songer que dans cette discussion comme dans tant d'autres on n'a oublié qu'une chose : établir une définition ferme de l'objet de la discussion.

Suivant nous, il y a autant de puissances que de qualités requérables dans un yacht. Chaque « puissance » serait alors le fait de posséder la qualité correspondante à un haut degré. Un bateau peut avoir de la puissance au point de vue de la vitesse par grosse mer, de la puissance au point de vue des qualités nautiques, comme il peut être puissamment confortable ou élégant, comme il peut n'avoir même aucune qualité réelle, et pourtant se recommander par son air puissant.

D'autre part, il peut joindre deux ou plusieurs de ces

puissances, ou n'avoir exclusivement que l'une d'elles. Un bateau plat étroit et long n'aura jamais au plus que la puissance de vitesse en régate par temps calme. Un bateau creux étroit et long peut avoir la puissance de vitesse en régate même par grosse mer, mais n'aura pas de puissantes qualités nautiques car il sera exposé à des coups de mer assez violents pour rendre son pont presque inhabitable.

Seuls, les bateaux raisonnablement proportionnés pourront être puissants à tous les points de vue. Dans chaque variété de la puissance ils seront un peu moins puissants que le bateau construit exclusivement en vue de cette variété ; mais si nous totalisons ces puissances diverses réalisées, nous arriverons à un ensemble de qualités justifiant qu'on en dise : « Ce sont de puissants bateaux ».

*La puissance absolue est donc la réunion dans un bateau de toutes les qualités exigibles obtenues chacune à un haut degré, sinon chacune à son maximum.*

Quoi qu'il en soit, une jauge de course étant établie, les amateurs de racing construiront « en vue de cette jauge » les bateaux donnant dans leur série le plus de puissance en régate possible.

D'abord, le plus certain élément de la puissance étant la grandeur absolue du bateau, on construira toujours au maximum de chaque série.

Si les bateaux, jaugés en nombres entiers de dixièmes de tonneaux sont classés dans les séries suivantes, trois tonneaux et au-dessous, de trois à cinq, de cinq à dix, on ne construira en fait de racers que des bateaux de 2,90 ou 3, de 4,90 ou 5 de 9,90 ou 10 tonneaux.

Ensuite les régates se faisant en moyenne par petit temps, ou cherchera des bateaux de petit temps, le plus voilés possible pour le déplacement, ayant faible maître couple et grande longueur. Ceci est de bonne guerre.

Mais ce qui est déloyal et pourtant légal, c'est que non-

seulement on *utilisera* la jauge, mais encore on la *trichera*. La première formule de jauge employée en France était le classement « à la longueur de quille » très rationnel entre bateaux tous comparables de formes entre eux, et encore en vigueur pour classer les bateaux de pêche dans leurs régates.

On a dû l'abandonner parce que les constructeurs étaient conduits par elle à incliner tellement l'avant et l'arrière des yachts qu'un bateau pesant six à sept mille kilogrammes par exemple n'avait plus que quatre mètres de quille posant par terre, et qu'il était alors, de par la jauge, considéré comme moins puissant qu'un youyou de cinq mètres, du poids de trois cents kilos.

Cette jauge était très simple et trop facile à tricher : une autre plus complexe ne sera que plus difficile à tricher. Mais on la trichera quand même.

Et parce qu'un seul architecte naval aura triché, tous les autres devront tricher à leur tour sous peine de perdre toute chance de succès en régate, tout espoir de clientèle.

Ainsi, utilisant et trichant la jauge, ils s'acculeront les uns les autres à une forme limite de bateaux, avec des dimensions limites bien déterminées pour chaque tonnage, le nombre des tonnages possibles se réduisant par ailleurs aux tonnages maximum de chaque série.

D'où cette seconde définition de la jauge, beaucoup plus vraie quoique beaucoup moins évidente que la première, mais surtout beaucoup plus utile à retenir au point de vue auquel nous nous plaçons :

*La jauge est une coercition à construire uniquement des bateaux d'un petit nombre de types bien définis, sous peine de perdre tout espoir de jamais réussir en régate.*

Ces quelques considérations font bien ressortir à quel point l'architecture des yachts proprement dits, racers ou cruisers aptes à courir néanmoins la régate, est une bran-

che spéciale dans l'art des constructions navales. L'ingénieur le plus expérimenté sur les questions de propulsion et de forme des carènes court au-devant d'un échec certain s'il se hasarde à construire un yacht sans méditer longuement la formule de jauge qui le classera. Si bon que soit le bateau par lui construit, il se trouvera en rapport avec d'autres plus puissants à égal tonnage de régate, et qui par suite le battront forcément. Aussi la plupart des architectes de yachts en renom sont-ils des amateurs qui se sont spécialisés dans le sport, sans que leur profession normale les y intéressât directement. Pourtant nous croirions irrationnel d'admettre qu'une connaissance approfondie du navire en général puisse nuire dans l'élaboration d'un plan de yacht, une fois qu'on s'est bien pénétré du mécanisme des formules de jauge.

Parmi ces formules, nous n'envisagerons ici que les deux formules en vigueur en France, dites du Yacht Club (Y. C. F.) ou de l'Union des Yachts Français (U. Y. F.) parce qu'elles ont été élaborées par des congrès de yachtsmen convoqués et patronés par l'une et l'autre de ces deux sociétés.

La formule de jauge du Yacht Club est

$$J_{\text{YCF}} = \frac{\left(L - \frac{B}{2}\right) \left(\frac{P}{4}\right)^2}{5,5}$$

Celle de l'Union est

$$J_{\text{UYF}} = \frac{\left(L - \frac{P}{4}\right) P \sqrt{S}}{130}$$

Les lettres communes à ces deux formules y ont la même signification : L est la *longueur* en mètres à la flottaison ; P, le *périmètre* en mètres du yacht, obtenu en ajoutant à

la *largeur* maxima la longueur d'une *chaîne* tendue sous la quille et mesurée de plat bord en plat bord à l'endroit où elle est la plus longue.

D'autre part B est le *maître bau* ou largeur maxima comptée en mètres ; S est la surface de la voilure exprimée en mètres carrés ; enfin 5,5 et 130 sont des coefficients constants destinés à rapprocher le tonnage de régate du chiffre réel du déplacement.

Du premier coup d'œil, on voit les analogies et la différence de ces deux formules.

Elles sont toutes deux homogènes et du troisième degré. Toutes deux sont divisibles par le périmètre P, et ont pour premier facteur des différences analogues, longueur moins la demi-largeur ou longueur moins le quart du périmètre ; mais, mis de côté les termes

$$\frac{\left(L - \frac{B}{2}\right) P}{5,5} \text{ de la jauge Y. C. F.}$$

et

$$\frac{\left(L - \frac{P}{4}\right) P}{130} \text{ de la jauge U. Y. F.}$$

on voit que ce qui différencie la seconde de la première, c'est qu'elle comporte comme troisième facteur un terme dépendant de la voilure, au lieu d'un nouveau facteur P. D'où les désignations de « *jauge à la voilure* » pour la jauge de l'Union, et de « *jauge au périmètre* » pour celle du Yacht Club.

La jauge du Yacht Club a été la première en date. Voyons en quoi elle prêtait le flanc à la critique, au point de rendre nécessaire une nouvelle jauge.

L'idée qu'elle représente est le classement des bateaux d'après le volume de leur coque.  $\left(\frac{P}{4}\right)^3$  représente la sur-

face d'un carré de même périmètre que le maître couple ; en le multipliant par la longueur à la flottaison qui peut être prise comme longueur moyenne du bateau, et en divisant par un facteur constant convenablement choisi, on obtiendrait, pour des bateaux similaires, une valeur suffisamment approchée de ce volume. Rapporter le bateau au parallélépipède dont la section droite a le même périmètre est peut-être un peu moins rationnel que de le rapporter au parallélépipède circonscrit ; mais le périmètre se mesure plus facilement à flot que le tirant d'eau, et la facilité de mesurage à flot est désirable dans l'application d'une formule de jauge.

Seulement, une jauge de la forme  $L \frac{\left(\frac{P}{4}\right)^2}{\text{constante}}$  eût poussé à l'excès les architectes navals à faire des bateaux de faible périmètre, et par suite étroits et plats. Pour atténuer cet inconvénient, on a remplacé le facteur  $L$  par le binôme  $\left(L - \frac{B}{2}\right)$  si bien que lorsqu'un architecte naval exagère dans un projet la largeur, quoique le périmètre croisse ipso facto, la jauge ne croît plus proportionnellement au carré de ce périmètre.

Quoi qu'il en soit, sur la coque ainsi jaugée, l'on peut établir la voilure qu'on veut. A priori on l'établira la plus grande possible, pour n'en pas manquer par les faibles brises de régates : si la brise fraîchit, on se promet d'amener les voiles supplémentaires, de prendre des ris dans les voiles majeures pour en diminuer momentanément la surface. Seulement, pour établir ces voiles démesurées, il faut des mâts et des vergues en proportion qui subsistent une fois les ris pris, et qui sont une cause de gêne et de danger sérieux à la mer.

Puis la voilure, moteur du yacht, étant le primordial

élément de sa vitesse, de sa puissance, est-il admissible de ne pas la taxer ?

Est-il juste de faire courir à égalité deux bateaux de même coque et de voilures différentes ?

Ainsi, la crainte de voir les voilures devenir disproportionnées, en même temps que le désir de tenir compte, dans le classement des yachts, de l'étendue de leurs moyens de propulsion, a fait naître le désir de mettre en ligne de compte la surface de voile. Entre de nombreuses formules présentées au congrès de l'Union, celle que nous avons exposée plus haut a été adoptée, probablement parce qu'elle satisfaisait le vœu général, tout en s'écartant le moins possible de la formule jusque là en vigueur, tout en déroutant au minimum les habitudes antérieurement prises.

Sans entrer dans la discussion de cette formule, nous lui reconnaitrons sur tout d'autres qui pourraient exister et qui n'existent pas, l'indéniable avantage d'être en vigueur.

C'est donc elle que nous allons prendre comme point de départ dans l'exposé des considérations préliminaires indispensables avant l'élaboration de tout plan de yacht, considérations ayant pour but d'en approprier les principales caractéristiques à la formule de jauge en cours.

Sans attacher trop d'importance à ce modeste opuscule, nous osons espérer qu'il rendra encore des services aux yachtsmen, alors que la formule aujourd'hui usitée aura, suivant la loi immuable du progrès, été remplacée par une autre formule. Nos lecteurs devront alors ne chercher dans le chapitre qui va suivre qu'un exemple de discussion, et approprier au cas particulier de l'époque un mode de raisonnement analogue à celui que nous présentons pour le cas particulier d'aujourd'hui.

## CHAPITRE II

PREMIÈRE DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES  
ET DES FORMES D'UN YACHT. LEUR APPROPRIATION  
A LA FORMULE DE JAUGE DE L'U. Y. F.  
ET AUX CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA VITESSE.

Le point saillant de la formule de l'U. Y. F. est de faire entrer, pour la première fois en France, la surface de toile dans le décompte du tonnage. Donc, a priori, il ne va plus falloir se permettre des voiles exagérées : chaque mètre carré de toile du plan de voilure sera compté par tous les temps, qu'il figure en réalité à son poste, ou bien qu'il soit ramassé dans les ris ou dans la soute à voile.

Il faut donc proportionner la surface de toile qu'on veut mettre sur une coque donnée à l'aptitude qu'aura cette coque à la porter par les temps normaux de régates. Suivant que le bateau à construire sera fait pour un pays de forte brise constante ou de calmes fréquents, cette proportion relative de toile variera. Mais comme, en somme, dans tous les pays, les régates se font pendant la belle saison, c'est-à-dire aux époques de moindre brise, un yacht de course devra toujours, toutes choses égales d'ailleurs, être plus voilé que ne le serait un yacht destiné à la navigation courante toute l'année, et ce, malgré la taxation nouvelle de la voilure par la jauge.

Seulement, au lieu de recourir comme jadis à l'artifice des voiles supplémentaires, dont on ne se servait qu'en temps et lieu, et qu'on pouvait faire démesurées sans in-

convénient, comme il faut maintenant porter autant que possible toute la toile pour laquelle on est taxé, il nous faudra mettre le plus de surface possible dans les principales voiles ; et d'autre part il nous faudra posséder une stabilité suffisante pour pouvoir conserver ces principales voiles toutes entières, sans réduction de surface, sans ris, par des brises même relativement déjà un peu fraîches.

Donc nous demandons un bateau voilé et stable. Pour avoir un bateau stable, il faut construire un bateau large : c'est un fait d'expérience, aussi bien qu'un résultat de la théorie que, de deux bateaux de même longueur et de même tirant d'eau, le plus large est le plus stable. Puis, comme un yacht digne de ce nom est toujours muni d'une quille métallique où est concentré tout son lest, et comme plus le lest sera bas plus le bateau sera stable, il faut donner au bateau un tirant d'eau relativement grand. On exagérera ainsi de l'une ou de l'autre façon, peut-être même des deux le périmètre, puisqu'on agira sur ses deux éléments, maître bau et chaîne.

Or, si dans l'expression

$$J = \frac{\left(L - \frac{P}{4}\right) P \sqrt{S}}{130}$$

nous donnons des valeurs relativement grandes à  $\sqrt{S}$  et à  $P$ , il s'en suivra une valeur relativement faible pour  $L - \frac{P}{4}$  et par suite pour  $L$ , c'est-à-dire pour la longueur à la flottaison.

Remarquons que dans tout ce qui vient d'être dit, nous n'avons pas tenu compte des puissances suivant lesquelles les éléments  $S$ ,  $L$  et  $P$  entrent dans la formule de jauge. Notre raisonnement s'applique donc à toute jauge dans laquelle ces trois éléments figureront au numérateur, sans limitation imposée de l'une d'elle par rapport aux autres.

En résumé, s'il s'agit de construire en vue d'une telle jauge un bateau, il sera logique de lui donner relativement plus de toile que n'en portent les bateaux existant du tonnage dans lequel on veut le construire, de lui donner un périmètre relativement important par rapport au leur, mais de le faire relativement plus court.

Si d'ailleurs on le construit pour courir la régates à la mer il faudra l'établir, ainsi que nous l'avons dit plus haut, au maximum d'une série : il est vrai que dans l'étendue d'une même série, un bateau plus gros rend aux bateaux plus petits une certaine « *allégeance* » dépendant de la différence de leur tonnage, et de l'étendue du parcours de régates.

Mais cette allégeance ne fait qu'atténuer l'inconvénient d'être le plus petit, sans le faire entièrement disparaître, du moins à la mer. Pour ne pas perdre de vitesse au travers des vagues, le tonnage absolu, l'inertie même du bateau est un primordial facteur que rien ne peut remplacer.

Par contre les allégeances, étant calculées en vue de la navigation maritime, mais étant appliquées sans restriction à toutes les régates, peuvent dans certains estuaires de rivière très fréquentés des yachtsmen se trouver par circonstance un peu trop fortes, étant donnée l'absence des vagues, et la rareté des fortes brises. Pour une région de tel climat, les yachts doivent être construits au minimum de leur série.

Pour compléter les documents dépendant sans restriction du yachting et nécessaires aux choix des caractéristiques d'un yacht à construire, il manque encore un élément, que nous ne saurions avoir la prétention de donner ici : c'est la connaissance des caractéristiques d'autres yachts recommandables pour leur bonne marche et leurs succès en régates.

Mais, pour qui voudrait procéder à l'élaboration du plan d'un yacht, des renseignements de cet ordre peuvent se

trouver dans la collection du journal le *Yacht*, ou mieux encore dans le *Yacht register*, publication annuelle anglaise qui donne les noms de presque tous les navires de plaisance du monde avec leurs principales dimensions.

Reste maintenant à envisager les causes générales de bonne ou de mauvaise marche qui peuvent influencer sur l'allure d'un navire, qu'il soit ou non yacht à voile.

Quand un bateau se déplace dans l'eau, le travail moteur qui lui est appliqué est évidemment absorbé par le travail résistant qu'il provoque.

Le travail moteur, dans le cas d'un voilier, est proportionnel à la surface de la voilure, au carré de la vitesse du vent, et dépend de l'orientation des voiles par rapport au vent et par rapport à la direction suivie. Nous reviendrons sur son évaluation au cours du second volume de cet ouvrage.

Quant au travail résistant, il s'en faut de beaucoup qu'on puisse l'exprimer par une formule algébrique : les lois de la résistance des carènes dans l'eau sont loin d'être nettement connues.

Toutefois, on peut retenir de l'expérience constante et courante de la navigation les points suivants :

Quand un bateau, poussé par une brise très légère, se déplace lentement, il ne fait qu'un très léger sillage et ne crée point de vagues appréciables autour de lui. Les molécules de la surface de l'eau qui rencontrent le bateau à l'avant semblent rouler sur ses flancs jusque vers la région arrière. Mais elles l'abandonnent dès que les formes commencent à s'incurver pour regagner le plan médian : dans toute la région arrière, de chaque côté du gouvernail, l'eau semble affluer et provenir du dessous du bateau.

Naturellement cet afflux d'eau par dessous joue dans la résistance un rôle primordial, suivant qu'il est plus ou moins aisé. Si de mauvaises dispositions des formes le

rendent difficile, il en résulte comme une dépression dans tout l'arrière. La pression de l'eau sur l'avant n'est plus équilibrée : la résultante totale des pressions hydrostatiques devient une force contraire à la marche.

Les causes ordinaires de mauvais afflux d'eau dans la région arrière sont en premier lieu l'étendue exagérée du *maître couple*, c'est-à-dire de la section perpendiculaire au plan longitudinal au milieu du bateau, de l'autre le manque de finesse des extrémités.

La *finesse* des extrémités d'un navire est elle-même difficile à définir. Il faut d'abord distinguer la finesse des lignes et la finesse des volumes. Considérons, pour fixer les idées, les lignes tracées sur la coque par des plans parallèles à la surface de l'eau, et qu'on appelle les *lignes d'eau*. Leur finesse dépend du plus ou moins de continuité réalisée dans la loi suivant laquelle partant du plan médian, elles s'en écartent d'abord et s'en rapprochent ensuite. On appelle lignes d'eaux *pleines* celles qui présentent partout des formes convexes, et ligne d'eaux *creuses* celles qui ont un point d'inflexion au voisinage des extrémités. Les lignes d'eau creuses paraissent à priori plus fines que les lignes d'eau pleines. Pourtant, si, à la limite, nous les dessinons d'abord couchées de l'avant jusque vers le milieu sur le plan axial, puis se redressant brusquement jusqu'au trait du maître couple, regagnant par un chemin symétrique le plan milieu, et s'appliquant sur lui jusqu'à l'arrière, nous aurions évidemment une ligne encore beaucoup moins fine qu'une ligne d'eau pleine : si l'on cherche la finesse dans les lignes d'eau en les creusant, c'est au-dessous de cette limite extrême qu'on la trouvera.

Mais on peut réaliser la finesse dans les lignes d'eau, et pourtant tracer de la sorte un bateau dont les sections obliques, ou *lisses*, et dont les sections *longitudinales* parallèles au plan médian manqueraient complètement de finesse.

On se trouvera, suivant les cas, conduit à choisir pour l'affiner tel ou tel système de lignes en lui sacrifiant au besoin la finesse des autres systèmes.

En tous cas on doit toujours chercher la finesse des volumes, et réaliser pour eux une loi judicieuse de progression. La répartition du volume sur la longueur est définie en chaque point par la surface de la section transversale correspondante, nommée *couple*. La ligne obtenue en portant en ordonnée sur chaque point de l'intersection de la flottaison avec le plan médian une longueur proportionnelle à la surface du couple correspondant s'appelle *courbe des aires des couples*. C'est sur sa forme qu'on juge la finesse globale du bateau.

Ainsi le premier élément de bonne marche d'un bateau par temps calme est la facilité d'afflux d'eau à l'arrière, obtenue par la réduction au minimum de son maître couple, et par la finesse de ses lignes et de sa courbe des aires des couples. Le second est évidemment, comme en tout problème de propulsion, la réduction au minimum de la résistance due aux frottements. On admet que le frottement dans l'eau est proportionnel à la surface mouillée. Il faudra donc aussi réduire le plus possible cette surface.

Quand la brise commence à fraîchir et que le bateau prend un peu plus de vitesse, un nouvel élément entre en jeu, chaque fois que le bateau doit remonter le vent. C'est la réaction, sur la surface de la coque exposée à l'air, du vent, et des petites masses d'eau dites *embruns*, cueillies par le vent à la crête des vagues courtes, appelée *clapotis*, qui se forment pour une brise de moyenne intensité. Cette résistance supplémentaire est évidemment proportionnelle à l'étendue de la surface hors de l'eau, d'où la nécessité pour un bateau de régates d'être aussi ras sur l'eau que possible.

Si la brise fraîchit encore, le bateau prenant une allure

rapide ne laisse plus à l'eau le temps de trouver sans remous son chemin autour de lui.

Il en résulte la création d'une intumescence à l'avant du bateau, sous l'effet de refoulement qui se produit alors. Or on sait que toute intumescence créée sur l'eau tend à se propager par elle-même avec une vitesse qui dépend de son importance. En ce mouvement de propagation, les molécules d'eau ne se déplacent que sur place ; c'est l'intumescence elle-même qui court et devient une houle. La houle court aussi vite que le bateau et semble par suite immobile par rapport à lui.

Il s'établit en somme une sorte d'état automatique d'équilibre : si la houle vient à dépasser le bateau, il en résulte une dépression à l'avant qui facilite une marche instantanément plus rapide, et inversement. L'énergie motrice empruntée au vent se trouve dépensée à entretenir cette houle qui sans cela s'éteindrait d'elle-même au bout de quelque temps à cause des frottements moléculaires.

La vitesse de cette houle ne peut croître indéfiniment, puisque le bateau ne peut emprunter au vent par sa voilure qu'une quantité limitée d'énergie.

Donc la vitesse du bateau sera elle-même limitée à la vitesse de la houle qu'il peut entretenir, étant donnée d'une part cette quantité d'énergie maxima disponible, de l'autre la façon suivant laquelle elle est transmise à l'eau de par la réaction de la carène.

Pour les bateaux de faible longueur comme les yachts, la houle dont la crête se forme à l'avant possède une seconde crête vers l'arrière, et le creux en est au milieu du bateau ; il en résulte une sorte de diminution de surface du maître couple favorable au passage de l'eau sous les fonds et à son afflux à l'arrière. Plus la première crête se rapproche du maître couple, moins cette diminution de surface du maître est manifeste et plus la vitesse du bateau se ralentit.

Mais cette intumescence de l'eau à l'avant ne prend naissance que dans la région où les formes de l'avant sont déjà assez amples. Un bateau trop aigu de l'avant, en apparence plus fin que les autres, est exposé à provoquer l'intumescence loin de son étrave, et par suite à se voir retardé par rapport aux autres de même longueur dès que la brise sera assez fraîche pour leur faire donner à tous leur vitesse limite pratique.

D'autre part, plus dans une houle la distance de crête en crête augmente, plus sa vitesse propre de translation est grande ; on s'explique donc que de deux bateaux analogues le plus long ira toujours le plus vite sous forte brise, puisque la houle qu'il fera naître ayant ses crêtes au voisinage de ses extrémités sera plus longue, et partant plus rapide que celle qui accompagne son concurrent.

En plus du système de vagues dont nous venons de parler, et qui s'étage en chevrons sur la trajectoire du bateau, existe un second système qui est à peu près normal à cette trajectoire. Les vagues de cette sorte sont en général beaucoup moindres proportionnellement pour les yachts que pour les navires.

Enfin, en général, les fortes brises font naître des vagues sur l'eau ; et ces vagues sont pour le bateau cause de perte forcée de vitesse. La courbe des aires des couples dont nous parlions toute à l'heure et que nous supposions finement dessinée en vue de l'immersion de la carène en eau tranquille, va dans une eau agitée se modifier en permanence, et toujours d'une façon néfaste. Si une crête de vague se présente à une des extrémités du bateau, la répartition des volumes ne se trouve plus équilibrée entre la moitié immergée, et l'autre moitié. L'afflux d'eau à l'arrière devient insuffisant si la crête est à l'arrière ; si elle est à l'avant, la pression sur cette région devient prépondérante. Quand la crête franchit le milieu, la surface du

maître couple immergée passe par un désastreux maximum.

Si bien que pour réduire le plus possible les pertes de vitesses dues à la présence des vagues, le mieux est encore de chercher à faire en sorte que la courbe des aires des couples soit le moins modifiée possible, que le bateau se prête le plus docilement possible au caprice de ces vagues, prenne à chaque instant une position différente par rapport à la verticale du globe, mais le plus voisine possible de la position normale à la surface de la houle qui passe.

On y parviendra visiblement en donnant de l'ampleur aux extrémités, afin que leur moindre déjaugement ou surimmersion fasse naître l'application immédiate d'un poids ou d'une poussée correctrice intense.

En résumé, si nous cherchons à faire un bateau de régates destiné surtout à triompher par calme plat, nous réduirons le plus possible son maître couple ; nous chercherons pour ses extrémités des formes très fines, suivant les lignes et suivant le volume, et nous réduirons au minimum sa surface mouillée. Si nous voulons qu'il marche convenablement par petite brise, nous diminuerons à outrance sa hauteur au-dessus de l'eau. Si nous tenons enfin qu'il soit encore un champion de premier ordre par gros temps, nous lui donnerons une flottaison pleine des extrémités, aussi bien pour écarter les crêtes de la houle synchrone qu'il doit faire naître et dont la vitesse de propagation limitera sa propre vitesse que pour l'obliger à suivre sans retard les mouvements que les vagues qu'il est appelé à rencontrer tendront à lui imprimer.

Si, d'autre part, nous le dessinons en vue de la jauge de l'U. Y. F., nous avons vu qu'il faudra le faire relativement court et de grand périmètre.

Les formes du bateau maintenant s'imposent, et nous allons en quelques mots les préciser : elles résultent de

rapprochement deux par deux de conditions en apparence contradictoires.

*Grand périmètre et petit maître couple immergé* : le bateau est large sur le pont ; aussitôt franchie la flottaison, le trait extérieur du maître couple s'incurve brusquement et vient le plus vite possible s'accoller contre le plan médian qu'il suit profondément dans l'eau, d'autant plus longtemps que le bateau est *ras sur l'eau*, et que par suite une faible partie de la longueur disponible pour la *chaîne* est utilisée entre la flottaison et le pont.

*Grande finesse générale, et ampleur de la flottaison aux extrémités*. On sacrifiera la finesse pour les lignes d'eau, et on la cherchera dans les sections longitudinales qui devront couper la flottaison sous l'angle le plus aigu possible : cela leur sera d'autant plus aisé à réaliser que leur point le plus bas, qui est à leur intersection avec le maître couple, se trouve peu profond dans l'eau d'après la loi ci-dessus énoncée de tracé de cette ligne. — Tel ne serait cependant pas le cas pour la section longitudinale médiane si l'on s'astreignait à aller chercher le point le plus bas du maître couple. Par esprit de continuité nous donnerons à la section médiane la même allure qu'aux autres ; nous aurons alors une coque très peu profonde et arrondie partout, et nous la prolongerons par un plan mince pour porter le lest. Ceci caractérise le type *fin keel*, dont nous avons parlé en notre premier chapitre d'introduction. Pour le compléter, il ne reste plus qu'à prolonger au-dessus de la flottaison et jusqu'au pont les formes des extrémités caractérisées par des lignes d'eau pleines et des sections longitudinales très tendues. Nos extrémités seront donc en long surplomb au-dessus de l'eau.

Nous limiterons la somme des deux parties en porte-à-faux à la moitié de la longueur de la flottaison, maximum que la jauge de l'U. Y. F. interdit de dépasser, et par conséquent pousse à atteindre.

Enfin, puisque les molécules liquides de la surface longent le bateau depuis l'extrême-avant jusqu'au-delà du milieu, puis le quittent vers l'arrière où elles sont remplacées par des molécules venant du dessous, nous devons ne pas exagérer outre mesure l'angle sous laquelle la flottaison attaque l'eau, mais rien ne nous limite au contraire à ce point de vue, du côté de l'extrême-arrière. Il en résultera un arrière plat, et un avant en cuiller.

Le fin keel, ou mieux le bulb-keel, très voilé, large, tirant beaucoup d'eau, mais très peu profond de coque, à extrémité avant ou *guibre*, en forme de cuiller, à extrémité arrière ou *cul de poule* à forme plate, toutes deux d'ailleurs longues et très inclinées sur l'eau, à faible surface mouillée, nous semble donc le type définitif auquel tôt ou tard devront aboutir tous les architectes navals à la recherche d'un bateau de régates, tant que la jauge actuelle sera en vigueur.

Mais le fin keel, si bon racer qu'il doit être, est absolument dénué d'aptitude au service de croisière. Il restera donc, malgré tout, un cas particulier de la construction des yachts, et à ce titre nous ne saurions en parler plus longuement.

Nous prendrons comme type moyen et comme exemple à la fois pour l'exposition de la théorie du navire et de la construction en matière de yachts un simple quille fixe. Mais pour en faire un yacht mixte, c'est-à-dire un croiseur apte à la régates, ou ce qui revient au même, un racer apte à la navigation de promenade, nous continuerons à supposer ses formes définies par l'ensemble des considérations que nous venons d'énoncer, en tenant compte toutefois du désir de trouver à bord un certain confort, et de la nécessité de réaliser avec lui une bonne tenue à la mer.

Nous devons alors sacrifier parmi les conditions précédemment requises celle du maître couple à faible surface et celle de la minime hauteur au-dessus de l'eau ; sans les

### 34 ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION DU YACHT

sacrifier, nous ne saurions trouver la place nécessaire pour le logement, et d'autre part le pont trop bas sur l'eau serait balayé par les lames, ce qui, tolérable pendant quelques heures de régate, est inadmissible pendant plusieurs jours de mer.

A part cela, le bateau que nous allons envisager restera défini comme ci-dessus, il sera très voilé, large, court à la flottaison, plein dans ses lignes d'eau, fin dans ses sections longitudinales, avec une longue guibre en cuiller et un long cul de poule plat, et une faible surface mouillée.

Pour fixer les idées, nous lui donnerons le tonnage de 3 tonneaux ; sachant, ce que nous sommes obligés de demander au lecteur d'admettre, que les trois tonneaux les plus réputés actuellement ont en général de 75 à 80 mètres de toile, et de 7 mètres 50 à 8 mètres de flottaison, nous lui donnerons à priori 100 mètres de toile et 7 mètres de flottaison, ce qui, tout calcul fait, lui permet d'avoir 7 mètres 70 de périmètre.

## CHAPITRE III

### PREMIER TRACÉ DU PLAN DES FORMES.

Les formes du yacht ainsi définies par des considérations théoriques, et en quelque sorte *vues dans l'espace*, ses éléments primordiaux arrêtés en grandeur, il faut maintenant le dessiner, en rendre les formes tangibles, pour qu'elles puissent se traduire par une exécution matérielle, et avant même toute exécution, pour qu'on puisse procéder aux calculs de lest et de stabilité.

Nous n'avons pas la prétention ici d'apprendre à dessiner complètement et minutieusement les formes, pas plus qu'ensuite nous n'indiquerons les méthodes précises et rigoureuses de procéder aux indispensables calculs. Il y a là matière à l'intervention du dessinateur professionnel, dont le métier, pour intelligent qu'il soit, est cependant presque un métier manuel. Nous nous bornerons en ce chapitre à l'indication des méthodes rapides, et cependant suffisamment exactes, par lesquelles un architecte naval pourra dégrossir l'élaboration des plans et imposer au dessinateur un croquis arrêté et des ébauches de calcul qu'il aura la tâche, à grand renfort de patience et de temps, de transformer en plans et en calculs d'exécution. De plus, jusqu'à nouvel ordre, nous admettrons à titre de provisoire simplification, et pour ne pas compliquer nos énoncés, que suivant leur plan médian les bateaux se terminent par une ligne mathématique sans épaisseur.

Tous les bateaux et en particulier les yachts se représen-

tent par un triple système de lignes planes groupées en trois figures distinctes : les *sections horizontales ou lignes d'eau*, les *sections transversales ou couples* et enfin les *sections longitudinales*. En outre des lignes à plusieurs courbures, telles par exemple que le contour des ponts nommés *livets*, figurent en projection sur les trois figures. Dans les plans de grands navires, on a coutume de tracer des lignes d'eau, des couples des sections longitudinales respectivement équidistantes entre elles. On dessine 11 lignes d'eau, 21 couples, quatre ou cinq sections longitudinales ; dans chaque figure, chaque trait représentant une section droite de la carène équidistante des sections figurées par les deux traits voisins, on se trouve employer le mode de représentation des surfaces dite *système des plans cotés*. L'une quelconque des trois figures suffirait à la rigueur à représenter le bateau. Leur parfaite concordance assure la maximum d'exactitude dans la détermination de ses formes.

Pour un plan de yacht, et surtout pour un avant-projet de petit yacht, il n'est pas nécessaire de faire tant de lignes. Pour le croquis tout au moins il n'y a pas lieu de s'astreindre à les tracer équidistantes. On peut aussi réduire à deux le nombre des figures. On retrouve alors le mode de figuration des *plans orthogonaux* de la géométrie descriptive, pour peu qu'on représente les sections horizontales au-dessous des sections longitudinales, chaque point correspondant des deux figures étant en ses deux projections sur une ligne de rappel perpendiculaire à la droite représentative de l'intersection du plan médian avec le plan de la flottaison. Si nous voulons déterminer une section transversale, comme elle sera comprise dans un plan de profil, il nous suffira de rabattre ce plan autour de sa trace sur le plan vertical supposé confondu avec le plan médian du bateau. Chaque couple sera ainsi rabattu à sa

place sur la figure où sont déjà tracés les sections longitudinales. Enfin, dans le croquis de yacht comme en un plan de grand navire, on ne représente jamais qu'une des deux moitiés du bateau, puisqu'il est symétrique par rapport à son plan médian.

Menons deux droites parallèles  $XX' YY'$  dans le sens de la longueur de notre papier (Fig. 1). Elles vont représenter les deux projections de l'intersection de la flottaison avec le plan médian. Portons sur ces deux lignes une longueur  $AA_1 A'A_1$ , représentant la longueur de flottaison à l'échelle choisie, de préférence un vingtième. Au milieu, élevons une perpendiculaire commune  $ZZ'$  ; elle sera la trace du plan transversal milieu sur les deux plans de projection. — Notre bateau n'est encore défini que par sa longueur et son périmètre. Dans le périmètre, donnons-nous à priori la largeur au pont, et la hauteur du pont au-dessus de l'eau. Nous avons l'intention de faire un bateau relativement large pour qu'il soit stable et relativement haut sur l'eau pour qu'il soit logeable et marin. Par comparaison avec les bateaux à quille fixe de 3 tonneaux dont nous avons pu nous procurer les plans, dont la largeur est de 2 mètres ou 2 mètres 10, et dont la hauteur au-dessus de l'eau ou *franc bord* est de 40 à 50 centimètres tout au plus, nous adopterons pour notre projet 2 m. 20 de largeur au milieu du pont, ou maître bau, et 60 centimètres de franc bord. Portons sur  $ZZ' OB = 60$  (à l'échelle 3 centimètres) et sur une horizontale,  $BB_1 = \left(\frac{2,20}{2}\right) = 1 \text{ m. } 10$ , voici rabattu en  $B_1$  le point du contour extérieur, ou livet du pont au milieu. De  $B_1$  redescendons en  $C$  à la flottaison en incurvant un peu notre trait, puis un peu au-dessous de  $C$ , menons une droite tangente au trait déjà tracé coupant  $ZZ'$  en  $D$ , et telle que  $BCD$  soit égal à la demi-chaîne, c'est-à-dire

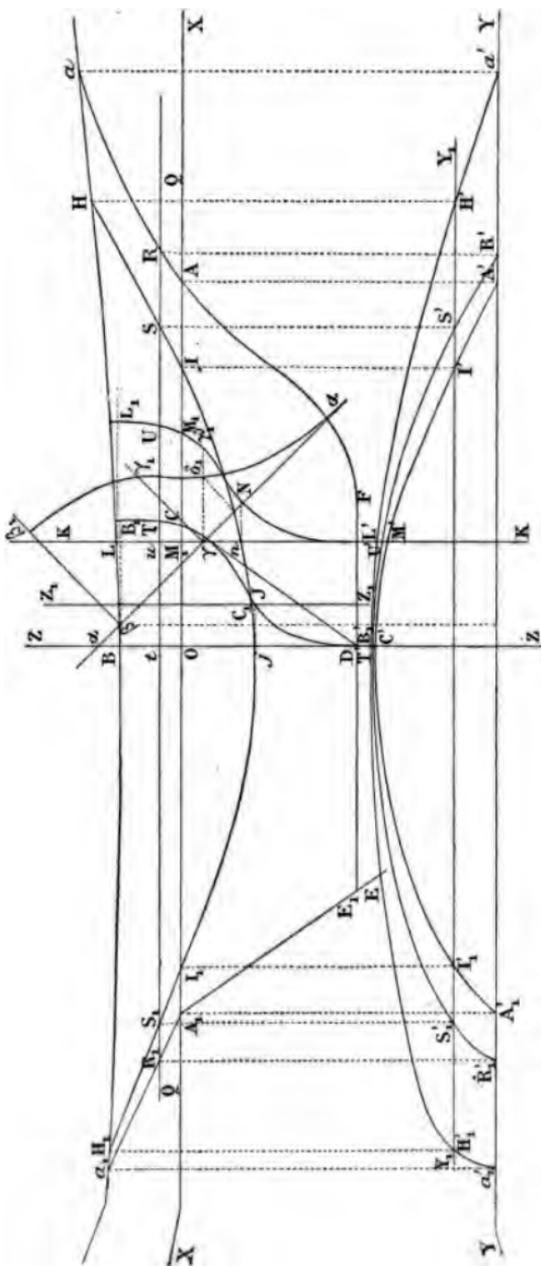


Fig. 1. — Echelle de  $\frac{1}{4}$  par rapport au plan que la figure représente lequel serait lui-même à l'échelle de

$\frac{1}{20}$  par rapport à la vraie grandeur.

au demi-périmètre diminué du demi-bau, soit  $\frac{7,70}{2} - \frac{2,20}{2}$

ou 2,75. Le point D représentera le point le plus bas du maître couple. Complétons enfin le tracé curviligne du maître couple par un élément de courbe DC<sub>1</sub>C dans lequel nous chercherons à allier la moindre surface du maître couple avec le maximum d'espace utilisable pour le logement, voici notre demi-maître couple rabattu en BB<sub>1</sub>CC<sub>1</sub>D.

Passons au tracé de la section faite dans le bateau par la place médian. Nous en connaissons déjà quatre points A, A<sub>1</sub>, B et D. Le pont, dans tout bateau et surtout dans un yacht, se relève beaucoup à l'avant, un peu à l'arrière et passe par un minimum de hauteur environ au tiers de la longueur à partir de l'arrière ; traçons-le, en cherchant à lui donner une *tonture* bien continue (la tonture est la courbure du pont dans le sens longitudinal). Soit aa<sub>1</sub> la ligne ainsi obtenue, non encore limitée à l'avant et à l'arrière. Nous savons qu'elle ne doit pas dépasser en longueur  $\frac{2}{3}$  AA<sub>1</sub> (voir chapitre précédent). Répartissons convenable-

ment cette demi-longueur disponible de AA<sub>1</sub> entre les deux extrémités : la mode actuelle est de faire la guibre plus longue que le cul de poule. Quoi qu'il en soit voici notre livet de pont tracé en projection longitudinale : projetons-les en les extrémités en a'a<sub>1</sub> sur YY.

Le trait inférieur du cul de poule va de a<sub>1</sub> en A<sub>1</sub> ; traçons-le de préférence en ligne droite. De A<sub>1</sub> va partir une seconde ligne droite qui figure l'arrière de la pièce de charpente arrière du bateau, appelée *étambot*. Cette ligne dans un yacht est très inclinée. Figurons-la en A<sub>1</sub>E.

D'autre part le point D est un point du dessous de la *fausse quille*, la pièce la plus basse du bateau. A priori nous pouvons tracer la fausse quille horizontale ou oblique. Traçons-la horizontale, ce qui est plus simple. Elle

coupe AE en  $E_1$  et se prolonge en avant de D. Raccordons-la avec une courbe passant par A et par  $a$ , voici notre profil établi suivant :  $a B a_1 A_1 E_1 D F A a$ .

Passons maintenant à la figure inférieure où doivent figurer les lignes d'eau. Nous trouvons sur YY,  $A'$ ,  $A'_1$  extrémités de la flottaison et  $a'$ ,  $a'_1$  extrémités du pont. Nous relevons sur le maître couple OC et  $BB_1$  demi largeurs de la flottaison et du pont; portons-les en  $O' C'$  et  $O' B'_1$ .

Nous avons donc pour la flottaison et pour la projection horizontale du pont trois points, une tangente à l'un de ces points (tangente parallèle à l'axe en  $C'$  et  $B'_1$  puisque ces points sont ceux où les lignes passent par le maximum de largeur). Enfin nous connaissons le caractère de ces lignes puisque dans notre projet nous voulons qu'elles soient pleines de l'avant, et très ouvertes de l'arrière. Traçons-les, suivant  $A' C' A'_1$  et  $a' B'_1 a'_1$ .

En tout ce qui précède l'art de l'architecte naval trouve bien entendu matière à s'exercer. Les lignes dont nous venons d'indiquer le tracé peuvent varier à l'infini de formes, étant donné qu'elles sont à peine déterminées par un ou deux de leurs points. Seule une pratique déjà longue des yachts, une habitude déjà prise de voir des plans de yachts permettra de leur donner une forme satisfaisante de prime abord. Un débutant devra procéder par tâtonnement, dessiner, gommer son trait, le corriger maintes et maintes fois.

Mais une fois ces quatre lignes tracées ( $1/2$  maître couple, profil,  $1/2$  flottaison et  $1/2$  projection horizontale du pont) le bateau se trouvera, suivant nous, presque complètement défini, et l'achèvement du tracé ne sera plus qu'une besogne en quelque sorte mécanique.

Avant de parler du métier, disons un mot des outils. Les outils du dessinateur de bateau sont les *lattes* et les *plombs*.

Les lattes sont en bois flexible, poirier, chêne ou sapin, d'épaisseur variable, entre un millimètre environ et 3 millimètres et hautes de 6 à 8 millimètres. Les plombs sont en forme de prisme plus nourris de matière à l'un des bouts, où est enfoncé un gros fil de cuivre retourné en crochet. En posant l'autre bout sur la table, et le fil de cuivre sur la latte, on maintient fixe le point de la latte ainsi saisi. Si l'on veut faire passer une courbe par une série de points déterminés à l'avance, on choisira une latte appropriée, on posera cette latte sur le champ en la faisant passer par un des points et en la fixant par un plomb ; on la courbera progressivement sur chaque point, et pour chaque point on mettra un plomb. Puis quand tous les points se trouveront sur le parcours de la latte, d'un seul trait de crayon glissant sur cette latte on les réunira en une courbe impeccable.

On les réunira en une courbe impeccable parce que pour réaliser le *desideratum* de la continuité de la ligne, on se sera servi du *datum* de la continuité de la matière de la latte. Encore faut-il savoir choisir pour une série de points une latte appropriée, pas trop épaisse, car sa raideur serait excessive, et elle aurait tôt fait de jeter tous les plombs à bas, pas trop mince, car se prêtant sans nul effort à la flexion, elle pourrait entre deux points suivre des parcours méplats ou sinueux. On ne peut pas apprendre dans un livre à se servir d'une latte, pas plus qu'on n'y apprendrait le maniement d'un ciseau et d'un marteau de sculpteur. Mais quelques heures de pratique feront merveille, ici où des pages de texte ne feraient que blanchir.

La latte, sans que nous en ayons encore parlé, nous avait déjà servi dans le tracé du maître couple, du livet du pont, de l'avant du profil, de la flottaison et du livet en projection horizontale. Elle va maintenant nous permettre d'achever rapidement notre tracé ; c'est-à-dire de dessiner

rapidement quelques couples, quelques lignes d'eau et quelques sections longitudinales.

Commençons par une de celles-ci, supposons-la faite à 40 centimètres du plan médian (2 centimètres à l'échelle), sa trace, sur le plan horizontal, est une parallèle  $Y_1Y_1$  à 2 centimètres de  $YY$ , et sur le plan rabattu du maître couple, c'est une parallèle  $Z_1Z_1$  à  $ZZ$ . Elles coupent le trait du pont en  $H'H'_1$ , celui de la flottaison en  $I'I'_1$ , celui du maître couple en  $J$ . Menons les lignes de rappel  $H'H$   $H'_1H_1$ ,  $I'I$ ,  $I'_1I_1$ , et par une rotation autour de  $ZZ$ , relevons le point  $J$  en  $j$ ; nous avons cinq points,  $H, I, j, I_1$  et  $H_1$  de la projection en vraie grandeur sur le longitudinal de la section envisagée.

De plus, la tangente en  $j$  est horizontale puisque  $J$  est le point le plus bas de la section; enfin nous savons qu'autour de  $I$  et de  $I_1$  la section doit être la plus tendue possible.

Posons une latte et cinq plombs sur nos cinq points, nous verrons qu'il n'y a pour ainsi dire pas deux formes possibles à lui donner, à moins de la torturer volontairement. Notre section à 40 cm. du plan médian est donc tracée. Rien ne nous empêche de tracer de même plusieurs autres sections, deux, par exemple, l'une à 20 l'autre à 60 cm. du plan médian.

Supposons qu'elles soient tracées et cherchons à rabattre un couple quelconque. Soit  $KK$  sa trace. Nous en trouverons, sur le plan horizontal, depuis l'axe jusqu'aux points  $Z'_1$  et  $M'_1$  les demi-largeurs au pont et à la flottaison. Portons-les suivant l'horizontale  $LL_1$  et suivant  $MM_1$  sur  $XX$ . D'autre part  $KK$  coupe le trait de la section effectivement tracée en  $n$ . Dans le rabattement du couple, le point réel de l'intersection du couple et de la section se rabattra à 2 centimètres à droite de  $KK$ , puisque, dans l'espace, il est à 40 cm. du plan médian. Autant de sections, autant de points.

Enfin nous avons l'aboutissement du couple au dessous-queue. C'est donc, en tablant sur trois sections, un total de six points pour déterminer notre couple. La détermination peut passer pour précise.

S'agit-il maintenant de déterminer des lignes d'eau, celle par exemple à 20 centimètres au-dessus de la flottaison. Figurons sa trace QQ sur le plan longitudinal à 1 cm. à l'échelle au-dessus de XX. Elle coupe le profil en RR<sub>1</sub>, la section à 40 cm. du plan médian en SS<sub>1</sub>, enfin, les segments de QQ interceptés dans les demi-rabattements des couples indiquent les demi-largeurs des couples au niveau QQ. Menons les lignes de rappel RR' SS', portons sur les traces des couples, à partir de l'axe, les demi-largeurs correspondant à T et à UV, nous aurons autant de points que de couples, deux fois autant de points que de sections longitudinales y compris la section médiane : la ligne d'eau pourra être aussi bien déterminée que nous le voudrons.

Toutefois, entre tant de points obtenus rigoureusement et précisant le trajet de notre ligne d'eau, il peut se faire que la latte ait peine à suivre un parcours sans sinuosités ni méplats. Nous devons si le casse présente, abandonner certains de ces points, en passant le plus près possible en moyenne de tous. Pour fixer les idées, supposons que les points ainsi abandonnés soient ceux que nous avaient données les sections longitudinales.

Ils ne se correspondraient plus dans les deux projections si l'on n'avait soin de les corriger en menant une nouvelle ligne de rappel depuis le point adopté pour la ligne d'eau jusqu'à sa trace QQ. On corrigera alors la section, mais en corrigeant la section il se peut qu'on change les points correspondants aux couples voisins ; il faut alors corriger les couples, et ainsi de suite. Cette fastidieuse opération qui s'appelle le balancement est indispensable pour réaliser

un plan de forme exact, et nous la conseillerions même en un croquis pour toute erreur dépassant en importance l'épaisseur d'un trait de crayon demi dur.

Quand on aura tracé un nombre suffisant de sections, de couples et de lignes d'eau, qu'on les aura convenablement balancées, la surface du bateau se trouvera complètement déterminée, c'est-à-dire qu'on pourra obtenir la forme de son intersection avec une surface quelconque. Cherchons par exemple l'intersection du bateau avec un plan perpendiculaire au plan longitudinal, et se projetant suivant  $aa$ . Rabattons le plan considéré sur le plan médian, autour de  $aa$ . Le point du livet du pont se rabat en  $\beta_1$  à droite de son intersection  $\beta$  avec  $aa$  à une distance d' $aa$  égale à  $\beta_1\beta'$  relevé sur la projection horizontale du pont. On trouvera par la même méthode les points correspondants à la flottaison et à chaque ligne d'eau. Le point correspondant au couple est en  $\gamma_1$ , sur une perpendiculaire à  $aa$  en  $\gamma$ , intersection d' $aa$  et de  $KK$ , et à une distance de l'axe égale à la demi-largeur du couple à cette hauteur  $\gamma\gamma_1$ . Le point correspondant à la section longitudinale est sur une perpendiculaire à  $aa$  en son intersection avec le trait de la section, et à la distance de 40 cm. (2 cm. à l'échelle) de  $aa$ , puisqu' $aa$  est située dans le plan médian, et que tous les points de la section que nous avons tracée sont à 40 cm. de ce plan.

On voit que la section  $aa$  peut être déterminée par le menu.

En terminant, nous conseillerons pour l'élaboration du premier croquis d'un tracé de yacht l'emploi du papier quadrillé au millimètre. Il dispense d'une pénible besogne matérielle de constructions de parallèles et de perpendiculaires, il donne toutes tracées les lignes de rappel dont on a incessamment besoin, et, bien que, susceptible de déformations locales, il soit pour ce motif inacceptable

pour un tracé d'exécution, il est grandement assez précis, malgré tout, pour l'élaboration d'un croquis de l'ordre de celui que nous envisageons.

## CHAPITRE IV

### CALCUL DU DÉPLACEMENT.

La méthode de tracé que nous venons d'exposer prouve qu'à la rigueur on pourrait se passer de tout tracé pour la construction d'un petit bateau. Nous avons montré que le maître couple, le profil, le pont et la flottaison, en somme quatre lignes seulement choisies à priori, définissaient, presque ne varietur la forme de la coque. Que les lignes soient matérialisées, que l'on construise à priori le maître couple, la charpente médiane, qu'on réalise encore deux autres courbes types (en pratique, on se donnerait alors de préférence deux couples, l'un de l'avant, l'autre de l'arrière), puis, que, sur les pièces de charpente ainsi taillées et assemblées les unes sur les autres, on allonge des planchettes flexibles, des lattes à construire qui feront l'office de nos lattes à tracer, on obtiendra comme une première carcasse du bateau sur laquelle on pourra tailler toutes les pièces de la charpente transversale : les pièces dites *membrures* ou couples de construction seront définies de la sorte comme nous venons de définir nos couples de tracé. Cette méthode de construction est la seule en usage parmi bien des constructeurs de barques de pêche de la côte bretonne.

Si donc l'architecte naval doit dessiner entièrement un plan, ce n'est pas que ce plan soit rigoureusement indispensable pour passer à l'exécution. C'est que, seul, il permet de procéder à l'avance à quelques indispensables cal-

culs, vérification de la bonne répartition du volume sur la longueur, puis calcul du *déplacement* du bateau, c'est-à-dire du volume de sa partie immergée sur lequel on se basera pour déterminer le volume et la forme du lest, qui, nous l'avons dit, est logé tout entier dans la fausse quille, et épouse par suite les formes de la coque dans la partie basse, enfin calculs de la stabilité transversale et longitudinale du yacht, qui permettront de vérifier d'avance s'il est apte à porter toute la toile qu'on lui destine.

Nous allons montrer comment, sur le croquis dessiné au précédent chapitre, ces premiers calculs peuvent être dégrossis.

Supposons la *carène* du bateau (c'est-à-dire la partie de la coque au-dessous de la flottaison) coupée par une série de plans transversaux en tranches assez minces pour que dans chaque tranche on puisse considérer que la surface des couples ne varie pas d'une façon sensible. On pourra admettre que le volume de la tranche est égal au produit de son épaisseur par cette surface du couple constante pour

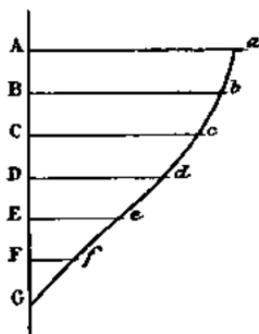


Fig. 2.

chaque tranche. Le volume du bateau sera égal à la somme de ces volumes. Si les tranches sont toutes de même épais-

seur, l'épaisseur commune des tranches, l'équidistance des sections transversales tracées entrera en facteur commun dans tous les produits. Le volume de la coque sera égal au produit de cette équidistance par la somme des surfaces des couples de chaque tranche.

Le problème de la recherche des volumes est donc ramené au problème de la recherche des surfaces. Pour résoudre ce problème plus simple, procédons de la même façon : coupons par une série de lignes d'eau équidistantes le couple dont nous voulons mesurer l'aire (figure 2).

Admettons que les éléments du contour du couple *ab*, *bc*, etc., compris entre ces lignes d'eau puissent être considérés comme rectilignes. Les figures *AaBb*, *BbCc*, etc., sont des trapèzes, et nous avons :

$$\text{Surface } AaBb = \frac{Aa + Bb}{2} \times AB$$

$$\text{Surface } BbCc = \frac{Bb + Cc}{2} \times BC$$

.....

$$\text{Surface } EeFf = \frac{Ee + Ff}{2} \times EF$$

Enfin :

$$\text{Triangle } FfG = \frac{Ff}{2} \times FG$$

Ajoutons ces égalités membre à membre, en remarquant que les facteurs *AB*, *BC*... *EF*, *FG* sont égaux à l'équidistance *m* des lignes d'eau, nous aurons :

Somme des surfaces des trapèzes et du triangle ou surface du couple :

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{Aa + Bb}{2} + \frac{Bb + Cc}{2} \dots + \frac{Ee + Ff}{2} + \frac{Ff}{2} \right) m \\ &= \left( \frac{Aa}{2} + Bb + Cc \dots + Ee + Ff \right) m \end{aligned}$$

Si comme cela se présente en réalité, le dessous quille avait été figuré avec une épaisseur réelle, la dernier élément de surface eût été un trapèze et la somme entre parenthèse se terminerait par un terme contenant 2 au dénominateur. Cette méthode du calcul de la surface d'un demi-couple, s'appliquera en général pour toute surface comprise entre un élément de courbe, une ligne droite et deux perpendiculaires abaissées sur cette droite des extrémités de la courbe ; il suffira de diviser la droite en un nombre quelconque de parties égales, de lui élever des perpendiculaires par chaque point de division, de mesurer la longueur de ces perpendiculaires, et de multiplier par la longueur commune des divisions la somme des perpendiculaires intérieures à la surface, augmentées de la demi-somme des perpendiculaires extrêmes.

Si, comme nous le conseillons, on emploie, pour faire le premier croquis d'un yacht, du papier quadrillé au millimètre, et qu'en outre on ait adopté une échelle simple, l'échelle de un vingtième par exemple, la surface d'un couple peut se mesurer d'une façon presque instantanée. Il est toujours facile en effet d'en modifier un tant soit peu l'aboutissement au-dessous de fausse-quille de façon à le remplacer par un trait donnant une aire sensiblement équivalente et se terminant à une des lignes plus marquées qu'on trouve sur le papier de centimètre en centimètre. La flottaison a été tracée sur une des lignes très foncées qui se trouvent de cinq en cinq centimètres. Dans ces conditions, les traits de centimètres partagent en divisions égales la hauteur de notre couple. D'un coup d'œil, comptons les divisions de la demi-ouverture à la flottaison, et marquons le milieu de cette demi-ouverture. Appliquons sur la ligne de flottaison le bord d'une bande de papier, marquons-y la longueur de la moitié de la demi-ouverture, reportons la bande de papier à la ligne de centimètre

au-dessous, en faisant coïncider avec l'axe du couple une des extrémités de la longueur que nous venons de reporter sur elle, et portons à la suite la demi-ouverture entière du couple à ce niveau. Passons à la suivante, et ainsi de suite jusqu'à la dernière dont nous prendrons seulement la moitié. Nous réalisons ainsi la sommation nécessaire d'une façon purement graphique, en évitant toute erreur de relevé ou d'addition, et en économisant le temps des relevés et des additions.

Pour un trois tonneaux de la nature de celui dont nous faisons le projet, le tirant d'eau est de 1 m. 60. Au vingtième, 1 m. 60 se traduit par 8 centimètres : c'est donc neuf longueurs à ajouter sur la bande de papier.

Si l'on voulait plus de précision, pour les couples des extrémités dont la hauteur sur le plan n'est que de 2 ou 3 centimètres, on prendrait pour équidistance cinq millimètres, et l'on trouverait encore sur le papier quadrillé des lignes assez marquées pour être distinctes des autres lignes.

Au lieu d'employer une bande de papier on peut encore se servir d'un grand compas à pointes sèches, qu'on ouvre de plus en plus, en plaçant chaque fois une de ses pointes sur l'axe, en piquant sa seconde pointe sur la ligne d'eau correspondante, et en écartant la première pointe jusqu'à la faire coïncider avec le trait du couple. Si le compas n'est ni assez raide d'articulation pour que ses branches puissent fléchir élastiquement sous l'effort, ni assez mou pour qu'elles puissent s'entrouvrir ou se renfermer d'elle-même, ce procédé donnera des résultats plus exacts encore que l'emploi de la bande de papier à cause des erreurs de marquage qu'on peut commettre en repérant les points successifs sur celle-ci.

Supposons que pour le maître couple nous ayons pris la division en centimètres : mesurons la distance des points *extrêmes* tracés sur la bande de papier ou l'écartement

total des deux pointes du compas, au moyen d'un double décimètre. Nous trouvons par exemple 20 cm. 5. Puisque notre échelle est celle du vingtième, il nous faudra, pour avoir la somme des grandeurs réelles que nous avons graphiquement relevées sur le plan multipliée par 20 la somme résultant de ce relevé graphique, 20,5.

Puis, pour avoir la surface du couple, il faudra multiplier ce produit par l'équidistance réelle de nos lignes d'eau, c'est-à-dire 20 fois un centimètre qui est l'équidistance des lignes du tracé. Nous n'aurons encore que la surface du 1/2 couple, pour avoir la surface du couple entier, il faudra doubler le chiffre obtenu. En somme, la surface du couple est  $20,5 \times 20 \times 1 \times 20 \times 2 = 205 \times 800, = 164000$ . 16400 centimètres carrés valent  $1^{\text{m}^2},64$ . Remarquons qu'il est inutile de tenir compte en ces transformations d'échelle des divers facteurs 10 et que seuls les facteurs 2 importent. En effet, au lieu de multiplier par 800, multiplions par 8, et faisons abstraction des virgules, nous trouvons 1640... Or puisque notre maître couple a

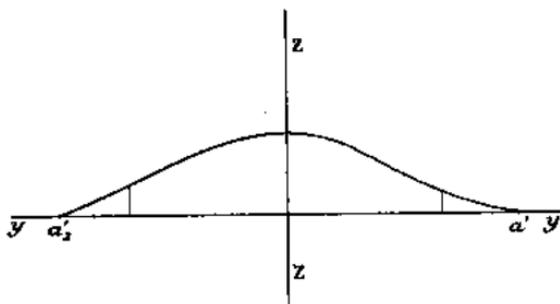


Fig. 3.

2 m. 20 de large et 1 m. 60 de profondeur, il ne peut évidemment pas avoir une surface ni de 16 mètres carrés, ni de  $0^{\text{m}^2},16$ . Sa surface est donc forcément 1 m. 64.

En somme, manipuler une bande de papier ou un compas à pointes sèches, mesurer une seule longueur totale au double décimètre (ou à défaut d'un double décimètre avec la division même du papier quadrillé), multiplier le chiffre trouvé par 8 et choisir par l'évidence la position de la virgule dans la mesure du produit, voici à quoi se réduit la mesure de l'aire d'un couple.

Supposons obtenues les aires de tous les couples, et supposons que nous ayons porté sur les traces de ces couples, au-dessous de l'axe YY de la figure 1 (axe que nous nous supposons reproduit pour faciliter la lecture de ce chapitre, en la figure 3), des longueurs proportionnelles à ces surfaces (par exemple à l'échelle de 10 cm. pour mètre carré, ce qui pour le maître couple, lequel correspond au maximum de la courbe, donnera une longueur de 16 cm. 4.

Il est évident, puisque la carène est absolument continue dans toutes les lignes de son tracé, que la courbe joignant tous ces points serait ainsi absolument continue.

Puisqu'il en est ainsi, pour la tracer, il va nous suffire d'en connaître quelques points, et de nous servir d'une latte judicieusement choisie. Nous connaissons déjà trois points: les deux extrémités de la flottaison pour lesquels la surface des sections transversales immergées est nulle, et qui sont par suite eux-mêmes des points de la courbe, et le point à 16 cm. 4 sur une perpendiculaire au milieu de la flottaison qui représente la surface du maître couple. Deux autres points, un à l'avant, l'autre à l'arrière, suffiront à achever de la déterminer d'une façon très suffisamment précise. Donc, il nous reste deux couples seulement à tracer et à mesurer : nous avons vu que ni le tracé ni la mesure ne sont pénibles à réaliser.

Il faut choisir les deux couples en question relativement près des extrémités, environ à un huitième de la longueur de flottaison ; en effet les courbes des aires des couples de

yachts honnêtement tracées sont toujours infléchies à l'avant et assez tendues à l'arrière. Au milieu elles sont très continues et suffisamment caractérisées par le point du maître couple ; seules les régions extrêmes peuvent laisser à la latte quelque indécision et demandent à être précisées par un nouveau point. Cette courbe des aires des couples est évidemment, comme nous l'avons fait ressortir au chapitre II, la ligne représentative de la répartition du déplacement sur la longueur. Si nous la découpons en tranches étroites, la surface de chaque tranche représentera le volume de la tranche faite à la même place dans le bateau, puisque la surface du trapèze réalisé dans la courbe des aires des couples sera égal au produit de l'épaisseur de la tranche par la longueur représentant la surface du couple supposée constante dans l'étendue de la tranche.

Donc, pour avoir le volume du bateau, il nous suffira de mesurer la surface comprise entre la courbe des aires des couples et l'axe YY. Cette mesure de surface se fera de la même façon que précédemment. Notre bateau a 7 mètres de long. Sa flottaison A'A' est représentée par une longueur de 35 centimètres. Comme nous avons eu soin de la faire partir d'une ligne de 5 centimètres du papier, et de la faire aboutir par conséquent à une ligne de 5 centimètres, les autres lignes similaires du papier nous donnent une division en 7 parties égales : S'il en était autrement, si le bateau n'avait pas pour longueur un nombre exact de mètres, nous corrigerions un des aboutissements de la courbe, ou nous adopterions une équidistance différente, pour nous servir de certaines des lignes de centimètres du papier quadrillé.

Répétons notre addition graphique avec une bande de papier. Ce sera cinq longueurs à ajouter puisque les longueurs des ordonnées extrêmes de la courbe sont nulles.

Mesurons la longueur totale de ces cinq longueurs mises bout à bout, nous trouvons 65 cm. 1.

Il nous faut maintenant transformer cette longueur en volume. Si 10 centimètres représentent un mètre carré, 65 cm. 1 valent 6 m. 51 : il n'y a qu'un déplacement de virgule à opérer. Puis, notre équidistance de cinq centimètres sur le plan valant un mètre dans l'espace, notre volume est  $6,51 \times 1 = 6^{\text{m}^3},51$ . En somme, avec les échelles choisies, nous n'avons pas à multiplier par un facteur numérique différent de 1 la longueur mesurée, et comme, évidemment, le bateau ne déplace ni  $65^{\text{m}^3},10$ , ni  $0^{\text{m}^3},651$ , son déplacement est forcément  $6^{\text{m}^3},51$ .

Si nous avons cru devoir tant insister sur le choix des échelles de traces c'est que l'habitude d'employer toujours la même méthode judicieusement choisie simplifie au-delà de toute expression l'élaboration du premier croquis d'un yacht. Un architecte naval expérimenté, peut, ayant choisi la longueur, le maître bau et la chaîne d'un yacht, dresser un premier croquis suffisant pour l'élaboration d'un devis estimatif chez un constructeur, et pour savoir le poids de la quille métallique qui influe sur le prix, mesurer le volume du bateau projeté, le tout en moins de une heure et demie.

## CHAPITRE V

### THÉORIE ÉLÉMENTAIRE DE LA STABILITÉ DES CORPS FLOTTANTS. CALCUL DES RAYONS MÉTACENTRIQUES.

Une notion très fausse, et pourtant répandue chez nombre de gens instruits, exposée même dans plusieurs traités de physique élémentaire, est qu'un flotteur n'est en équilibre stable que quand son centre de gravité est au-dessous de son centre de poussée ; autant dire qu'un corps reposant

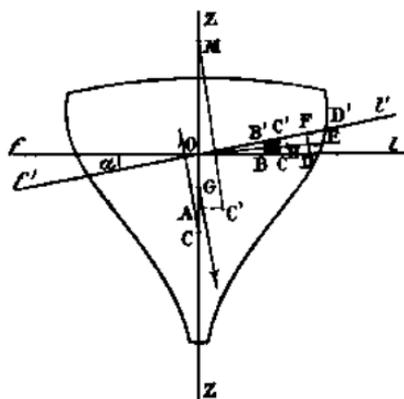


Fig. 4.

sur un plan horizontal ne peut être en équilibre stable puisque son centre de gravité est toujours au-dessus des points d'application de la poussée. Le raisonne-

ment faux que l'on fait est le suivant : soit  $G$  le centre de gravité d'un bateau (fig. 4),  $C$ , le centre des poussées exercées par l'eau sur sa carène, ou *centre de carène*, et supposons que  $G$  soit au-dessus de  $C$ . Si le bateau s'incline, vers la droite par exemple, et que la flottaison passe de la position  $fl$  à la position  $f'l'$ , le bateau sera soumis à un couple dont les forces sont dirigées suivant la verticale, perpendiculaire maintenant à la nouvelle flottaison, et dont l'une est le poids appliqué en  $G$  et tirant le bateau de haut en bas, l'autre la poussée appliquée en  $C$  et le poussant de bas en haut. Le bateau ne peut donc manquer de chavirer.

On oublie que quand la flottaison passe de  $fl$  à  $f'l'$ , le centre de carène ne reste pas en  $C$ , qu'il vient en  $C'$  et que pour peu que  $C'$  soit à droite de la nouvelle verticale passant par  $G$ , le couple qui va se produire tend à redresser le bateau et non à l'incliner davantage.

Supposons que l'angle  $\alpha$  des deux flottaisons soit très petit ; menons par  $C'$  une perpendiculaire à  $FL'$  et prolongeons-la jusqu'à son intersection avec l'axe  $ZZ$ , en  $M$ . Pour que le couple poids et poussée provoque le redressement du bateau dès qu'il commence à s'incliner, il faut et il suffit, comme le montre la figure, que le point  $M$  soit au-dessus du point  $G$ .

Le point  $M$  s'appelle le *métacentre*, la distance du centre de carène au métacentre s'appelle *rayon métacentrique* et se désigne par la lettre  $\rho$ . La distance entre le centre de carène et le centre de gravité se désigne par la lettre  $a$ , et comme dans tous les navires de guerre ou de commerce, le centre de gravité est *toujours au-dessus* du centre de carène, on compte  $a$  positivement de bas en haut à partir du centre de carène. Pour que le bateau soit stable, il faut et il suffit que le terme  $\rho - a$  soit positif, et, toutes cho-

ses égales d'ailleurs, le bateau est évidemment d'autant plus stable que  $\rho - \alpha$  est plus grand.

Jusqu'à présent nous avons supposé que le bateau s'incline par le travers, ou suivant la longueur. Dans les directions intermédiaires, les perpendiculaires aux flottaisons passant par C et C' ne se rencontrent plus. M est alors le pied de la perpendiculaire commune aux deux droites.

Autant de positions choisies pour l'axe d'inclinaison, autant de positions différentes pour le centre de carène C' et le métacentre M, autant de longueurs différentes pour le rayon métacentrique. Mais cette longueur variable du rayon métacentrique est comprise entre deux limites ; sa valeur la plus faible correspond à l'inclinaison du bateau par le travers, inclinaison visiblement la plus facile à obtenir ; sa valeur la plus forte correspond à l'inclinaison dans le sens de la longueur, sens dans lequel le bateau est naturellement le plus stable.

Il suffit d'envisager ces valeurs limites, le rayon métacentrique transversal minimum pour lequel se réservera en propre l'emploi de la lettre  $r$  et le rayon métacentrique longitudinal maximum qu'on désigne par R.

Cherchons à définir la valeur du rayon métacentrique transversal. Pour cela, nous remarquerons que la nouvelle carène limitée à la flottaison  $f' l'$  est égale à l'ancienne carène limitée à la flottaison  $f l$ , augmentée de l'onglet  $l o l$  compris entre les deux plans  $f l, f' l'$  à droite de leur intersection et diminuée de l'onglet gauche  $f o f'$ .

Ces deux carènes sont d'ailleurs de même déplacement, donc la différence du volume des onglets est nulle. Comme cette différence représente le volume engendré par la flottaison tournant autour d'un certain axe d'un angle  $\alpha$ , et que, d'après le théorème de Guldin, le volume engendré par la rotation d'une surface est égal au produit de la surface par le chemin décrit par son centre de gravité, il faut

en conclure que le centre de gravité se trouvait situé sur l'axe de rotation, autrement dit que l'intersection des plans  $f l f' l'$  passe par le centre de gravité de la flottaison, et dans le cas particulier actuel, est comprise tout entière dans le plan longitudinal médian.

Egalons le moment par rapport à ce plan de la nouvelle carène, à la différence entre le moment de l'ancienne carène et le moment des deux onglets. Comme le moment de l'ancienne carène est nul, puisque son centre de gravité est dans le plan nous avons

$$V \overline{CA} - \text{Moments des onglets} = 0$$

Ce dernier moment est d'ailleurs égal à la somme arithmétique du moment de chaque onglet, puisque le poids de l'onglet émergé et la poussée de l'onglet immergé tendent à faire tourner le bateau dans le même sens.

Mais l'angle  $CMA$  étant égal à  $\alpha$ , et, puisqu' $\alpha$  est supposé très petit,  $\overline{CA}$  pouvant être considéré comme égal à  $\overline{MA}\alpha$ , nous avons  $\overline{MA}\alpha V$  ou  $r\alpha V =$  moment des onglets. Il faut maintenant calculer le moment des onglets. Nous allons le faire par deux méthodes différentes. L'une qui comporte un peu de calcul intégral a l'avantage de bien faire comprendre aux personnes que n'effraye pas ce calcul le mécanisme de la théorie des rayons métacentriques; l'autre, plus simplifiée et n'exigeant pour être comprise que des connaissances mathématiques élémentaires, conduit plus rapidement à la méthode pratique par laquelle on obtient la valeur de  $r$ .

#### *Première Méthode.*

Supposons les deux flottaisons décomposées par des perpendiculaires à leur axe commun en une série de tranches infiniment petites de longueur  $dy$ , puis découpons

chaque tranche par des cylindres ayant pour axe l'intersection des deux flottaisons et distants de la longueur très petite  $dx$  à leur périphérie.

Le petit élément de volume dont la section droite est  $BB'CC'$ , situé à la distance  $OB = x$  de l'axe a pour volume le produit de sa surface de base  $BB'CC'$  par l'épaisseur de la tranche  $dx$ , soit  $\overline{BB'} \times \overline{BC} \times dx$  mais  $BB' = x\alpha$ ,  $BC = dx$ . Son volume est donc  $\alpha x dx dy$ ; son moment par rapport à l'axe  $O$  sera  $= \alpha x^2 dx dy$ . Le moment total des onglets s'obtiendra en ajoutant les uns aux autres tous les moments élémentaires ainsi obtenus.

Or dans cette somme de moments élémentaires  $\alpha$  viendra en facteur commun. D'autre part, les produits de la forme  $dx dy$  représentent l'aire d'un élément de la surface de la flottaison situé à la distance  $x$  de l'axe. Le moment des onglets s'obtiendra donc en multipliant par  $\alpha$  la somme des produits des éléments de surface de la flottaison par le carré de leur distance à l'axe.

Cette somme de produits est ce qu'on appelle en algèbre le moment d'inertie de la flottaison par rapport à son axe; on le désigne par la lettre  $I$ .

Le moment des onglets est égal à  $\alpha I$  et comme il est d'autre part égal à  $r\alpha V$ , nous avons

$$r\alpha V = \alpha I$$

$$r = \frac{I}{V}$$

*Le rayon métacentrique transversal  $r$  est donc égal au quotient du moment d'inertie de la flottaison par rapport à son axe longitudinal, divisé par le volume de la carène.*

On démontrerait de même que le rayon métacentrique longitudinal  $R$  est égal au quotient du moment d'inertie

de la flottaison par rapport à son axe transversal divisé par le volume de la carène.

Passons maintenant à la recherche pratique du moment d'inertie transversal.

Pour l'obtenir, il faudra dans chaque tranche intégrer dans toute la largeur  $2l$  de la flottaison l'expression  $\int x^2 dx$  ou ce qui revient au même, l'intégrer depuis l'axe jusqu'à la demi-largeur  $l$ , et doubler le résultat obtenu. Intégrons. Nous avons

$$2 \int_0^l x^2 dx = \frac{2l^3}{3}$$

Puis sur toute la longueur  $L$  de la flottaison nous aurons à intégrer l'expression  $\int \frac{2}{3} l^2 dy$ , dans laquelle  $l$  varie avec  $y$  d'une façon qui n'est point exprimée par une fonction algébrique. Nous opérerons graphiquement cette intégration en partageant la longueur de la flottaison en un nombre suffisant  $n$  de divisions égales assez rapprochées pour qu'on puisse pratiquement admettre que dans l'étendue d'une division de longueur  $\frac{L}{n}$ , la valeur de  $l$  ne varie sensiblement pas. Dans ces conditions la valeur de l'intégrale pour une division quelconque sera égale à  $\frac{L}{n} \times \frac{2l^3}{3}$ , et pour la flottaison toute entière, elle sera

$$I = \frac{L}{n} \text{ somme de } \frac{2l^3}{3}$$

ou

$$I = \frac{2}{3} \frac{L}{n} \text{ somme de } l^3$$

*Deuxième Méthode.*

Soit à chercher le moment des onglets par rapport à l'axe commun des deux flottaisons voisines.

Coupons les onglets par des plans normaux à cet axe, divisant en  $n$  parties égales la longueur  $L$  de la flottaison, et supposons  $n$  assez grand pour que dans toute l'étendue d'une tranche de longueur  $\frac{L}{n}$ , la demi-largeur de la flottaison  $OD = l$  puisse être considérée comme constante. Chaque tranche pourra alors être considérée comme un petit prisme droit à base triangulaire  $ODD'$  et de hauteur  $\frac{L}{n}$ . L'angle  $\alpha$  étant très petit. On peut poser :

$$\text{Surface } ODD' = OD \times \frac{DF}{2}$$

$$DF = OD\alpha$$

$$\text{Surface } ODD' = \overline{OD}^2 \alpha = \frac{l^2 \alpha}{2}$$

$$\text{Volume du prisme} = \frac{l^2 \alpha}{2} \frac{L}{n}$$

Pour avoir le moment du prisme nous multiplierons son volume par la distance de son centre de gravité à l'axe.

Ce centre de gravité correspond au centre de gravité  $H$  du triangle  $ODD'$ , lequel est aux  $\frac{2}{3}$  de la médiane  $OE$  du triangle.

L'angle  $\alpha$  étant très petit on a sensiblement :

$$OE = OD \quad OH = \frac{2}{3} l$$

Donc on peut écrire :

$$\begin{aligned} \text{Moment du prisme} &= \frac{L}{n} \frac{l^2 \alpha}{2} \times \frac{2}{3} l \\ &= \frac{1}{3} \frac{L}{n} \alpha \times l^3 \end{aligned}$$

## 62 ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION DU YACHT

En ajoutant les moments de tous les prismes constitutifs d'un onglet on a :

$$\text{Moment d'un onglet} = \frac{1}{3} \frac{L}{n} \text{ somme de } l^3$$

et enfin pour les deux onglets :

$$\text{Moment des deux onglets} = \frac{2}{3} \frac{L}{n} \times \alpha \times \text{somme de } l^3.$$

Posons  $\frac{2}{3} \frac{L}{n} \times \text{somme de } l^3 = I$ , il vient

$$r\alpha V = I\alpha$$

$$r = \frac{I}{V}$$

Sans nous préoccuper de la signification algébrique du terme  $I$ , nous avons, par l'exposé qui précède, déterminé tout au moins la manière de le calculer. Appliquons cette méthode à la recherche de  $I$  pour notre projet de yacht.

La flottaison est partagée en 7 divisions par les lignes de 5 centimètres. Nous relèverons les longueurs des 5 ordonnées figurant sur ces lignes. Nous trouvons cinq nombres exprimés en centimètres : l'échelle étant de  $\frac{1}{20}$ , un centimètre représente 0 m., 2. Il faut donc multiplier par 0,2 les nombres trouvés pour avoir la valeur *en mètres* des demi-largeurs réelles de la flottaison.

Ceci fait, élevons ces demi-largeurs au cube, et faisons la somme de tous les cubes. Nous trouvons 5,325. Multiplions par l'équidistance réelle de nos ordonnées : comme elle est de un mètre dans l'espace, le produit reste 5,325.

Prenons-en les  $\frac{2}{3}$  nous trouvons  $I = 3,55$ . Divisons par le volume déjà obtenu de la carène  $V = 6,51$  nous trouvons

$$r = \frac{I}{V} = 0 \text{ m. } 55$$

Cette fois, il ne s'agit plus d'opérer sans réflexion, sûr d'être guidé dans la position finale de la virgule dans le chiffre de  $r$  par l'évidence même. Notre bateau, s'il était mal conçu, pourrait fort bien n'avoir que 0 m. 055 de  $r$ , ce qui devrait nous conduire à refaire immédiatement notre projet : dans le calcul de  $r$ , abandonnons donc les méthodes simplifiées et n'oublions pas que puisque dans l'expression  $r = \frac{I}{V}$ ,  $V$  est exprimé en mètres cubes, il faut évaluer toutes les longueurs servant à calculer  $I$  en mètres, et qu'alors  $r$  sera aussi exprimé en mètres ou fractions de mètres.

Nous ferons remarquer que le mode de calcul indiqué du moment d'inertie transversal ne suppose pas rigoureusement la division de la longueur de flottaison en parties égales, il faut seulement que dans l'étendue d'une division on puisse considérer les demi ouvertures de la flottaison comme sensiblement constantes. Pour se servir des lignes du papier quadrillé dans le cas où la longueur de flottaison ne permettrait pas une division en parties égales par ces lignes, on pourra adopter une division en  $p$  parties dont  $(p - 1)$  égales entre elles et la dernière différente de toutes les autres. Soit  $m$  la longueur réelle des  $(p - 1)$  parties égales, et  $n$  la longueur de la dernière partie, la valeur de  $I$  sera

$$I = \frac{2}{3} \left[ m \left( l_1^3 + l_2^3 + \dots + l_{p-1}^3 \right) + n l_p^3 \right]$$

Le calcul de  $r$  est indispensable pour tout projet dressé avec quelque soin. Celui de  $R$  l'est beaucoup moins. La stabilité longitudinale d'un yacht de formes moyennes est toujours assez grande pour qu'il ne risque point de chavirer par l'avant. Ce sera donc exceptionnellement qu'on aura besoin d'envisager  $R$ , soit qu'on veuille construire un yacht de formes très spéciales, soit qu'on veuille se rendre

compte de la façon dont un yacht donné supportera l'effort d'inclinaison longitudinale qu'il subit de la part de sa voilure.

Dans ce cas, et bien que cette méthode ne soit pas celle qu'on emploie pour les calculs complets des grands bâtiments, il faudra opérer sur l'axe transversal comme nous venons d'opérer sur l'axe longitudinal ; on le divisera en parties égales, on prendra le cube des ordonnées comptées parallèlement au plan médian, on en fera la somme. Comme la flottaison n'est pas symétrique par rapport à l'axe transversal, il faudra compter toutes les ordonnées, de l'axe à chaque extrémité vers l'avant ou vers l'arrière. La valeur du moment d'inertie sera le tiers de la somme de leur cube multiplié par leur équidistance.—D'autre part, comme axe transversal, on ne devra pas, pour un yacht, se contenter de prendre la perpendiculaire au plan médian par le milieu de la longueur de la flottaison : il faudra prendre une perpendiculaire à ce plan passant par le centre de gravité de la flottaison, déterminé par la méthode que nous allons exposer au chapitre suivant.

## CHAPITRE VI.

### DÉTERMINATION DU CENTRE DE CARÈNE.

S'il n'est pas nécessaire, pour qu'un bateau soit en équilibre stable, que son centre de carène soit au-dessus de son centre de gravité, il faut tout au moins que ces deux points soient sur la même verticale.

On ne sera donc sûr de voir le bateau qu'on projette flotter après construction suivant la flottaison projetée, que si l'on a à l'avance déterminé les éléments de la construction, de telle sorte que cette coïncidence sur une même verticale des deux centres soit réalisée.

Il faut donc savoir déterminer leur position. On cherchera d'abord celle du centre de carène : celle du centre de gravité en dépendra : quand le plan de construction sera assez avancé pour qu'on puisse connaître le déplacement et le centre de gravité de la coque et de la voilure, on réglera le poids et la position du lest de façon à amener, dans le sens de la longueur, le centre de gravité total à la position désirable.

Dans le sens transversal, le bateau, sauf en quelques légers détails d'aménagement, étant un corps symétrique, son centre de gravité est forcément dans le plan axial, de même que le centre de carène. Enfin les positions en hauteur de ces deux centres nous importent fort puisque d'elles dépend la valeur du terme  $a$  dans l'expression  $\rho - a$  dont la grandeur caractérise la stabilité du bateau. Celle du centre de gravité ne pourra être connue exacte-

ment que plus tard. Mais celle du centre de carène est tout de suite susceptible d'être calculée.

*Calcul des ordonnées du centre de carène.*

Le centre de carène, appellation nautique du terme de physique *centre de poussée* du bateau, est ce qu'en géométrie et en mécanique on nommerait *centre de gravité du volume immergé* du bateau. Pour l'obtenir, nous appliquerons la méthode de recherche des centres de gravité de volume ; nous décomposerons le volume en volumes élémentaires, nous chercherons la valeur des moments de ces éléments de volume par rapport à un axe, nous en ferons la somme et nous la diviserons par le volume total ; nous obtiendrons ainsi le bras de levier par rapport à l'axe choisi de la résultante. En recommençant cette opération par rapport à un autre axe, nous aurons le point d'application de la poussée.

Il nous faut d'abord connaître la position de ce point en longueur. Pour cela nous nous servirons de la courbe déjà tracée des aires des couples qui représente la répartition du volume de la carène sur la longueur de la flottaison. Le centre de gravité de la surface de cette courbe est par définition même de la courbe dans le même plan transversal que le centre du volume de la carène.

Le problème est donc ramené à la recherche du centre de gravité d'une surface comprise entre un axe et une courbe, ou plus généralement comprise entre un axe, une courbe et les projetantes sur l'axe des extrémités de la courbe. Traitons-le sous cette forme générale. Soient A et H les projections des extrémités de la courbe (fig. 5) soit  $AH = L$ . Divisons AH en parties de longueur  $l$  suffisamment petites pour qu'une tranche CDC'D' découpée dans la surface envisagée par des ordonnées en deux

points de division consécutifs puisse être considérée comme ayant son centre de gravité au milieu de CD. Ap-

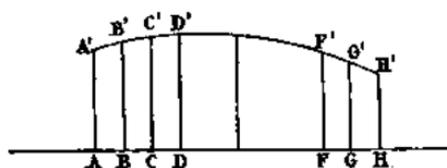


Fig. 5.

pelons respectivement  $a b c d \dots f g h$  les longueur des ordonnées, et prenons les moments par rapport au point A

$$\text{Moment AA'BB'} = \frac{a+b}{2} l \times \frac{l}{2}$$

$$\text{Moment BB'CC'} = \frac{b+c}{2} l \times \frac{3l}{2}$$

$$\text{Moment CC'DD'} = \frac{c+d}{2} l \times \frac{5l}{2}$$

.....

$$\text{Moment FF'GG'} = \frac{f+g}{2} l \times \frac{2(n-2)+1}{2} l$$

$$\text{Moment GG'HH'} = \frac{g+h}{2} l \times \frac{2(n-1)+1}{2} l$$

Si nous faisons la somme élémentaire il vient pour le moment total de la surface :

$$\begin{aligned} &= \frac{l^3}{4} (a + b + 3b + 3c + 5c + 5d + \dots + (2n-3)f + \\ &\quad + (2n-3)g + (2n-1)g + (2n-1)h) \\ &= \frac{l^3}{4} [a + 4b + 8c + 12d + \dots + (4n-4)g + (2n-1)h] \\ &= l^3 \left[ \frac{a}{4} + b + 2c + 3d + \dots + (n-1)g + \left( \frac{n}{2} - \frac{1}{4} \right) h \right] \end{aligned}$$

Et enfin, si l'on appelle  $\Sigma$  la surface totale et  $x$  la distance de son centre de gravité à  $\Lambda$

$$x = \frac{l^2}{\Sigma} \left[ \frac{a}{4} + b + 2c + 3d + \dots + (n-1)g + \left( \frac{n}{2} - \frac{1}{4} \right) h \right].$$

Dans le cas de la recherche du centre de gravité de l'aire de la courbe des aires des couples la formule se simplifie parce que  $a$  et  $h$ , termes extrêmes, sont nuls. D'autre part, on aura en ce cas particulier, puisque  $a$  et  $h$  sont nuls.

$$\Sigma = l(b + c + d + \dots + g)$$

$$x = \frac{l(b + 2c + 3d + \dots + (n-1)g)}{b + c + d + \dots + g}.$$

On voit qu'il suffit de partager la courbe en parties égales, de relever les ordonnées, de les écrire les unes au-dessous des autres en colonne, d'en faire la somme, puis d'écrire une seconde colonne où figurera une fois le premier chiffre, deux fois le second, trois fois le troisième et ainsi de suite jusqu'à la fin, de faire le total de cette deuxième colonne et de le diviser par la somme de la première colonne. Le quotient, multiplié par la longueur d'une division, représentera la distance du centre de gravité à l'extrémité à partir de laquelle on a commencé l'énumération des ordonnées. En tout ce calcul il est inutile de recourir à la transformation des nombres de centimètres lus en nombre de mètres réels. En opérant sur les valeurs même des ordonnées du plan, en centimètres, on obtient la distance en centimètres du centre de gravité de la figure elle-même à l'extrémité de cette figure.

On peut donc faire figurer le centre de gravité de la courbe des aires des couples en longueur sur le plan; il y occupe la position représentative de celle du centre de carène dans l'espace.

De même que pour avoir cette position en longueur nous avons recouru à la courbe des aires des couples, de même

pour l'avoir en hauteur, le plus simple sera de tracer la courbe des aires des lignes d'eau et de chercher le centre de gravité de cette courbe. Pour tracer la courbe on opérera, toujours par la même méthode graphique, le calcul de la surface de la flottaison, et de deux ou trois lignes d'eau, dont une au moins au-dessus de la flottaison, de façon à bien préciser la forme de la courbe autour de cette région, on portera sur chaque ligne d'eau mesurée une longueur proportionnelle à sa surface, on joindra les points obtenus par une courbe continue tracée à la latte. Enfin on partagera la profondeur de la carène en parties égales, et on opérera comme nous venons de le dire au sujet de la courbe des aires des couples, sauf qu'il faudra, pour l'énumération des divisions, partir de la flottaison, et que la surface de celle-ci devra figurer par sa moitié dans la première colonne, et pour un quart dans la seconde.

La méthode de calculs que nous venons d'exposer permet enfin, sans qu'il soit nécessaire d'entrer ici en plus de détails, de procéder à la recherche du centre de gravité de la flottaison, recherche qui, nous l'avons vu, est nécessaire si l'on veut passer au calcul du rayon métacentrique longitudinal.

La détermination du centre de carène, outre l'utilité qu'elle présente au point de vue de la construction ultérieure, a, dès le tracé du premier croquis, une réelle importance; elle permet de contrôler la bonne répartition du volume de l'avant à l'arrière et de bas en haut. En ce qui concerne la position en longueur de ce centre, il est bon qu'elle ne soit pas trop éloignée du milieu: elle sera de préférence sur l'arrière du milieu, puisqu'il est plus facile évidemment à l'eau de refluer du fond du bateau jusqu'à l'arrière que d'affluer de l'avant jusqu'au fond, et que par suite on se trouve conduit à faire les formes de la région avant un peu plus allongées que celle de l'arrière. Nous

ne croyons pas qu'il y ait matière à poser des limites au reculement du centre de carène sur l'arrière, pour un architecte qui volontairement chercherait dans ce reculement des combinaisons nouvelles de formes. Pour celui au contraire qui désire ne pas voir son projet sortir des formes moyennes, il semble qu'un vingtième de la longueur sur l'arrière du milieu soit une distance à ne pas dépasser pour ce point.

Quant à sa position en hauteur, elle ne saurait être chiffrée à priori. Tout ce qu'on peut dire, c'est que plus le centre de carène sera haut, plus le bateau a de chances d'être stable, et que si l'on cherche à améliorer les formes d'un bateau connu pour obtenir un nouveau plan, une des améliorations sur lesquelles devra se porter l'attention de l'architecte naval consisterait à relever si possible le centre de carène.

## CHAPITRE VII.

### MISE AU NET DU PLAN DES FORMES.

Le croquis une fois arrêté et les premiers calculs dégrossis, il faut faire tracer un plan de forme complet et exact, et faire reprendre minutieusement les calculs. Tout ce travail sera l'œuvre d'un dessinateur de marine. A moins de dispositions naturelles toutes spéciales pour le dessin graphique, un architecte naval rivaliserait difficilement en précision de tracé avec un dessinateur. Vouloir se passer de son concours serait aussi peu normal que prétendre faire soi-même œuvre de charpentier ou de calfat. Mais l'architecte naval, s'il ne manie pas lui-même l'herminette, ne doit pas moins surveiller de près le charpentier, et s'assurer qu'il respecte intégralement les formes figurées sur le plan ; de même il doit surveiller de plus près encore le dessinateur et prendre garde que les nécessités du balancement ne le conduisent pas à s'éloigner de proche en proche des formes d'abord conçues et figurées sur le croquis, à abâtardir en un mot le bateau projeté.

Le dessinateur devra reproduire les lignes figurées sur le croquis du plan des formes, mais cette fois à l'échelle de  $1/10$ . Il les balancera, puis, en partant de ces premiers éléments, destinés en partie à disparaître, il déterminera des couples, des lignes d'eau et des sections respectivement équidistantes. Pour un bateau analogue en tonnage à celui que nous envisageons, l'équidistance des couples ne dépassera pas 1 mètre, on l'obtiendra exactement en parta-

geant en un nombre entier de parties égales la longueur de la flottaison. Cette longueur est souvent, en la circonstance, appelée longueur de *perpendiculaire en perpendiculaire* : on nomme en effet *perpendiculaires avant et arrière* les verticales passant par les extrémités de la flottaison et on les désigne respectivement par les signes *PpA* *PpR*. Pour préciser les formes du yacht aux extrémités, on fera bien d'y figurer des couples supplémentaires à mi-distance des couples principaux de tracé. Les couples seront réunis en une troisième figure distincte, autour d'un axe commun. Les demi-couples de l'avant seront tracés à droite, ceux de l'arrière à gauche de cet axe. Cette figure prend le nom de *vertical*.

L'équidistance des lignes d'eau ne dépassera pas 30 centimètres. On la déterminera en partageant en un nombre entier de parties égales la distance entre la flottaison et l'intersection de la verticale tracée au milieu de la longueur de la flottaison ou *perpendiculaire milieu* avec le dessous de la fausse quille ; cette distance est le *tirant d'eau milieu*. Nous avons admis que le dessous de la fausse quille, trait inférieur du profil, était parallèle à la flottaison. Bien que ce ne soit pas l'usage le plus répandu, c'est du moins le plus pratique à tous les points de vue, étant donné la forme actuelle des yachts dans lesquels l'étrave est très inclinée, et par suite la région avant du profil dégagée de matière.

Dans tous les navires à étrave droite, il est nécessaire de donner de la pente à la quille pour diminuer la surface du profil à l'avant. La distance de l'extrémité à l'arrière de la quille à la flottaison, *tirant d'eau arrière*, est alors plus grande que le *tirant d'eau avant*, distance de l'extrémité avant de la quille à la flottaison. On appelle *différence*, la différence entre les deux tirants d'eau. Le plan des formes tracé en dessinant les lignes d'eau parallèles à la flottaison prévue, est dit tracé en *différence*. Pour la construction, il

est utile de revenir à un plan de formes tracé *sans différence*, en supposant la quille horizontale et les couples perpendiculaires à celle-ci, parce qu'en disposant, au moment de construire le bateau, la pièce de quille horizontalement, on déterminera avec un simple fil à plomb la position des pièces de charpente transversale.

Cette modification du tracé n'est jamais nécessaire pour un yacht ; la fausse quille même fût-elle en différence, il serait toujours possible de disposer la quille, pièce inférieure de la charpente proprement dite, parallèlement à la flottaison prévue. Mais pour simplifier la confection de la fausse quille, nous préconiserons toujours l'adoption d'un trait de dessous fausse quille parallèle aussi à la flottaison prévue. Le *tirant d'eau* du yacht sera la distance entre ces deux parallèles.

On prolongera au-dessus de la flottaison et presque au voisinage du pont la division faite en vue de déterminer la position des lignes d'eau immergées, et on exigera du dessinateur qu'il trace les lignes d'eau de la région émergées à la même équidistance que les autres. Toutefois, comme dans la région milieu, les lignes d'eau supérieures se confondent presque, on pourra se contenter d'en tracer une ou deux : mais dans les extrémités elles seront dessinées au complet.

Les sections longitudinales ne seront pas distantes de plus de 20 cm. On ne tracera pas les sections faites très en abord et qui, coupant la surface sous un angle très aigu, manquent absolument de précision.

Pour suppléer aux sections longitudinales et pour achever le balancement de la coque on se sert souvent d'un quatrième système de figures appelé *lisses planes* ou *lisses rabattues*. Les lisses planes sont l'intersection de la carène avec des plans perpendiculaires aux plans des couples et

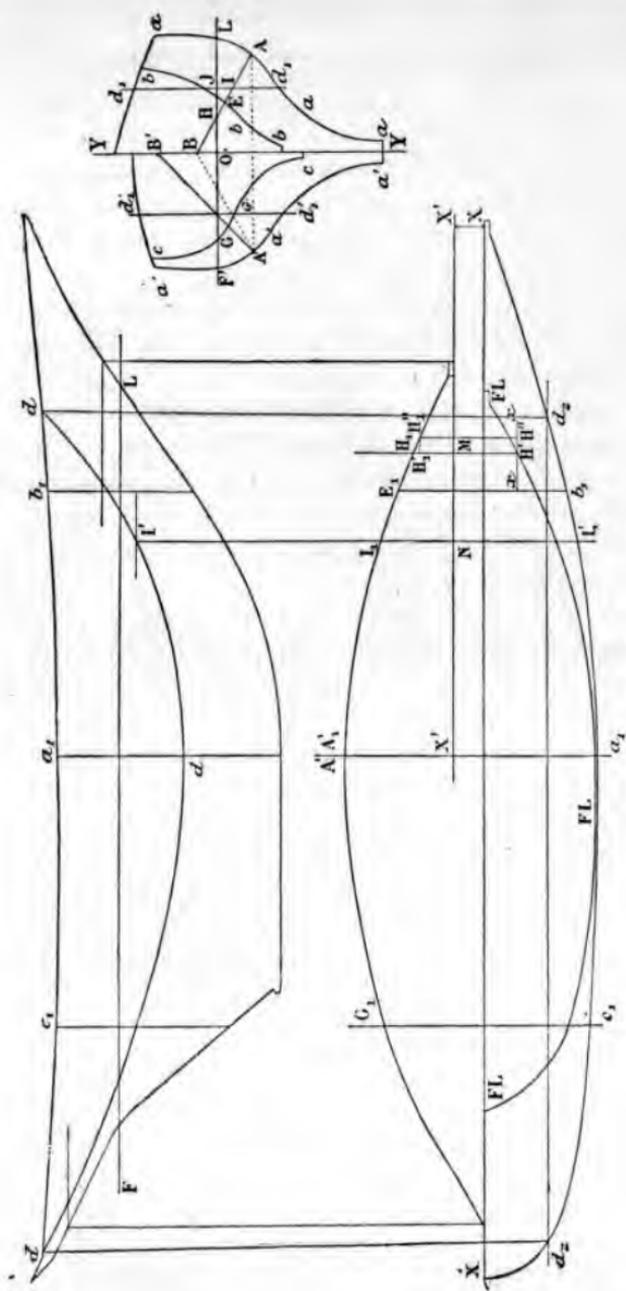


Fig. 6.

obliques par rapport aux autres systèmes de plans jusqu'ici considérés.

C'est donc seulement sur le *vertical* que ce plan est figuré par une ligne droite.

La figure 6 indique la marche à suivre pour le tracé d'une lisse plane. Soient FL la flottaison sur le longitudinal, F'L' la flottaison sur le vertical, XX la trace du plan médian sur l'horizontal, YY la trace du plan médian sur le vertical *aaaa'a'a'*, *a<sub>1</sub>a<sub>1</sub>* le maître couple, *bbb*, *b<sub>1</sub>b<sub>1</sub>* un couple de la région avant, *ccc*, *c<sub>1</sub>c<sub>1</sub>* un couple de la région arrière, *ddd*, *d<sub>1</sub>d<sub>1</sub>*, *d'<sub>1</sub>d'<sub>1</sub>*, *d<sub>2</sub>d<sub>2</sub>* une section longitudinale. Cherchons à déterminer une lisse coupant le maître couple en A, A'. Nous mènerons à partir du point A une ligne aussi normale que possible en *moyenne* à tous les couples de la région avant. Elle coupe YY en B. Ce sera la trace du plan de la lisse sur le demi-vertical avant. La trace du même plan sur le demi-vertical arrière serait A'B. Mais à cause de la différence de forme entre les couples, de l'arrière et ceux de l'avant, la lisse déterminée par la droite A'B ne serait pas suffisamment normale en moyenne aux formes dans la région arrière. On a soin pour se rapprocher de la normalité moyenne, condition sine qua non de la précision, d'abandonner pour la partie arrière de la lisse le plan déterminé par A'B, et de choisir un plan distinct du précédent déterminé par A'B', droite plus normale en moyenne aux couples de l'arrière.

Il va maintenant falloir rabattre les intersections de la carène avec les deux plans AB A'B' sur des plans horizontaux en les faisant tourner autour des horizontales B et B'. Pour avoir pour la lisse une figure unique et continue, nous déplacerons les rabattements de ses deux moitiés, de telle sorte que les rabattements des points A et A' coïncident ; comme d'autre part les tangentes en A et en A' sont toutes deux parallèles à l'axe des deux courbes, elles se raccorderont forcément.

Pour représenter l'axe horizontal de rabatement  $B'$ , on prend la droite  $XX$  : on rabat la lisse du côté opposé à celui où sont tracées les lignes d'eau. Pour représenter l'axe horizontal de rabatement  $B$ , on prend une droite  $XX'$  parallèle à  $XX$  et à une distance d' $XX$  égale à  $A'B' - AB$ . On voit que de la sorte on aura forcément la coïncidence désirée entre les rabattement  $A_1$  et  $A'_1$  de  $A$  et de  $A'$ .

Pour obtenir le rabatement d'un point de couple tel que  $E$  ou  $G$ , des couples  $bb$  et  $cc$ , il nous suffira de compter sur  $b_1b_1$  à partir de  $XX'$  et sur  $c_1c_1$  à partir de  $XX$  des longueurs égales à  $BE$  et à  $B'G$ , nous obtenons les points  $E_1, G_1$ .

Pour obtenir le rabatement d'un point de ligne d'eau tel que  $H$ , de la ligne d'eau  $FL$ , nous remarquerons que  $H$  appartient à une horizontale parallèle au plan médian à une distance  $OH$  de ce plan. Menons sur l'horizontal une parallèle  $xx$  à  $XX$  à une distance égale à  $OH$ . Son intersection avec la ligne d'eau  $FL$  est en  $H'$ . Ce point est la projection de  $H$  sur l'horizontal. Quand on rabattra la lisse autour de l'axe  $XX'$ , le point  $H$  viendra en  $H_1$  sur une ligne de rappel  $H_1H'_1$  à une distance  $MH_1$  de  $XX'$  égale à  $BH$ .

Pour obtenir le rabatement d'un point  $I$  de la section longitudinale  $ddd$   $d_1d_1$   $d_2d_2$  nous mènerons de même sur le longitudinal une parallèle distante de  $FL$  d'une quantité égale à  $IJ$ , distance entre  $I$  et  $FL$ . Cette parallèle coupe  $ddd$  en  $I'$ , projection longitudinale de  $I$ , et le rabatement de  $I$  sur le plan de la lisse se fait en comptant à partir de  $XX'$  une longueur  $NI_1$  égale à  $BI$ .

Les mêmes opérations effectuées en ordre inverse permettraient d'établir le vertical, le longitudinal et l'horizontal d'un bateau dont on connaîtrait un nombre suffisant de lisses. Aussi certains architectes navals emploient-ils pour le premier dégrossissement des formes, les lisses de préférence à toute autre ligne de tracé.

Cette méthode n'a a priori rien de mauvais. Ce serait cependant une erreur de croire qu'elle est meilleure que celle que nous avons exposée. Les lisses ne sont pas en effet, comme d'aucuns voudraient le croire, plus des *chemins d'eau* que n'importe quelle autre section *plane* de la carène, et leur parfaite continuité obtenue dès le premier croquis ne garantit pas une supériorité de marche au yacht puisqu'en débutant autrement, on n'en doit pas moins considérer le balancement comme terminé qu'après avoir amené *toutes* les lignes planes de la carène à une continuité absolue.

Le balancement par les lisses se fera en retouchant successivement aux trois figures. Si le point abandonné est un point de couple tel que  $E_1$ , le point  $E$  du couple devra être déplacé sur la ligne  $BA$ , et le couple  $bbb$  sera remanié en conséquence ; si les points abandonnés sont des points de ligne d'eau ou de section, la marche à suivre est un peu plus délicate. Soit par exemple  $H$  le point par le rabattement duquel on suppose n'avoir pas pu faire passer le trait continu de la lisse rabattue. Appelons toujours  $H_1$  le point de la lisse rabattue qui correspond à la ligne de rappel  $H'M$ . Supposons  $MH_1$  plus grand que  $BH$ , et soit  $MH'_1 = BH$ . Menons  $H'_1H''_1$  parallèle à  $X'X'$  et coupant le trait de lisse en  $H''_1$ , puis traçons la ligne de rappel  $H''_1H''$  jusqu'à  $xx$ . Les points  $H''H''_1$  seront évidemment la vraie projection et le vrai rabattement du point  $H$ , puisqu'ils sont l'un à la distance  $OH$  de  $XX$  et l'autre à la distance  $BH$  de  $X'X'$ . Pour balancer la ligne d'eau  $FL FL FL$  il faudra donc en faire passer le trait par  $H''$  au lieu de  $H'$ .

Une méthode analogue s'appliquerait au balancement d'une section longitudinale.

Pour achever la détermination la plus minutieusement précise des formes, on emploie enfin le tracé de *lisses à double courbure*, intersection de la surface de la carène

avec des surfaces courbes. Toute ligne courbe figurée sur l'une des trois projections peut être considérée comme une lisse à double courbure. On détermine ensuite les projections de cette lisse sur les deux autres figures du plan : nous ne reviendrons pas sur le détail de cette opération analogue aux opérations déjà décrites en ce chapitre et en le chapitre III. Le livet de pont en particulier doit être considéré comme une lisse à double courbure. On n'oubliera pas d'en déterminer la projection sur le vertical et d'en bien balancer les trois projections. On se rappellera en particulier que le maître couple étant le contour apparent du bateau projeté sur un plan vertical, les deux moitiés avant et arrière du livet projeté sur le vertical doivent se raccorder tangentiellement avec lui, par un congé à très faible rayon.

Dans le cours du chapitre III nous avons supposé le bateau terminé suivant son profil par une ligne mathématique sans épaisseur. Cette hypothèse simplificative est à peine admissible en pratique pour un premier croquis, et seulement en ce qui concerne les parties avant et arrière du profil.

La nécessité de loger le lest dans la fausse quille oblige toujours à donner à celle-ci une épaisseur trop considérable pour qu'on puisse un seul instant la négliger. On se donnera la forme du dessous de quille en le représentant par une ligne d'eau spéciale.

En tous cas, dans le plan au net, l'épaisseur de l'arête du profit sera déterminée et précisée sur l'horizontal et sur le vertical. Enfin le plan au net comportera sur les trois projections le tracé d'une ligne nommée *râblure*, dont nous nous réservons de parler au prochain chapitre.

Quand le plan hors bordé est mis au net et bien arrêté, le dessinateur procède aux calculs précis de déplacement et de stabilité.

Nous donnons, à la fin de ce volume, des tableaux modèles pour l'élaboration de ces calculs. Nous pensons qu'en se reportant aux précédents chapitres, on suivra sans peine au travers de ces tableaux les formules mathématiques sur lesquelles sont basés les calculs du déplacement, du rayon métacentrique et du centre de carène. Il importe toutefois de remarquer que le tableau de calcul du déplacement comporte le relevé des dimensions des ordonnées communes aux divers couples et aux diverses lignes d'eau.

Or si dans la partie milieu du yacht, les ordonnées peuvent toujours se relever sans difficulté, il n'en est pas de même au voisinage du profil : il est rare en effet que les points d'intersection des traces des couples et des traces des lignes d'eau, tombent exactement sur le profil. Il y aura là pour chaque ligne d'eau ou pour chaque couple matière à des *corrections d'aboutissements* ayant pour objet de remplacer la ligne envisagée par une autre ligne de même aire aboutissant à l'un des points du quadrillage formé par les traces rectilignes sur le longitudinal. Ces corrections toujours délicates devront être surveillées de très près par l'architecte naval.

Nous attirerons aussi l'attention sur les quelques points suivants. Tout d'abord les calculs sont faits sur une carène fictive où l'on suppose l'équidistance des couples et celle des lignes d'eau respectivement égales à 1. En effet comme la valeur réelle de ces équidistances intervient toujours, là où elle intervient, en facteur commun, il suffit de modifier pour en tenir compte les résultats des calculs opérés sur la carène fictive. — Enfin on constatera que le calcul du rayon métacentrique longitudinal n'est point opéré par la méthode que nous avons indiquée au cours du chapitre V. Nous croyons inutile d'entrer ici dans le détail des opérations algébriques qui conduisent à la méthode générale-

ment en usage et que nous engagerons à suivre lors de l'exécution des calculs précis.

Cette méthode qu'on trouvera formulée au tableau spécimen permet d'obtenir le moment d'inertie de la flottaison par rapport à un axe transversal passant par le centre de gravité de la surface, sans tracé ni relevé spécial des sections longitudinales et en se servant seulement des dimensions relevées pour les autres calculs.

## CHAPITRE VIII.

### TRACÉ DU PLAN HORS MEMBRE.

Les yachts ont, comme tous les bateaux, pour principales pièces de construction, trois fortes pièces longitudinales médianes, la *quille* en bas, l'*étrave* à l'avant, l'*étambot* à l'arrière, sur lesquelles repose toute la charpente, et que si on les complète par l'*allonge de voûte* qui forme le dessous du cul de poule, dessinent déjà le profil de la coque proprement dite. Sur ces pièces viennent se fixer des *couples*, ou *membrures* transversales, qui font comme une première ossature, qui sont au bateau ce que sont les côtes à la cage thoracique. Sur ces membrures, et aboutissant à la quille, à l'étrave, à l'étambot et à l'allonge s'applique le *bordé* composé de planches appelées *bordages*.

Le plan des formes que nous venons de tracer était un plan *hors bordé*. Pour connaître exactement le tracé des couples, il va falloir tracer le plan *intérieur bordé*, ou ce qui revient au même *hors membrure*, ou *hors membrures*.

L'aboutissement du bordé sur les pièces médianes de construction se fait dans des entailles appelées *râblures* pratiquées dans ces pièces, de telle sorte que les extrémités des bordages s'y logent sans surépaisseur. L'intersection de la râblure avec les formes extérieures du bateau est l'*extérieur râblure*, le *fond de râblure* est au sommet de l'angle de l'entaille.

Le plan hors membre a pour partie commune avec le plan hors bordé toutes les surfaces des pièces médianes au-delà de l'extérieur râblure. A cette ligne, il s'en sépare, suit le *can* de la râblure, normal à peu près, en chaque point, aux formes, puis, depuis le fond de râblure il est une surface parallèle au hors bordé, et distante de lui de l'épaisseur du bordé.

Pour déterminer le hors membre, il faut donc préciser d'abord la forme générale de la râblure, puis déterminer partout ailleurs la surface parallèle au hors bordé à la distance convenable.

La râblure de la quille devra être à une distance raisonnable *du dessous quille* ; pour un bateau du tonnage de notre projet, trois centimètres environ seront suffisants ; quant au dessous quille, sa position est imposée par la nécessité de pouvoir loger largement le volume du lest dans la partie du bateau qu'il laisse au-dessous de lui. Comme règle pratique, on peut admettre a priori que le poids réservé au lest atteindra environ 65 o/o du déplacement trouvé ; et comme il faut nous garder la possibilité, une fois le plan de construction terminé, de faire varier longitudinalement la position du lest pour en placer le centre de gravité au point convenable, il est bon de garder sous la quille un volume correspondant au double du poids approximatif prévu de la fausse quille en métal, soit aux 130/100 du déplacement total. Si la quille est en plomb, sa densité étant de 11 environ, il faudra se réserver sous la quille 12 o/o du déplacement. C'est la courbe des aires des lignes d'eau, tracée à l'occasion de la recherche de la position en hauteur du centre de carène qui nous servira à déterminer la hauteur du plan parallèle à la flottaison qui satisfera à cette condition. Il est bien entendu que ce qui, de ce volume réservé, ne sera pas con-

sacré à la fausse quille en plomb sera rempli par des pièces de *fausse quille* en bois.

Rien n'oblige à tracer le dessous quille horizontal. Mais comme par ailleurs, c'est plus simple, et que c'est en vain qu'on s'imaginerait abaisser de beaucoup le centre de gravité du plomb toujours en somme voisin du milieu de la fausse quille, en inclinant celle-ci vers l'arrière, nous supposerons le dessous des formes et le dessous quille horizontal.

Ce dernier trait figuré, la position du trait extérieur de râblure s'en suivra.

La râblure d'étrave est à peu près parallèle au profil extérieur, celle de l'étambot est une ligne droite plus éloignée en bas qu'en haut de l'arrière-étambot. Ces deux râblures se relient avec celle de quille par des courbes continues. Enfin la râblure d'allonge de voûte est en ligne droite, et parallèle au-dessous du trait inférieur du cul de poule. Nous reviendrons du reste sur la construction des arrières qui, toute particulière aux yachts, devra faire l'objet d'un chapitre spécial.

La râblure étant figurée par son trait extérieur sur le profil longitudinal, on cherchera la projection de ce trait sur l'horizontal, et ses intersections avec les contours des couples. Par ces intersections, on mènera des normales aux couples d'une longueur égale à l'épaisseur du bordé. Le lieu de leurs extrémités indiquera la forme approchée du fond de râblure. On projettera les points ainsi déterminés sur l'horizontal et le longitudinal et on les joindra par des courbes, sur lesquelles figureront respectivement jusqu'à correction, les aboutissements des lignes correspondantes de la carène hors membres.

On appelle *tableau* de quille, d'étrave ou d'étambot la fraction de ces pièces extérieure au trait extérieur de râblure. Dans un navire ordinaire, ces divers tableaux sont

plans, et sensiblement parallèles au plan médian. Ce n'est pas le cas en un yacht. Le tableau de quille est à double courbure et relie d'une façon continue les formes de la carène à celle de la fausse quille. Quant aux tableaux d'étrave ou d'étambot, ils présentent, sauf pour des yachts très spéciaux, tels que les *fin keel*, la même discontinuité que dans les autres navires : on craindrait en effet d'affaiblir à l'excès les pièces d'étrave et d'étambot en les taillant en biseau pour leur faire prolonger sans discontinuité les formes de la carène. En conséquence, il faut dès le tracé du plan hors bordé avoir déterminé exactement sur les trois figures, la projection de l'extérieur râblure ; c'est à elle et non à l'extrême arête du profil qu'il faudra faire aboutir les lignes d'eau et les couples.

Pour déterminer une surface parallèle à la surface hors

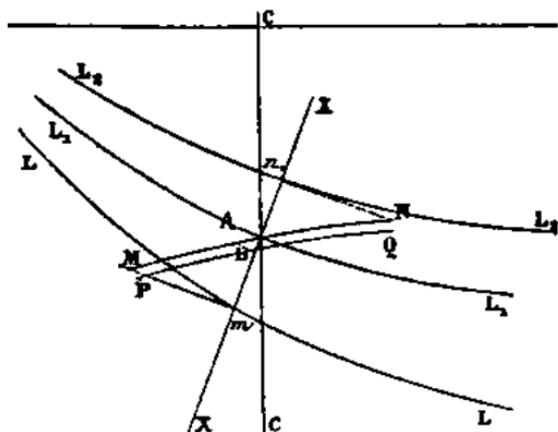


Fig. 7.

bordé, il ne suffit pas de tracer des couples parallèles à ceux du hors bordé, puisque les plans des couples coupent la carène sous des angles variables. Voici comment l'on

procède (fig. 7). Envisageons trois traits  $LL$ ,  $L_1L_1$ ,  $L_2L_2$ , qui représentent des fragments de trois lignes d'eau consécutives. Au point  $A$  de la ligne  $L_1L_1$  menons un plan normal à la ligne d'eau et soit  $XX$  sa trace sur le plan de la ligne d'eau, trace qui bien entendu est une droite perpendiculaire à la tangente à  $L_1L_1$  en  $A$ . Rabattons le plan normal autour de  $XX$  sur le plan de la ligne d'eau. Les intersections du plan avec  $LL$  projetée en  $m$  et avec  $L_2L_2$  projetée en  $n$  vont se rebattre sur des perpendiculaires à  $XX$  à gauche et à droite, et à des distances de  $XX$  égale à l'équidistance des lignes d'eau, en  $M$  et  $N$ . Par les trois points,  $M$ ,  $A$  et  $N$  faisons passer une courbe. C'est l'intersection avec la carène hors bordé du plan qui lui est normal en  $A$ . Menons une courbe  $PQ$  parallèle à  $MAN$  à une distance égale à l'épaisseur du bordé. Ce sera l'intersection du même plan avec la surface parallèle hors membres. Relevons maintenant le plan rabattu. Le point  $B$ , intersection de  $PQ$  avec l'axe  $XX$  de rotation, ne bouge pas. Mais comme  $XX$  est aussi une droite du plan horizontal de la ligne d'eau  $F_1L_1$ ,  $B$  qui appartient à cette droite, et à la surface hors membre, sera un point de la ligne d'eau hors membre qui correspond à la ligne d'eau hors bordé  $L_1L_1$ .

Par cette méthode on obtiendra autant de points qu'on voudra de la ligne d'eau et des autres lignes d'eau hors membres ; on les joindra par des courbes ; de la sorte on déterminera le plan horizontal du bateau hors membre. De ce plan on déduira le plan des couples. Puis on tracera les sections longitudinales, dont le tracé servira de vérification et permettra de corriger les erreurs par la méthode des balancements, et en particulier de rectifier les aboutissements des couples et des lignes d'eau au fond de râblure.

L'épaisseur du bordé varie des fonds jusqu'en haut. Les bordages jouxtant la quille appelés *galbords* sont les plus épais : pour un petit bateau comme celui que nous envisa-

geons, il leur faut au moins trois centimètres. Les bordages suivants décroissent d'épaisseur jusqu'à deux centimètres. Enfin le bordage qui longe le pont est nommé *préceinte*. La préceinte est renforcée, et doit avoir au moins 2<sup>cm</sup> 5. Mais sa surépaisseur est tout entière à l'extérieur, il est en saillie sur les bordages voisins nommés *sous-préceintes*.

## CHAPITRE IX

### TRACÉ EN VRAIE GRANDEUR DU VERTICAL. TAILLE DES PIÈCES DE CHARPENTE MÉDIANE.

Le plan de forme hors membre une fois arrêté, il est d'usage de passer au tracé d'un plan en vraie grandeur.

Cet usage est rationnel pour les grands bâtiments. Pour ceux-ci, la nécessité de ne guère dépasser une longueur de deux mètres pour leur plan sur papier oblige à les étudier à l'échelle de 15 mm. pour mètre, et il s'en faut qu'à si faible échelle on puisse les considérer comme suffisamment précisés pour être exécutés. Mais un yacht étant dessiné à l'échelle du 1/10<sup>e</sup> les erreurs possibles de tracé ne seront jamais que multipliées par 10 en passant à l'exécution. Or les plus grandes erreurs que puisse commettre un bon dessinateur sont tout au plus de l'ordre d'un tiers de millimètre : il s'en faut que le charpentier atteigne dans son travail la précision à plus d'un tiers de centimètre près.

Donc nous déconseillerons pour les yachts de refaire les tracés en vraie grandeur de la totalité des plans de formes. Outre que c'est un travail long, coûteux, et dans l'exécution duquel peuvent se glisser de fâcheuses atténuations à la pureté des formes étudiées, cela exige une *salle à gabarits* de dimensions considérables, et qu'on n'a pas toujours à sa disposition.

Mais il est indispensable d'avoir tout au moins un tracé en vraie grandeur de tous les couples qui seront taillés sé-

parément avant d'être montés sur les pièces de charpente médiane. Le plus simple est de tracer tous ces couples autour d'un axe commun, en un mot de tracer un *vertical* en vraie grandeur. Il faudra du reste que les couples soient tracés en entier, et non seulement par moitié, comme dans le plan de formes, sur papier. Il y aura avantage à faire deux verticaux distincts, un de la région avant, l'autre de la région arrière.

Le tracé se fait à même sur le plancher de la salle à gabarit, qui, pour un cas si restreint, pourra être un grenier ou un hangar quelconque ; à leur défaut on se contenterait de constituer des panneaux en bois rainé de dimensions appropriées. On commence par reproduire les traits rectilignes du vertical du plan des formes, axes, lignes d'eau et sections longitudinales. Les lignes droites se font à la salle au moyen d'un *cordeau*. Ce cordeau étant d'abord enduit de blanc d'Espagne, on le maintient au moyen de clous, ou à la main sur les deux points à joindre, on le raidit, on le pince en son milieu, on le soulève et on le laisse retomber. Le blanc d'Espagne se dépose en ligne droite sur le plancher. Cette opération s'appelle *battre le cordeau*, ou *battre une ligne avec le cordeau*. — Les perpendiculaires se déterminent par les constructions classiques au moyen d'un compas en bois à longues branches. — Quand on a battu une ligne qui représentera la flottaison, on lui élève trois perpendiculaires, une en son milieu, qui sera l'axe, les autres à ses extrémités : sur ces trois perpendiculaires on porte les longueurs égales aux distances de chacune des lignes d'eau à la flottaison. Il ne reste plus qu'à battre chacune des lignes d'eau. Par une construction similaire on trace les projections sur le vertical des plans des sections longitudinales.

Ce quadrillage obtenu, on porte sur chaque ligne d'eau de part et d'autre de l'axe, les demi ouvertures des couples

relevées sur le plan hors membre, et l'on figure aussi les points correspondants aux sections. Pour tracer les couples, on se sert de *lattes* analogues aux lattes de dessinateurs, mais bien entendu plus longues et épaisses à proportion. Les plombs sont remplacés par des pointes qu'on enfonce par paires de chaque côté de la latte, de façon à assurer son passage par chacun des points considérés.

La latte étant ainsi immobilisée, on trace le trait sur le plancher au crayon, et pour être sûr de le retrouver même si le crayon venait à s'effacer, on le grave dans le bois avec une pointe à tracer, ou simplement avec la pointe d'un compas en fer de charpentier.

C'est par ailleurs sur les plans de formes hors bordé et hors membre tracés avec soin au 1/10, qu'on trouvera les renseignements nécessaires pour la taille des pièces de la charpente médiane.

La méthode générale à suivre consistera à représenter sur ces plans les volumes des pièces de bois équarries avec lesquelles on compte confectionner les pièces œuvrées, et à déterminer sur chaque face de ces volumes ses intersections avec les surfaces de carènes hors bordé et hors membre.

Pour la quille, si, comme nous l'avons admis, elle est parallèle à la flottaison, elle sera comprise toute entière dans une poutre droite à section rectangulaire. La nécessité, pour loger le lest dans la fausse quille, de relever le dessous quille assez haut dans la carène, conduit fatalement pour un yacht à l'emploi d'une quille très large et beaucoup plus large que haute. Il arrive même qu'on soit obligé de constituer la quille de plusieurs pièces assemblées les unes avec les autres. Nous ajournerons l'exposé des soins à suivre pour un tel assemblage au chapitre qui traite de la fixation de la fausse quille. C'est alors seulement que nous pourrons bien faire comprendre le but à atteindre et les moyens d'y parvenir. La quille du bateau

que nous avons pris pour exemple aura environ 55 cm. de largeur au milieu, et 15 cm. de hauteur seront pour elle largement suffisants. Nous tracerons sur les faces supérieure et inférieure de la pièce des traits d'axe appartenant à un même plan normal à ces faces et à partir de ces traits, nous porterons en un nombre suffisant de points les demi-ouvertures correspondantes relevées sur des lignes d'eau hors membre et hors bordé qu'on déterminera sur les plans à la hauteur de chaque face. Ces points seront joints par des courbes continues, obtenues au moyen de lattes à tracer de longueur convenable et fixées sur chaque point par une paire de pointes enfoncées en plein bois.

Le charpentier fera tomber à la scie et à l'herminette le bois de façon à déterminer sur la pièce de quille la surface hors bordé. Ceci fait, on tracera de chaque côté une ligne à 3 centimètres du dessous quille, qui représentera le trait extérieur de rablure. Par ce trait on fera une entaille au ciseau pour dégager le can de la rablure, et le trait du fond de rablure. Puis on fera sauter le bois entre la courbe du fond de la rablure et la courbe d'intersection du dessus quille avec le plan pour membre.

Il peut arriver que dans la partie milieu, le dessus quille soit plus étroit que la ligne d'eau hors membre. Dans ce cas, ce sont les faces latérales sur lesquelles se figure l'intersection avec la carène : pour l'obtenir, il n'y a qu'à déterminer sur le plan une section longitudinale distante de l'axe de la demi-largeur de la pièce de quille.

Pour l'étrave et pour l'étambot, les formes sont un peu moins immédiates à relever sur les plans. Prenons comme exemple de la marche à même la détermination de l'étrave. Soit DFAa le contour du bateau dans la partie avant, fig. 8. Traçons sur le profil longitudinal la projection MMMM de la pièce de bois dans laquelle sera contenue l'étrave.

Cette pièce devra être choisie autant que faire se peut de

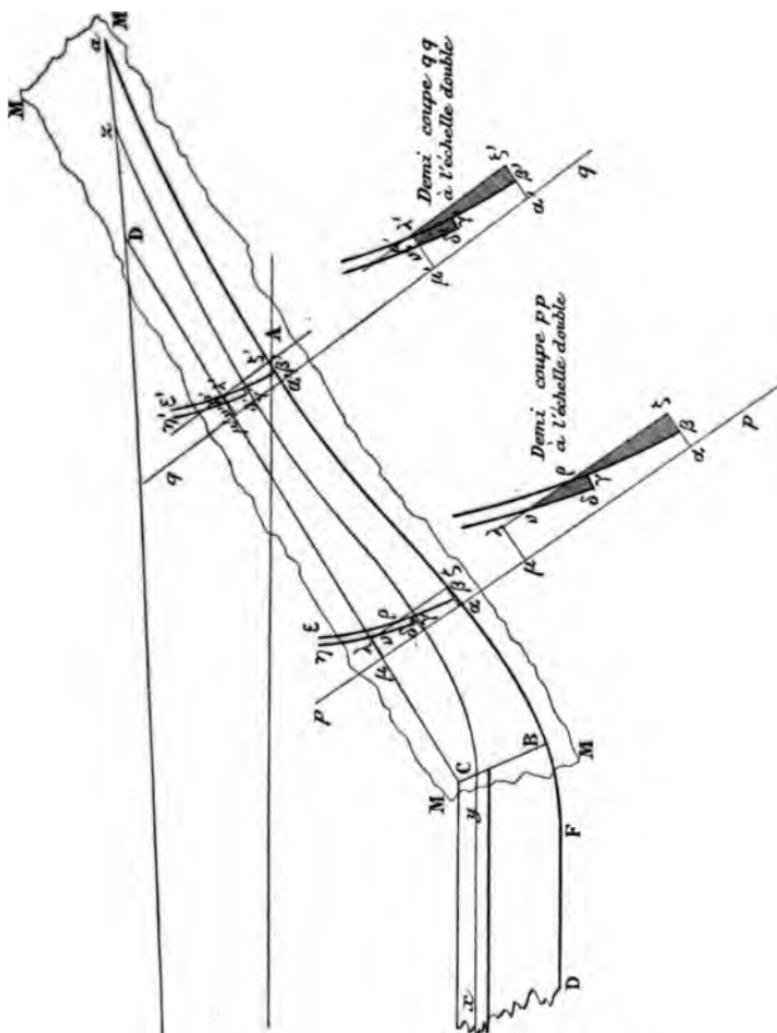


Fig. 8.

telle sorte que ses fibres suivent à peu près la courbure  $FAa$ . Soit  $aABCD$  la projection sur le longitudinal de la forme définitive à donner à la pièce d'étrave. Soit d'autre part  $l = 16$  cm. l'épaisseur de la pièce dégrossie. Soit  $xyz$  la projection sur le longitudinal du trait extérieur de râblure.

Nous tracerons un certain nombre de coupes normales aux formes par des plans perpendiculaires à la ligne  $BAa$  en divers points tels par exemple que les plans  $pp$  et  $qq$ . Soient  $\alpha\beta\gamma\epsilon$   $\alpha'\beta'\gamma'\epsilon'$  les dernières coupes faites par ces plans dans la carène hors bordé, et  $\alpha\beta\gamma\delta\pi$   $\alpha'\beta'\gamma'\delta'\pi'$  les demi coupes dans la carène hors membre, soient  $\alpha\zeta\lambda\mu$   $\alpha'\zeta'\lambda'\mu'$  les demi coupes dans les pièces d'étrave équarries mais non encore façonnées. Suivant le cas, les lignes  $\beta\epsilon$ ,  $\delta\pi$  coupent soit la face  $\zeta\lambda$ , soit la face  $\lambda\mu$  de la pièce ; où que soit leur intersection avec l'extérieur de cette pièce, on pourra toujours, en déterminant un nombre suffisant de points, tracer les lignes suivant lesquelles les deux carènes hors bordé et hors membre coupent la surface de la pièce équarrie. D'autre part, en portant les demi-épaisseurs  $\alpha\beta$   $\alpha'\beta'$  de chaque côté d'une ligne d'axe tracée sur la face  $BAa$  de la pièce équarrie et en joignant les points par des courbes, on a les deux arêtes de l'étrave. Ceci fait, on enlève à la scie ou à l'herminette les volumes, dont les sections de chaque bord sont  $\beta\zeta\rho$  ou  $\beta'\zeta'\lambda'\rho'$  ; sur la face ainsi dégagée de l'étrave on figure le trait extérieur râblure, on creuse la râblure au ciseau, et on achève de faire tomber les volumes  $\gamma\delta\nu\rho$   $\gamma'\delta'\nu'\rho'$ . L'étrave et l'étambot vont tous deux du pont au bas du bateau, l'étambot traverse donc le cul de poule dans le vide. A leur partie inférieure s'arrêtent les extrémités de la quille ; eux-mêmes s'arrêtent au niveau du dessous quille ou se prolongent jusqu'au trait de dessous de fausse quille. Leur assemblage avec la quille peut être fait à tenon et à mortaise. *Mais il est plus simple de se fier pour assurer la tenue transversale à l'intervention des pièces de galbord.*

L'assemblage longitudinal est réalisé par des *courbes* ou *taquets* en bois taillés de façon à remplir l'angle des deux pièces à réunir, et chevillées énergiquement avec chacune d'elles (fig. 9). Si les formes du bateau sont très

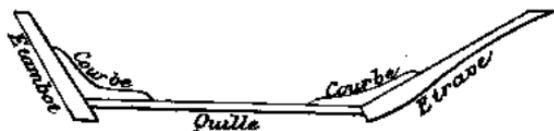


Fig. 9.

ouvertes, les taquets tiennent tout entières dans le vide, sans toucher au bordé. Mais si les formes sont fixes, il peut être utile, pour loger un taquet assez robuste, de le faire s'appliquer sur le bordé au moins au voisinage de son contour extérieur. Dans ce cas, les coupes normales déjà faites dans la carène hors membre suffiront à déterminer les courbes d'intersection de cette carène avec les plans des faces des taquets.

On appelle en général *courbes de dégraissement* les intersections d'une carène quelconque avec les faces intérieures au bateau d'une pièce de bois servant à la construction.

## CHAPITRE X

### TAILLE DES COUPLES OU DES FAUX COUPLES. DÉTERMINATION DE L'ÉQUERRAGE.

En même temps que les charpentiers taillent et assemblent les pièces de charpente longitudinale, on peut, si l'on dispose d'un nombre suffisant d'ouvriers, préparer les pièces de *membrure*. Dans les grands bâtiments, les *couples* ou *membres* sont taillés en plein bois dans des pièces de chêne dont la courbure naturelle se rapproche autant que possible de la courbure de tracé de chaque couple. Ces pièces, désignées sous le nom de *bois tort*, sont assez difficiles à se procurer, et de leur choix judicieux dépend la solidité du couple, car si la même fibre du bois vient à rencontrer l'intérieur et l'extérieur du couple, il se produit une section de faible résistance au niveau de cette fibre, qui prend en charpente la désignation de *fil tranché*. On peut compter que si une membrure a des fils tranchés, elle ne sera pas longtemps sans se rompre, pour peu que le bateau subisse un choc, ou même simplement navigue en grosse mer, et *fatigue* par suite de ses mouvements désordonnés sur les vagues.

Aussi conseillerons-nous pour les yachts surtout de faible tonnage, de recourir à la membrure en *bois plié ou bouilli*.

Dans le cas de la membrure en bois tort, chaque couple est taillé à l'avance suivant le plan de formes. Dans le cas

de la membrure en bois plié, on taille seulement des *faux-couples* ou *moules*, de quatre en quatre membres par exemple. Ces faux couples sont confectionnés en bois de sap de dernière qualité. On les monte à faux frais sur la charpente médiane, on applique ensuite le bordé sur eux on l'y tient provisoirement par des pointes. Puis on applique à l'intérieur du bordé les véritables couples, ceux-ci sont des lattes droites taillées dans du bois d'orme, et chauffées à l'eau ou à la vapeur, ce qui les rend suffisamment flexibles pour qu'elles puissent prendre la forme désirable ; on les rive avec le bordé pendant qu'elles sont encore chaudes.

Quand tous les couples intermédiaires aux faux couples sont en place, on retire ces derniers et on les remplace par de vrais couples.

Nous reviendrons sur le détail de cette opération, dont il nous était indispensable de dire un mot ici pour bien distinguer les deux modes possibles de construction d'un petit yacht.

Quel que soit le système de membrure employé, les éléments de taille du couple ou du faux couple sont les mêmes.

On appelle *face de gabariage* le côté du membre qui comprend le couple théorique de tracé d'après lequel est taillé le membre. Elle est donnée pour chaque membre sur le vertical tracé à la salle. Il semble à priori que pour achever de déterminer le membre, il suffirait de dessiner le couple théorique de tracé correspondant à la face opposée, de le reporter sur cette face et de faire tomber le bois de l'un à l'autre des deux traits. Mais on aurait quelque difficulté à se bien repérer par rapport à l'axe. On aurait surtout à lutter contre le mauvais vouloir des charpentiers qui de temps immémorial procèdent autrement, et se servent de la méthode de *l'équerrage et du tricage*.

*L'équerrage* d'un couple en un point de son contour

dépend de l'angle du plan tangent à sa face de *placage* ou face suivant laquelle il s'applique sur le bordé avec sa face de gabariage. On distingue l'*équerrage normal* qui est l'angle plan du dièdre considéré et l'*équerrage suivant la ligne d'eau* qui est l'angle que font les traces des faces de ce dièdre sur le plan horizontal passant par le point en question. En général, les charpentiers se servent de l'équerrage normal parce que le couple une fois dégrossi, il leur suffit d'une équerre ordinaire pour déterminer exactement la trace du plan normal en un point quelconque à l'arête du couple.

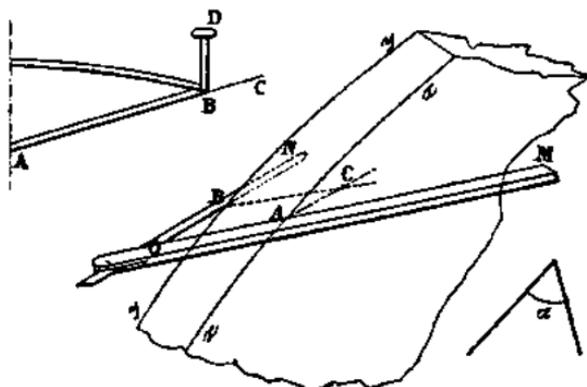


Fig. 10.

Quand au *tricage* d'un couple c'est une opération de charpentier qui se décompose comme suit.

Ouvrir une fausse équerre à l'équerrage donné, appliquer une de ses branches sur la face de gabariage du couple, suivant la normale au couple s'il s'agit de l'équerrage normal, ou suivant un trait parallèle à la flottaison s'il s'agit de l'équerrage suivant la ligne d'eau. Faire glisser la fausse équerre jusqu'à ce que son autre branche vienne toucher l'arête de la face opposée du couple.

Prendre avec un compas d'ouverture la distance entre le sommet de l'équerre et l'arête de gabariage.

Reporter cette distance à partir du point de contact de la seconde branche sur l'arête opposée à celle de gabariage, suivant une normale à cette arête, ou suivant une horizontale, d'après le cas.

On conçoit qu'on obtienne ainsi un point correspondant exactement au point choisi sur la face de gabariage. Envisageons, pour fixer les idées, l'équerrage normal.

Supposons sur la figure 10 que la face vue du couple soit la face de gabariage,  $xx$  est l'arête de gabariage,  $yy$  est l'intersection de la seconde face avec un cylindre normal au couple ayant pour directrice  $xx$ . Soit A le point du couple dont nous possédons l'équerrage normal  $\alpha$ . La fausse équerre étant ouverte à l'angle  $MON = \alpha$ , et sa première branche OM appliquée comme nous venons de le dire, nous portons avec le compas une longueur égale à OA à partir du point B, intersection de la seconde branche ON avec l'arête  $yy$ , suivant la normale au couple et sur sa face opposée, cachée en notre figure. Nous obtenons le point C. Les lignes OA et BC sont égales et parallèles. Donc si nous menons la ligne AC (ce qui se fera d'une façon tangible en abattant le bois de A à C), nous obtiendrons suivant AOBC un parallélogramme, et l'angle CAM du couple sera bien égal à l'angle d'équerrage  $\overline{BOA}$  ou  $\overline{MON}$ .

Remarquons que pour que l'opération soit possible il faut que l'angle  $\alpha$  soit aigu. Cela se traduit en style de charpentier par la notion qu'il faut toujours donner l'équerrage en maigre pour la taille des couples (l'équerrage suivant l'angle obtus serait l'équerrage en gras). On est de la sorte conduit à choisir toujours pour face de gabariage la face tournée vers le maître couple, c'est-à-dire la face arrière pour les membres de l'avant et la face avant pour les membres de l'arrière.

L'équerrage doit être déterminé par avance pour un certain nombre de points de chaque couple. La détermination s'en fera sur le vertical sur papier de la façon suivante.

Soient AA BB CC trois éléments de couple voisins fig. 11, et soit M un point du couple AA donc nous voulons relever l'équerrage normal. Menons par M une perpendiculaire

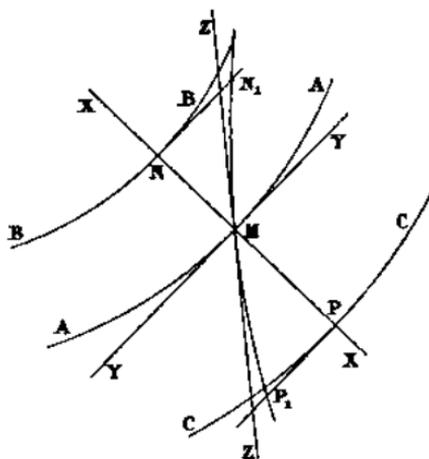


Fig. 11.

XX à la tangente YY à la trace du couple et considérons-la comme l'intersection d'un plan normal au couple avec le plan du couple. Rabattons autour d'XX le premier de ces plans sur le second. Les intersections du plan avec les couples BB et CC se rabattent en  $N_1$  et  $P_1$  sur des perpendiculaires à XX menées par ses intersections N et P avec BB et CC, à des distances  $NN_1$ ,  $PP_1$  de XX égales à l'équidistance des couples. Faisons passer par  $N_1M$  et  $P_1$  une courbe continue et menons en la tangente ZZ en M. L'angle d'équerrage en maigre sera l'angle aigu des droites ZZ et YY.

Quant à l'équerrage suivant les lignes d'eau, il se relève

à priori sur l'horizontal du plan des formes hors membres.

On a coutume de réunir sur un bout de planche appelé *planchette d'équerrage* les équerrages déterminés en divers points d'un même couple. L'arête de la planchette sert de côté commun à tous les angles ainsi figurés dont le second côté est tracé en plein bois à partir de points distincts et repérés de cette arête. C'est sur les planchettes d'équerrage que le charpentier ouvre sa fausse équerre à l'angle convenable avant de procéder à chaque tricage.

Pour tailler un faux couple, le charpentier commence par assembler à faux frais au moyen de *gardes*, ou morceaux de planche cloués par des pointes, des planches de sap, de telle sorte que le trait du couple soit contenu tout entier dans le polygone ainsi constitué. Il réunit les deux branches de ce polygone par une garde solide au pied, et par une autre à la tête : celle-ci porte le nom de *planche d'ouverture*.

Il trace sur ce premier assemblage de planches le contour du couple relevé sur le tracé à la salle. Pour simplifier cette opération, on a avantage à constituer une sorte de gril à claire-voie dont les arêtes représentent les lignes d'eau, et par l'intermédiaire duquel les points se reportent comme décalqués. Une fois le trait déterminé il scie le contour du couple suivant le tracé dessiné sur la face de gabariage, il opère le tricage pour les points dont il possède l'équerrage, il joint par une courbe continue les points ainsi triqués, et achève de faire sauter à l'herminette le bois depuis le trait de gabariage jusqu'à la courbe ainsi figurée. Il obtient de la sorte la face de placage du couple.

Enfin, il a soin de reporter sur le couple et sur sa planche d'ouverture les traits de repère indispensables, qui sont le trait d'axe, le trait de flottaison, le trait de livet du pont, et le point du fond de râblure.

La taille d'un couple en bois tort est une opération du même ordre, à cela près qu'on découpe immédiatement le couple dans le bois tiré d'épaisseur, et qu'en outre on scie la pièce par un second trait de façon à obtenir une face intérieure parallèle à celle de placage. Il arrive toutefois qu'on soit obligé, faute de pièces d'une dimension suffisante de faire un membre en deux ou plusieurs morceaux. On ne met pas ces morceaux bout à bout, mais bien à côté l'un de l'autre, et on les prolonge suffisamment pour éviter que leur croisement ne soit un point faible dans la construction.

## CHAPITRE XI.

### MONTAGE DES PIÈCES DE CHARPENTE MÉDIANE ET DES FAUX COUPLES. TAILLE ET APPLICATION DU BORDÉ. TRAVAIL ET MISE EN PLACE DES MEMBRES.

Quand les pièces de charpente médiane et les faux couples sont prêts, on procède au *montage*.

Pour cela on dépose sur le sol du chantier des blocs ou *billots* de bois de déchet, qui dans cette application prennent le nom de *tains* ou *tins*, on les y fixe par encastrement, ou au moyen de crampes, et on dresse leur surface supérieure de façon à obtenir un plan.

Sur ce plan on applique la quille, qu'on maintient par quelques vis à bois ou *tire-fonds* placés à faux frais. L'étrave et l'étambot, assemblés avec la quille par les courbes en bois chevillées se dressent dans l'espace ; on vérifie qu'ils sont bien dans un plan vertical et on les maintient immobiles au moyen de pièces de bois, qu'on appellerait en architecture de bâtiments civils des étais, mais qui se nomment des *accores* dans le vocabulaire maritime (pour lequel les étais sont les cordages destinés à maintenir les mâts de l'avant à l'arrière). On vérifie, avant de terminer l'*accorage*, que l'étrave et l'étambot ont été montés de telle sorte que la longueur prévue pour la flottaison ne soit pas dépassée. Cette précaution est de première importance, et faute d'y recourir on s'exposerait après lancement du bateau, à de graves mécomptes, puisque d'un excès de longueur de flottaison résulterait une majoration de la jaug

pouvant avoir pour effet de classer le yacht dans la série supérieure à celle à laquelle il était destiné.

L'allonge de voûte est aussi l'objet d'un *accorage* solide.

On s'assure enfin que les quatre pièces de charpente médiane sont bien dans un même plan.

Sur les pièces de charpente médiane, on fixe les faux couples, dont la garde inférieure a été entaillée de telle façon que le faux couple vienne à cheval sur la pièce de quille, et que les points de fond de râblure qui lui appartiennent s'appliquent bien au fond de râblure de la quille. On vérifie que l'axe du couple est bien vertical, et que le plan de gabariage est bien perpendiculaire à la quille et au longitudinal. Chaque couple est tenu sur la quille par des pointes et des tasseaux.

De plus, quand tous les couples sont montés, on les rend solidaires les uns des autres par une forte latte courbée et clouée sur chacun d'eux et par une planche clouée sur leurs planches d'ouverture. Enfin on accore quelques couples, autant que possible sur la toiture même du chantier pour n'être pas gêné en cours de travail par les accores.

Le bâtiment est alors monté *sur faux couples*, ou dans le cas d'une construction en membres taillés, *monté en bois tort*. Il s'agit maintenant de le border.

Les bordages, ou *virures* du bordé, sont découpés dans des planches. La première opération consiste à déterminer la répartition des virures.

Pour cela, on commence par se donner à priori la virure inférieure, celle qui s'emboîte sur la râblure, et qu'on nomme *galbord*.

Les galbords jouent un très grand rôle dans la solidité du yacht, puisque c'est par leur intermédiaire que s'effectue la liaison du pied des membres avec la quille. Il faut les faire les plus hauts possibles, pour avoir un bon clouage *entre eux* et les membres. On ne sera limité dans la hau-

teur à leur donner que par la largeur des planches dont on dispose, et par l'impossibilité d'exagérer au delà d'une certaine limite la courbure à leur imposer. Les galbords sont généralement faits en bois d'orme qui est le plus liant et celui qui se prête le mieux à la flexion : on obtient la flèche du galbord moitié en creusant dans la pièce, moitié en la forçant. Pour la forcer sans la rompre, il est en général nécessaire de la chauffer au feu de copeaux.

Les galbords recouvrent les pieds de l'étrave et de l'étambot. On a soin de rendre bien continue la courbure de leur arrête supérieure. Ceci fait, on partage en un nombre égal de divisons l'étrave, l'étambot et les pièces de charpente *R* et enfin les faux-couples ; les points de division obtenus correspondront aux joints de bordés à l'avant, à l'arrière et dans l'étendue du bateau.

Chaque virure du bordé sera taillée dans une planche de pin rouge du nord, ou d'acajou cédra. Le problème consistera chaque fois à déterminer des surfaces développables se confondant avec la surface de la carène dans toute l'étendue de la virure. Pour le résoudre pratiquement on recourt à l'opération du *brochetage*.

Pour chaque bordé, on applique librement sur la carène une latte flexible sans lui infliger ni torsion, ou *devers*, ni flexion dans le sens perpendiculaire à celui de sa courbure normale, ou *épaule* : on la maintient sur les faux couples par quelques pointes. Puis on repère sur elle les plans de gabariage de chaque fausse membrane. Enfin on relève pour chaque faux couple les distances au bord de la latte des deux points de division correspondant au bordé que l'on veut travailler. On décloue la latte, on l'applique en ligne droite sur la planche où le bordé sera découpé, par chacun des points de repère des faux couples on décrit des arcs de cercle ayant pour rayons les deux longueurs mesurées. En traçant la courbe enveloppe des deux séries

d'arcs de cercles ainsi obtenus, on a le développement des arêtes du bordé telles qu'elles sont figurées sur la carène ou plus exactement sur le cône tangent à la carène suivant son étendue.

Les bordés ainsi développés présentent une forme nettement arquée dans le sens perpendiculaire aux fibres : on sait que si l'on veut enrouler une bande de papier autour de la base d'un cône, d'un abat-jour par exemple, s'est suivant un arc de cercle très prononcé qu'il faut la découper. — Cette courbure très marquée qu'il faut donner aux bordés pour qu'ils s'appliquent par simple flexion sur la carène oblige à les tailler dans des planches très larges ; encore arrive-t-il que dans la région milieu les bordés développés prennent une courbure telle qu'on ne peut les tailler dans une seule planche. On les fera alors en deux morceaux, au moyen de deux planches faisant entre elles un angle, de façon à loger la courbe tout entière de la virure développée. Le point de suture des deux fragments du même bordage s'appelle, comme du reste le jonctionnement de deux morceaux de bois coopérant à œuvrer une même pièce de charpente, un *écart*. Les écarts des bordages seront appliqués sur des faux membres, de façon à ne pas tomber dans le vide. On peut faire l'assemblage soit à *mi-bois* soit à *franc bord*. Enfin on aura soin de *décroiser* les écarts, c'est-à-dire d'éviter que plusieurs écarts avoisinants ne viennent à se rencontrer sur un même couple, ce qui créerait sur ce couple une région de moindre résistance.

La virure supérieure ou *préceinte* doit être autant que possible faite d'un seul morceau, sans quoi le bateau, en vieillissant, montrerait bientôt un angle au niveau de l'écart de préceinte, ce qui lui donnerait un aspect *cassé*.

La préceinte est en effet la fibre la plus chargée de la poutre creuse constituée par la coque. C'est aussi pour cette raison qu'on la fait d'ordinaire en chêne, et qu'on lui laisse

une surépaisseur de 5 millimètres sur le bordé. La préceinte, ainsi que les deux ou trois virures inférieures, subissent forcément un devers considérable à l'extrême arrière. Il est en général nécessaire de les chauffer et de les creuser pour obtenir qu'elles épousent exactement les formes du bateau en cette région.

Chaque bordage, après un traçage, est découpé à la scie à chantourner, tenue de telle sorte que les joints soient plutôt un peu évasés de l'intérieur à l'extérieur, puis cloué à faux frais sur les faux couples, à l'exception du galbort qui doit être seulement vissé, sur les faux couples aussi bien que sur la quille. On a soin bien entendu de faire monter le bordé progressivement, et d'une façon symétrique à partir des galbords.

En même temps qu'on applique le bordé, d'autres ouvriers du chantier travaillent les membrures, qui sont, ainsi que nous l'avons dit, des baguettes en bois d'orme, à section rectangulaire, un peu plus forte au pied qu'à la tête.

On appelle *échantillons* des couples comme d'ailleurs de toutes les pièces de construction les dimensions de leur section droite. *L'échantillon sur le tour* est le côté de cette section droite perpendiculaire à la courbure de la pièce. *L'échantillon sur le droit* est l'autre côté de la section droite.

Des échantillons convenables pour les couples d'un bateau tel que celui dont nous faisons l'étude seront, au pied du couple, 4 cm. 5 sur le droit et 3 sur le tour, et à la tête 4 et 2,5. Il vaut mieux avoir des couples un peu faibles et nombreux que des couples plus forts et plus espacés.

Les couples seront taillés dans du bois de fil, et suivant le fil du bois : si la pièce d'orme qu'on possède a par elle-même une certaine courbure, cette courbure sera respectée dans le sciage des couples, qui seront débités de telle sorte qu'ils aient cette courbure *sur le tour*. On rebutera systématiquement toute membrure ayant des fils tranchés.

Le bateau bordé et les membres travaillés, il s'agit de mettre les membres en place.

On commence par dévisser les galbords et par pratiquer au ciseau dans la quille des tenons allant jusqu'au fond de râblure et ajustés de façon à emboîter exactement le pied des couples. On perce à l'avance au moyen d'une vrille, sur chaque bordé, deux trous de clouage pour chaque membre. Les membres travaillés sont chauffés dans une étuve, ou à son défaut dans une cuve en tôle allongée remplie d'eau bouillante, jusqu'à ce qu'ils soient bien ramollis. Puis, un apprenti saisit le membre qu'on veut mettre en place et le passe à un ouvrier à l'intérieur du bateau. Celui-ci l'engage dans son tenon, le fléchit sur le premier bordage au-dessus du galbord absent, et appuie sur lui en cette région un lourd marteau. Un ouvrier, de l'intérieur du bateau, enfonce deux clous de cuivre par les trous pratiqués dans le bordé. Le choc de son marteau est contre-tenu par la masse du marteau appliqué à l'intérieur, le clou va bien à fond et *hâle* le couple, le serre énergiquement contre le bordé.

L'ouvrier à l'intérieur continue à fléchir successivement le membre sur tous les bordages et l'ouvrier à l'extérieur à le clouer immédiatement. Cette opération doit être menée très rondement pour que le membre soit appliqué tout entier avant qu'il soit refroidi et ait perdu sa malléabilité. Elle n'est pas très facile et exige un certain déploiement de force physique pour la flexion des pièces de membrure ; il est bon que l'ouvrier de l'intérieur soit accompagné d'un aide ; encore ne faut-il pas s'étonner si l'on casse quelques couples en les mettant en place, et il est bon de se précautionner à l'avance d'un excédent de membres travaillés pour remplacer ceux qu'on cassera.

Les clous en cuivre, ou *rivets*, sont ensuite coupés à l'intérieur. On leur laisse un excédent de longueur, et on en-

file sur le bout conservé une bague en cuivre ou *contrerivet*. On rive, en rabattant au marteau sur le contrerivet le métal du clou, lequel est soutenu au moyen d'une masse appliquée de l'extérieur. Cette opération, outre qu'elle rend définitive la solidité du clouage, a pour effet d'achever de hâler le couple sur le bordé. On est obligé même d'y recourir en cours d'application des membres pour les régions du bateau où la courbure est la plus prononcée, et où les membres tendent par suite à s'arracher de leurs clous si on les abandonnait tels quels après le clouage.

En même temps qu'on rive les membres, on les fixe à la quille au moyen d'une vis et d'un fort clou.

Quand tous les membres intermédiaires aux faux couples sont en place, on retire un à un les faux couples, en ayant soin de maintenir constant l'écartement des préceintes l'une par rapport à l'autre au moyen de planche d'ouverture pour empêcher le bateau de se déformer. On remplace chaque faux couple par un vrai membre, en utilisant pour son clouage les emplacements des pointes d'abord enfoncées à faux frais dans le faux couple.

Enfin, quand tous les membres sont en place, on visse à nouveau les pièces de galbord, qu'on avait maintenues enlevées pour permettre l'insertion et le clouage des pieds des membres dans leurs mortaises et on les rive avec les couples.

Il est bien évident que, dans le cas d'une construction en bois tort, toutes les opérations que nous venons de décrire ne seraient pas nécessaires. La construction n'en serait d'ailleurs que plus coûteuse à cause du nombre des pièces de membrure à œuvrer séparément.

le quart de 90 ou *nonante* degrés). Soient DEF les points de division, C l'extrémité du quart de circonférence. On partage de même en quatre parties égales le rayon AB, par les points D'E'F'. On prolonge le rayon AB jusqu'en M, de telle sorte que AM soit égal à la demi-largeur du pont, et on divise AM en quatre parties égales par les points D''E''F''. Par chacun de ces points on élève une perpendiculaire de longueur égale respectivement à DD', EE', FF'; soient *def* les extrémités de ces perpendiculaires. Une courbe continue passant par M *def* et C avec tangente parallèle à AM en C peut être considérée comme se confondant pratiquement avec la circonférence de même flèche et de même demi-corde.

Cette courbe tracée, il est commode pour le dessin sur papier, de tailler un *gabarit de bouge* dans une planchette ou dans un carton; il servira ensuite comme un pistolet pour faire passer un barrot par deux points donnés sur le plan. Le dessous du gabarit de bouge sera taillé en ligne droite.

Avant d'arrêter complètement le plan des formes et de commencer l'exécution, il est indispensable de faire un dessin complet du pont, pour vérifier que les formes adoptées pour le livet en abord donnent une forme convenable au livet dans l'axe. Pour obtenir en hauteur un point quelconque de ce livet, il suffira de faire passer le gabarit de bouge par l'extrémité supérieure du couple correspondant, en appuyant son bord inférieur sur le bord d'une équerre qui elle-même glissera sur une règle de façon à donner les lignes horizontales. Le point d'intersection de l'axe du couple et du gabarit de bouge sera le point cherché.

Le bouge des barrots est d'autant plus faible que la largeur est moindre, c'est-à-dire qu'on se rapproche des extrémités en partant du milieu. D'autre part la hauteur du livet en abord au-dessus de la flottaison passe par un mi-

nimum sur l'arrière du milieu et s'élève aux extrémités : de la superposition à cette courbe d'ordonnées qui, comptées à partir d'un axe rectiligne, donneraient une courbe tournée en sens inverse, résultera la courbe du livet dans l'axe : on conçoit qu'elle ne soit pas à priori forcément gracieuse d'aspect. Une des opérations du balancement du plan consiste à chercher une combinaison heureuse donnant à la fois des formes satisfaisantes aux deux livets.

Dans les grands bâtiments, le bouge est relativement faible et le livet dans l'axe est tourné dans le même sens que l'autre livet. Dans les yachts de petite taille, le bouge est relativement très fort, et la tonture du pont au milieu peut fort bien être négative, le livet dans l'axe être concave du côté de la flottaison.

Par ailleurs, nous signalerons en passant qu'une des façons les plus répandues de *tricher* toute jauge au « périmètre », que ce soit celle du Y.C.F. ou de l'U.Y.F. consiste à exagérer la tonture en abord de façon à diminuer la *chaîne*, c'est-à-dire la fraction du périmètre comptée en passant une chaîne sous le bateau de plat bord en plat bord. On se rattrape en exagérant par contre le bouge.

Mais si l'on gagne à ce jeu de diminuer un peu le tonnage, on y perd toute élégance dans l'aspect du bateau, qui semble *cassé* par un trop long usage, alors même qu'il vient d'être mis à l'eau.

Les opérations de construction du pont comportent avant tout la confection des barrots. Ils se taillent, au moyen d'un gabarit de bouge (fabriqué lui-même à la salle à gabarit), dans du bois tors. Il faut choisir des pièces de chêne bien saines et bien sèches : un nœud dans un barrot est au bout de peu de temps l'occasion d'une rupture du bois ; si d'autre part le barrot est taillé dans du bois encore vert, il ne tarde pas à se déformer en séchant. Il faudra même éviter les fortes pièces de bois, séduisantes parce

que d'une seule pièce de fil bien tourné, pourraient quelquefois fournir tous les barrots du yacht, mais dangereuses parce que l'on ne peut être sûr qu'elle soit bien sèche au cœur, à cause de leur épaisseur même.

Les barrots devront être rabotés et grattés avec soin : ce sont des pièces toujours apparentes de la construction. On leur donne à peu de frais plus d'élégance en pratiquant sur leurs arêtes de petites moulures avec un fer de mouchette approprié.

La même opération était bonne à faire sur les membres, surtout si l'on a adopté des membres pliés, qui sont continus, et qu'on a tout avantage à laisser visibles de l'intérieur.

Les barrots une fois travaillés, et la coque une fois bordée et membrée, il est temps de passer au montage du pont. Pour cela on commence par fixer au niveau de la préceinte, mais à l'intérieur de la coque, une virure de chêne nommée *serre* que l'on rive avec la préceinte au travers des membres, et au travers de garnis en chêne espacés entre les couples.

Cette serre, outre qu'elle a pour effet de renforcer la fibre la plus chargée de la poutre creuse constituée par la carène, sert surtout à soutenir les barrots de pont. Ils y sont engagés à tenon et mortaise en queue d'aronde ; il est d'usage, bien que rien dans la construction d'un yacht n'y oblige, de les accoler aux membrures : cela permet, si on le juge nécessaire, de renforcer l'angle de la carène et du pont par des équerrés en cuivre ou en fer zingué rivées sur les membres et sur les barrots.

Le bordé du pont s'étend sur les barrots. On peut, suivant les goûts, prendre pour les virures du bordé une largeur constante et tracer les joints parallèlement à l'axe, ou faire varier la largeur des bordages et les courber de façon à passer progressivement d'un bord à l'autre du livet de pont. Nous conseillerons toutefois de suivre la première

méthode, beaucoup plus pratique et plus simple : un pont à virures courbes, s'il est bien établi, est extrêmement agréable à l'œil, mais pour le bien établir, il faut un charpentier spécial et de première habileté.

Dans l'un et dans l'autre cas, le pont d'un yacht doit être fait en pin du Nord très blanc et sans nœuds, et les virures doivent être très étroites ; leur largeur maxima pour un yacht comme celui dont nous faisons l'étude ne dépassera pas 6 centimètres. Son épaisseur sera du même ordre que celle du bordé de carène, mais plutôt un peu plus forte à cause de la fatigue locale que subit le bordé de pont par la circulation de l'équipage. De même les échantillons des barrots seront un peu plus forts que ceux des membres.

Dans les très petits bateaux, on conduit hardiment les virures du pont, jusqu'à dépasser la préceinte, ou les dérase à la scie et à l'herminette suivant les formes du bateau, et on eloue sur le tout, pour cacher le joint ainsi que le bois découpé du bordé de pont, une baguette moulurée appelée *liston*. Il n'y a alors pas de *plat bord*. Sur les yachts un peu plus grands et plus soignés, on place un plat bord en bois dur dont une arête suit l'extérieur préceinte, et dont l'autre arête correspond au trait milieu de la serre, le plat bord conservera une surépaisseur de 5 millimètres sur le bordé.

La demi-épaisseur non recouverte de la serre fonctionne comme une râblure pour recevoir les *abouts* (ou extrémités) des bordages du pont.

On sait que l'étanchéité du bateau sera obtenue par l'opération du calfatage qui consiste à serrer de l'étope dans les joints du bordé. On voit de suite combien le joint entre la préceinte et le plat bord est mal disposé pour recevoir un calfatage sérieux et durable : alors que pour tous les joints du bordé l'outil du calfat, en serrant l'étope, tend à

faire travailler au cisaillement les rivets des deux bordages intéressés, il tendra pour le joint qui nous occupe à arracher les clous qui fixent le plat-bord sur la préceinte ; il fonctionnera comme le ciseau qui sert à déclouer une caisse d'emballage.

On ne peut, pour réagir contre cette défectuosité de principe, que multiplier les points de fixation du plat bord, employer des vis au lieu de clous, en mettre en abondance non seulement dans la préceinte, mais encore dans la serre, et surtout dans les garnis en chêne qui ont été à cet effet intercalés entre ces deux pièces et rivés à traverser avec elles.

Le pont étant terminé, on perce au ciseau des entailles dans le plat bord au voisinage des membres, et l'on *coule* (c'est-à-dire on enfonce) les jambettes au travers de ces trous, entre serre et préceinte. Il faut bien se garder de faire traverser le plat bord par les membres, et d'employer la tête de ceux-ci en manière de jambettes. La fatalité de la navigation rompra les jambettes un jour ou l'autre ; si ce sont des jambettes coulées on les remplacera, si ce sont des têtes de membre il n'y aura pas de remède.

La queue des jambettes est taillée un peu en pyramide pour faciliter l'étanchéité à leur passage dans le plat bord.

Sur les jambettes on vient allonger les fargues, qui sont taillées comme les virures du bordé. Puis sur la tête des jambettes on place la main courante, taillée en bois tort dans du frêne, et assemblée par bouvetage avec la fargue.

Il ne faut pas oublier, avant de river la fargue avec les jambettes, de l'échaucrer largement par le bas dans la région arrière, pour permettre de larges et rapides dégagements aux embruns et paquets d'eau qui envahissent le pont à la mer et qui courent s'accumuler au point le plus bas. Si l'on n'avait pas pris la précaution que nous venons

d'indiquer, il y stagnerait bientôt une mare des plus gênantes pour la circulation sinon de l'équipage, du moins du propriétaire du yacht et de ses amis.

## CHAPITRE XIII.

### ROLE DES ARRIÈRES DE YACHTS.

De toute la coque d'un yacht, la région qui intervient le plus ostensiblement pour donner au bateau l'aspect élégant qui doit le caractériser, c'est l'arrière, et plus particulièrement l'extrême-arrière en porte-à-faux sur l'eau appelé *cul de poule*.

Un avant, si affiné qu'il soit, peut à la rigueur se retrouver dans une chaloupe de pêche, tandis que les yachts ont le monopole absolu du cul de poule allongé terminé par une pièce taillée en sifflet et s'étendant au-dessus de l'eau à une distance de l'arrière de la flottaison qui peut dépasser le quart de la longueur à la flottaison. La raison pour laquelle un tel arrière doit plaire à l'œil est qu'il lui offre la parfaite continuité et le parfait achèvement des formes de la carène.

Un arrière trouqué ou à *tableau* comme celui des embarcations donne par essence la notion de quelque chose de non fini. Et c'est pour cela que nous n'admettons pas non plus comme véritablement corrects les arrières dans lesquels le cul de poule ne sert en quelque sorte qu'à cacher la mèche du gouvernail et s'arrête peu après par un tableau, comme dans les embarcations amirales de la marine de guerre ou comme dans certains petits bateaux de plaisance, construits sur les formes des embarcations de pêche de nos côtes, et dont on croit faire des yachts par cette rudimentaire modification. Le cul de poule classique n'est

guère obtenu au moins pour les yachts de taille modérée, que lorsqu'on arrête la surface de la carène à son intersection géométrique avec la surface du pont, lorsque l'arrière du bateau vient progressivement finir sans épaisseur et se terminer en biseau. Au reste, il ne faut pas se dissimuler qu'en s'imposant cette condition on rend sensiblement plus délicat le tracé des plans et que, dans la construction, on introduit des difficultés que bien des petits constructeurs ne sont pas à même de résoudre. C'est un fait d'expérience que dans tous les genres possibles de bateaux, la charpente de l'arrière est toujours celle qui présente le plus de complication, les arrières de yacht ne font pas exception à cette règle générale.

Cette difficulté relative de tracé et de construction d'un cul de poule ne réside d'ailleurs pas seulement dans la pièce extrême arrière ; on la retrouve à l'autre extrémité du cul de poule, à l'endroit où il est rencontré par l'étambot et par la mèche du gouvernail. Mais là ce n'est pas seulement une question d'élégance qui entre en jeu, c'est la capitale question de la vitesse même, qui dépend du plus ou moins de pureté des formes. Tout empâtement, toute intumescence de la surface de carène autour de l'étambot est une cause de discontinuité évidente pour les chemins d'eau en cette région ; il en résultera des remous et une majoration de la *dépression* relative dans la région arrière.

Or cette forme incorrecte peut parfaitement être obtenue dans l'interprétation par un médiocre constructeur de plans exacts, mais insuffisamment détaillés. Cette région du navire est rendue fort délicate à construire par la nécessité de faire brusquement passer la râblure de l'étambot à l'allonge qui font entre eux un angle prononcé, puis de ménager aussitôt après dans la carène un *trou de jau-*

*mière* pour le passage de l'axe *ou mèche* du gouvernail souvent d'assez grand diamètre.

Il est donc rare que sur les bateaux sortis de petits chantiers, une sorte de renflement ne vienne pas attirer le regard dans la région où l'étambot se perd au travers du bordé, tandis qu'en un bateau purement construit il ne doit à priori se présenter dans les formes rien qui semble appeler en un point plutôt qu'en un autre la présence de l'étambot.

Cette pièce doit sembler, le bateau étant au sec, avoir été mise où elle est comme au hasard, et l'on doit éprouver l'impression qu'elle pourrait aussi bien être placée en un point quelconque de la région arrière. C'est cette impression que ressentent inconsciemment les pêcheurs et les gens pratiques des côtes, quand à la vue d'une longue voûte de yacht ils disent que le bateau « n'aura pas de bois à la traîne » bien que somme toute il ait une importante construction ajoutée derrière ce qui serait son tableau, s'il était construit en barque de pêche.

La parfaite continuité des formes de l'arrière, continuité qui n'est obtenue qu'à condition de les prolonger par un cul de poule bien tracé, a donc pour résultat, en réduisant au minimum les remous de l'arrière, d'augmenter la vitesse aux petites allures ; cette réduction des remous a une autre conséquence ; elle rend le bateau plus sensible à la barre, et augmente dans des proportions notables ses qualités d'évolution. Somme toute, il est à présumer que si un remous existe à l'arrière, la partie du safran qui y est plongée restera sans action ; le gouvernail ne reçoit d'efforts que des filets liquides orientés tous dans les plans à peu près parallèles entre eux et au plan diamétral, qu'il vient rencontrer quand on le dirige par le travers et dont les effets s'ajoutent ; les remous agissent dans des sens quelconques, et l'effet de certaines molécules sur le gouvernail

est détruit par l'effet des molécules voisines. Puis le remous de l'arrière carré d'un bateau tend peut-être à maintenir sa stabilité de route, à gêner ses évolutions. Des expériences faites sur les meilleures formes à donner aux gouvernails des grands navires, il résulte que les gouvernails terminés par des lignes d'eau carrées ont une action extrêmement puissante, mais sont nuisibles il est vrai, d'autre part à la vitesse.

On conçoit que l'arrière tout entier du bateau agisse comme un de ces gouvernails, qui serait toujours maintenu la barre droite : il contribue à rendre la route suivie rectiligne. Ou encore, le remous constitue à l'arrière une masse d'eau faisant relativement corps avec le bateau, qui doit être entraînée avec lui quand il évolue, ce qui rend évidemment ses évolutions d'autant plus difficiles. En fait, la souplesse des yachts à la barre doit être attribuée pour beaucoup aux formes de leur arrière ; elle fait le plus souvent défaut aux embarcations à tableau, mais elle s'acquiert sur ces embarcations par l'addition d'un cul de poule rationnel. On la retrouve encore sur les baleinières dont l'arrière, sans cul de poule, mais aussi sans tableau, et en somme logiquement construit, ne donne pas plus naissance à des remous que celui des bateaux de plaisance, parce que les formes y sont aussi prolongées jusqu'à leur aboutissement normal.

Voici donc établis deux avantages notables qui incombent dans les petites allures aux culs de poules. Dans les allures à outrance leur rôle est encore plus considérable.

D'abord avec la vitesse du bateau, augmente l'intumescence produite à l'arrière, et tel cul de poule qui au mouillage semble démesuré se trouve, en marche rapide, sortir à peine de l'eau. Si bien que si l'on avait tronqué le cul de poule, et construit un tableau sur l'arrière de la mèche du gouvernail, il traînerait bel et bien dans l'eau, et l'on re-

tomberait à ce moment sur les inconvénients de l'arrière carré. Puis, et au point de vue de la vitesse, c'est surtout là le côté saillant ; par suite même de ce fait qu'il est accompagné presque jusqu'au bout par l'intumescence il augmente la longueur du tableau et par suite sa vitesse limite pratique. Si sur les grands navires il y a à distinguer entre l'ordre solitaire de l'extrême-avant et les ondes ordinaires ou trochoïdales qui se forment en nombre multiples sur les flancs, les petits bateaux tels que les yachts peuvent être considérés, ainsi que nous l'avons fait ressortir au chapitre II, comme accompagnés dans leur marche à outrance en eau calme par une houle unique dont les crêtes sont vers l'avant et vers l'arrière, et dont le creux est au milieu. Cette houle les suit dans leur marche de façon à paraître immobile par rapport à eux, c'est-à-dire qu'elle a relativement à eux une vitesse nulle, ou en valeur absolue la même vitesse qu'eux. Et l'énergie fournie par la brise est alors employée purement et simplement à entretenir l'existence de cette houle ; il faudrait d'ailleurs dépenser beaucoup plus de puissance pour en modifier la nature et pour obtenir une houle plus rapide même de très peu. Sa formation limite donc pratiquement la vitesse du bateau à celle de la houle la plus rapide qui puisse accompagner le bateau dans son mouvement, en gardant ses crêtes l'une à l'avant l'autre à l'arrière. Or, toutes choses égales d'ailleurs, la vitesse de propagation d'une houle est d'autant plus grande que la distance de crête en crête est plus longue. Donc plus le bateau est long, son allongement résultât-il d'un cul de poule, plus longue et plus rapide sera sa houle synchrone, plus grande sera sa vitesse à outrance.

Un cul de poule long et robuste ne peut donc être qu'avantageux, puisque par petits temps il n'entre pas dans l'eau, et reste tout au moins inoffensif et qu'avec les fortes

brises il donne une augmentation de longueur et de vitesse. Il est aussi un élément de bon comport à la mer, contrairement à l'opinion que semble partager des hommes expérimentés, sous réserve toutefois qu'il soit bien tracé et qu'en valeur absolue le bateau qui en est muni ne soit pas trop grand. La défaveur du cul de poule auprès des marins de profession tient à ceci que dans un bâtiment de grande taille on ne peut espérer qu'il soit tout entier baigné par l'intumescence due à la vitesse. Alors il constitue une surface oblique hors de l'eau, exposée à recevoir les coups de mer ; il risque par suite, soit d'être brisé, soit de faire piquer du nez sous le choc le navire tout entier. Ce danger se retrouvera sur les petits yachts à cul de poule trop grêle, évidé en forme concave, et surplombant presque horizontalement la surface de l'eau. Mais si au contraire le cul de poule est, comme nous l'avons défini, le prolongement exact des formes, il se trouve défendu, en route, par la vague qui l'accompagne et n'est jamais heurté.

Bien plus il constitue au vent arrière la plus efficace des protections contre la grosse mer et contre les brisants. Le sillage qu'il laisse après lui semble une traînée d'huile ; sur plusieurs crêtes derrière le bateau on retrouve sa trace creusée, aplanie, *encalminée*. Il fait en un mot, dans une fuite devant le temps, le même effet que le sillage d'un bateau à la cape, se déplaçant par le travers, et forçant l'eau à passer sous ses flancs, et à en sortir relativement calmée.

D'autre part, le cul de poule donne, quand le bateau s'incline, un sérieux accroissement de stabilité, dès qu'il entre dans l'eau.

Enfin, l'on peut craindre encore que le cul de poule, par son immersion, ne soulève l'arrière et ne fasse plonger l'avant. Cela se produira en effet si les extrémités sont mal équilibrées,

Mais il est toujours possible de les bien équilibrer. Si le bateau est très puissant de l'avant, le cul de poule n'a pas d'autre effet que de l'empêcher de se *mâter* (c'est-à-dire de redresser à l'excès) à la lame. S'il est très fin au contraire, on lui permettra de se soulager franchement au passage des crêtes de vague en dégageant l'avant de tout poids, et en accumulant le lest à l'arrière. On est alors heureux de retrouver la grande flottabilité de réserve du cul de poule pour aider à supporter ce poids de lest.

En résumé, nous ne voyons, pour un *petit yacht*, que des avantages à être terminé par un cul de poule, sous réserve que ce cul de poule soit non pas un appendice plus ou moins décoratif, mais, à proprement parler, la continuation et la terminaison logique et rationnelle des formes de la carène. Nous allons, dans le prochain chapitre, indiquer un ensemble de procédés permettant de tracer les culs de poule tels que nous les comprenons, puis nous montrerons comment dans l'exécution on peut les réaliser avec toute la pureté désirable.

## CHAPITRE XIV

### GÉOMÉTRIE DU TRACÉ DES ARRIÈRES DE YACHTS.

Bien que par essence le plan des formes d'un bateau soit susceptible d'être indéfiniment retouché et remanié, il n'en est pas moins incontestable qu'il est, à partir d'un certain moment, *défini dans son ensemble* et que après s'être imposé un certain nombre de conditions on ne peut plus marcher entièrement au hasard, sans risquer de se trouver en contradictions avec les conditions primordiales, et à perdre par suite toute pureté dans les formes.

Nous allons examiner quelles sont les caractéristiques que l'on peut choisir à priori et quelles sont ensuite les lignes du tracé qui en découlent forcément pour ce qui touche à la région arrière.

Supposons d'abord le problème résolu et prenons un bateau construit. Bien qu'il soit difficile de dire au juste où s'arrête telle de ses parties, il se subdivise en régions distinctes : il a par exemple un avant, un milieu. Ce qu'il importe de déterminer, c'est la séparation de ce que nous définirons les *flancs* et les *fonds ou dessous* à l'extrême arrière. Les flancs règnent de haut en bas à partir du plat bord : les fonds commencent à la râblure, soit sur la quille, soit sur l'étambot, soit sur l'allonge de voûte et remontent de bas en haut, mais existe-t-il, entre eux une ligne de démarcation et où passe-t-elle ?

Pour répondre à cette double question nous prendrons comme surface auxiliaire la surface des *fargues*. Les far-

gues sont à première vue la prolongation exacte de la carène au-dessous du pont. Le couple de la carène MNP se prolonge sans brisure par la jambette de fargue PQ (fig. 13). C'est encore le cas dans le couple du cul de poule

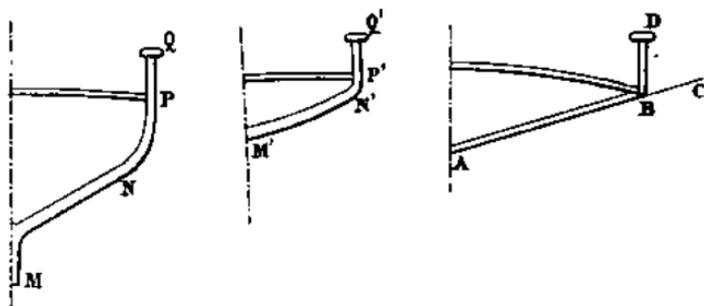


Fig 13.

où P'Q' est le prolongement continu de N'P'. Mais quand à l'extrême arrière nous rencontrerons des couples à peu près triangulaires tels que AB, il ne vient à personne l'idée de les prolonger par une fargue dirigée suivant BC : la fargue dans ce couple prendra la direction BD et fera un angle en B avec le tracé du couple.

La fargue n'est donc pas partout la prolongation de la surface de la carène : elle est en PQ P'Q' la prolongation des *flancs* de la carène ; elle reste continue avec elle-même en BD et ne prolonge pas le couple en AB parce que celui-ci appartient tout entier aux *fonds ou dessous* de la carène. Ainsi sur un bateau construit et fargué nous relevons *un point de la ligne de démarcation entre les flancs et les dessous*, c'est celui où les fargues commencent à faire un angle avec la coque. Nous l'appellerons le point  $\alpha$ . Sur l'avant de ce point, le livet du pont est l'intersection de la surface du pont avec la surface des flancs ; sur l'arrière il est l'intersection de la surface du pont avec la surface des

*fonds.* Or nous remarquons que le livet du pont sur l'avant de  $\alpha$  détermine complètement la surface avant du pont puisqu'elle est obtenue en faisant passer par ses points successifs des circonférences tracées dans des plans transversaux ayant leur centre dans le plan diamétral longitudinal et conservant un rayon constant. Le pont, rigoureusement déterminé sur l'avant de  $\alpha$ , sera presque rigoureusement déterminé, par continuité, sur l'arrière de ce point. Et par conséquent la partie arrière du livet, qui va depuis  $\alpha$  jusqu'à l'axe, ne pourra pas être tracée absolument au hasard : il faudra tout au moins qu'elle appartienne à cette surface arrière du pont, autrement dit, il faudra qu'elle rencontre tous les prolongements continus des sections faites dans le pont par une série de plans parallèles au longitudinal, sections qui sont des courbes très tendues, et de position déterminée dans l'espace.

Quand sur une feuille blanche on trace deux lignes qui seront les deux projections longitudinales et horizontales du livet du pont, peut-on se donner indifféremment la position du point  $\alpha$  sur ces lignes ? Sans doute mais cela serait procéder peu logiquement. Elle résulte presque forcément des formes choisies pour le maître couple et la flottaison.

Supposons tracés ce maître couple et cette flottaison ainsi que le livet du pont jusqu'ici indéterminé à l'arrière (fig. 14). Faisons passer une section voisine de l'axe. Nous avons le point A et la tangente horizontale en A, puis le point C. Posons une latte à tracer de raideur convenable, de façon qu'elle passe par ces points et suive cette tangente et laissons-la libre à partir du point C, elle prendra spontanément la forme figurée qui sera, sauf retouches légères ultérieures, à peu près la forme définitive de la section. Au reste, si nous voulons déterminer plus précisément la direction de la latte près de C, nous pouvons tracer un couple très voisin

sur l'avant, nous avons ses demi-ouvertures au pont et à la flottaison et nous savons que son contour est à peu près vertical *dans les flancs* près du pont et reste sensiblement parallèle *dans les fonds* à la partie plate du maître couple : il suffira donc à nous donner très approximativement un point B de la section longitudinale.

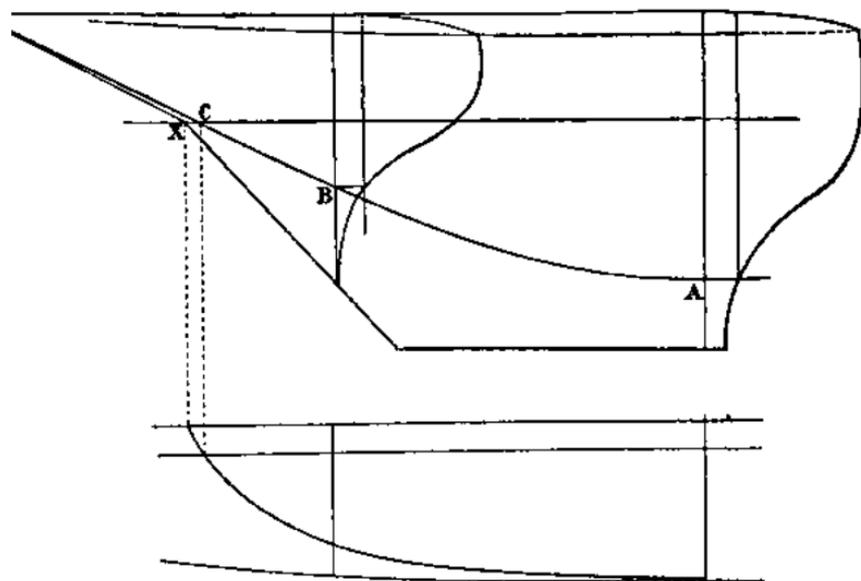


Fig. 14.

Traçons maintenant l'intersection du plan de cette section avec la surface du pont, ce qui est aisé si on se donne le bouge. Le point M où se rencontreront ces deux lignes sera un point du contour du pont dans la région arrière. Si la section est très près de l'axe, on peut admettre qu'il se confond avec le point extrême arrière en projection verticale. En joignant M au point X nous avons le trait de

dessous de l'allonge de voûte qui complète le contour apparent du bateau ou encore sa coupe par le plan diamétral. Nous pouvons maintenant obtenir trois points de chacun des couples du cul de poule, tels que D sur la ligne XM, E sur la section ACM et G sur le pont (fig. 15).

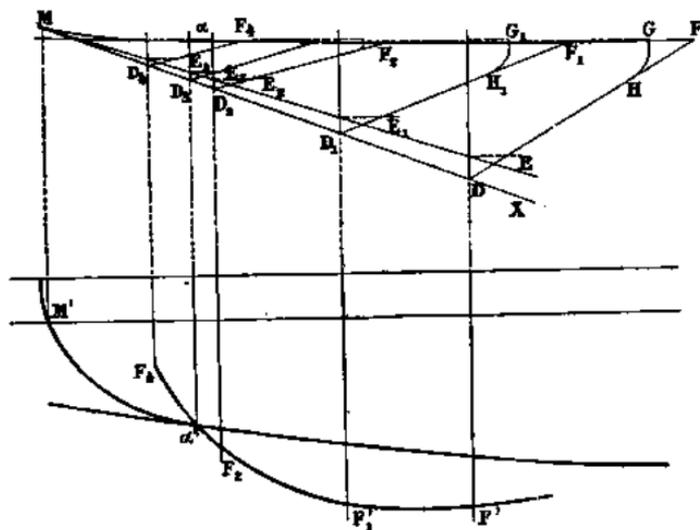


Fig. 15.

Tant que le point G sera en dedans de la ligne DE il appartiendra aux flancs de la carène mais plus on ira vers l'arrière en G, plus il se rapprochera de la ligne correspondante D<sub>1</sub>E<sub>1</sub>. Le point  $\alpha$  sera le premier point du livet du pont où se terminera un couple rectiligne correspondant. Pour l'obtenir, on peut projeter sur l'horizontal la courbe des points FF', points d'intersection des éléments rectilignes des couples prolongés avec les lignes droites des baux du pont; l'intersection de cette courbe avec la projection horizontale du livet du pont donne  $\alpha'$ .

Bien entendu nous n'indiquerons pas ce procédé comme

rigoureux, car le dessous des culs de poule n'est pas précisément plat et au lieu de tracer DE en ligne droite on se trouve souvent conduit à donner à cette ligne une certaine courbure. Quoi qu'il en soit, on arrive ainsi à déterminer, dans des limites relativement restreintes, une position approchée du point  $\alpha$  qui ne soit pas en contradiction avec les formes qui résultent à priori pour la carène du choix de son maître couple et de sa flottaison.

$\alpha\alpha'$  et  $MM'$  étant connus, le contour de l'arrière du pont en projection horizontale est à peu près déterminé puisqu'il doit passer par ces deux points, être en  $M'$  sensiblement normal au plan longitudinal et en  $\alpha'$  se raccorder avec le livet avant du pont. Ce raccord a lieu aussi en  $\alpha$ , mais nous remarquons que néanmoins la ligne  $\alpha M$  se relève au-dessus du prolongement naturel du livet avant. En effet, les points de cette ligne  $\alpha M$  sont sur des lignes longitudinales plus élevées que le livet en abord par suite du bouge donné au pont. — Ayant ainsi achevé la détermination approximative logique du contour du pont, il nous est facile de la préciser en balançant les formes arrière au moyen de sections longitudinales et de couples. Il ne faut pas par contre compter sur les lignes d'eau pour le balancement, elles coupent les formes de l'arrière sous un angle trop aigu pour présenter le moindre caractère de précision.

Même il ne faudrait pas s'étonner si les couples et les sections longitudinales bien réglées il en découlait à l'occasion des lignes à terminaison bizarre. Cela peut être même, le cas échéant, une preuve de la pureté des formes du cul de poule. Ainsi, dans une chaloupe sardinière bretonne, la caractéristique du type est de présenter des flancs verticaux raccordés par le plus court congé possible à des fonds très peu inclinés sur l'horizontale. Dans la région du cul de poule, s'il en existe, ces fonds ayant suivant l'arête de l'allonge de voûte une génératrice rectiligne constituent

des *plans obliques*. L'intersection de la carène par des plans horizontaux doit donc se terminer par une droite oblique AB raccordée par un congé très court BC avec la courbe ordinaire d'une ligne d'eau CD (fig. 16). Cet abou-

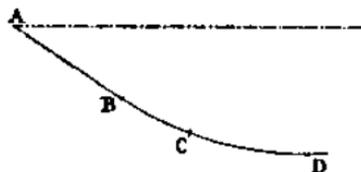


Fig. 16.

tissement choquant à l'œil est cependant la garantie que les formes types ont été observées, et vouloir pour l'élégance du tracé les arrondir, serait abâtardir mal à propos le bateau.

## CHAPITRE XV.

### CONSTRUCTION DES ARRIÈRES DE YACHTS.

Les deux pièces fondamentales des culs de poule de yacht sont l'*allonge de voûte* et la *pièce en sifflet* de l'extrême arrière.

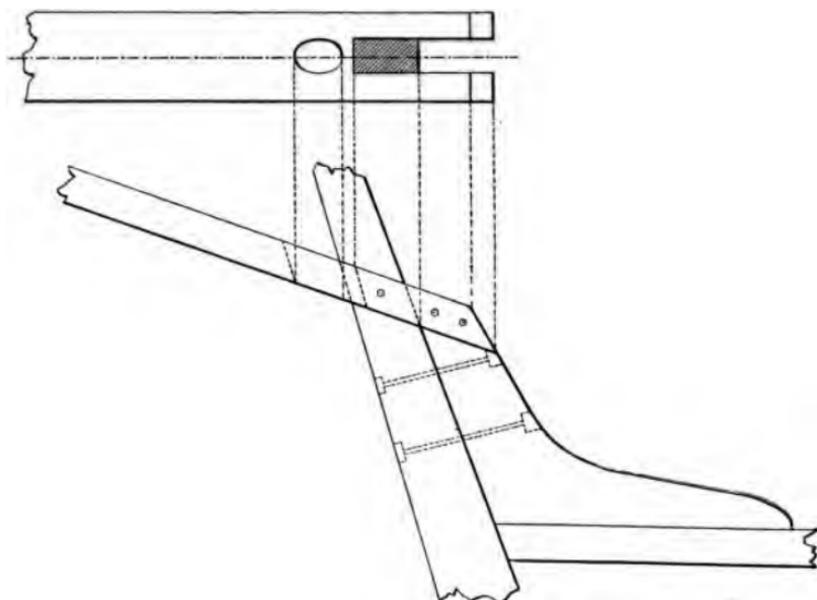


Fig. 17.

L'*allonge de voûte* joue dans le cul de poule le même rôle que la quille dans le reste du bateau. Il y a lieu donc,

de la constituer, comme la quille, d'un bois résistant, en préférence de chêne. La liaison avec la charpente de la coque, s'obtient, au moins dans les petits yachts, en l'affourchant sur l'étambot. Pour cela, on pratique sur son extrémité avant une entaille longitudinale (fig. 17) et cette entaille vient s'emboîter sur l'étambot. Pour plus de solidité il y a avantage à laisser la pièce courir assez loin pour emboîter encore le taquet qui relie l'étambot à la quille, taquet que l'on arrasera au niveau du dessus de l'allonge. On chevillera transversalement les deux branches de la fourche avec l'étambot et le taquet qui sont eux-mêmes chevillés longitudinalement (fig. 17).

Immédiatement derrière l'étambot l'allonge est percée du *trou de jaumière* où passe la *mèche* ou axe du gouver-

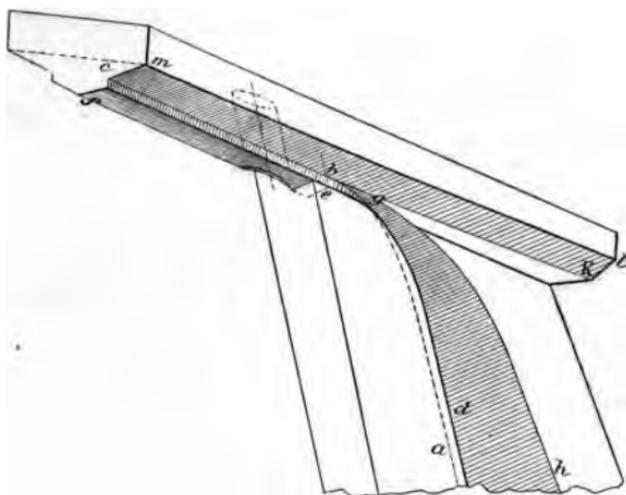


Fig. 18.

nail. Pour éviter que des suintements puissent se produire par la jaumière, et menacer de pourriture l'assemblage de l'étambot et de l'allonge, il est bon d'entailler l'étambot de

quelques centimètres, de façon à laisser du bois autour de la jaumière dans l'allonge.

La râblure du bordé qui monte presque verticalement dans l'étambot, et qui suit ensuite presque horizontalement l'allonge, doit être raccordée au croisement des deux pièces par un congé curviligne.

La fig. 18 montre en perspective comment se fait ce passage. Le fond de râblure suit le contour *abc*, l'extérieur de râblure le contour *def*. Dans l'étambot la surface *abgh* reçoit le clouage du bordé, appartient par suite au hors membre, *gh* est la courbe de dégraissement de l'étambot.

Dans l'allonge, la surface hors membre est *cbgklm* ; *gk* est la courbe de dégraissement de l'allonge.

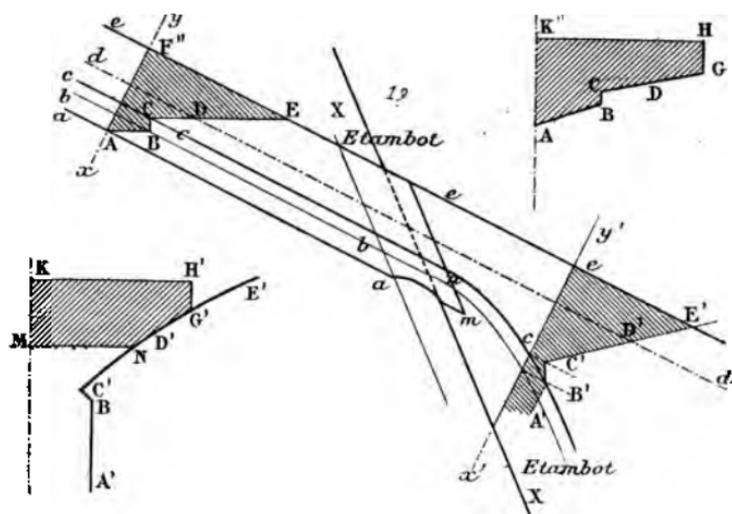


Fig. 19.

Si nous possédons le plan des formes hors membre, il va nous être facile de tracer les sections transversales qui déterminent l'allonge.

Soit *aa* le dessous allonge (fig. 19), *bb* l'extérieur râblure, *ccc* le fond râblure, *ee* le dessus de la pièce d'allonge, *mn* parallèle à l'arrière étambot XX et sur l'avant de cette droite le fond de l'entaille pratiquée dans l'allonge pour l'affourcher sur l'étambot. Soit enfin *dd* une section longitudinale passant par exemple à dix centimètres de l'axe. Faisons une coupe normale en *xy*. Toutes les lignes telles que *aa*, *bb*, etc., sont sensiblement perpendiculaires à *xy* ; il suffit donc de porter sur chacune d'elles la demi-largeur correspondante, nous aurons ainsi la forme de la 1/2 section hors membre de la carène qui sera ABCDE.

Si la largeur de la pièce d'allonge est plus grande que FE, dans cette région toute la pièce devra être travaillée suivant le hors membre. En général la pièce est moins large : le hors membre n'abat sur elle qu'une sorte de chanfrein, et sa demi-section normale à la forme ABCD GHK.

Le même procédé permet de chercher sur l'avant de l'étambot la section normale à surface hors membre. Soit en

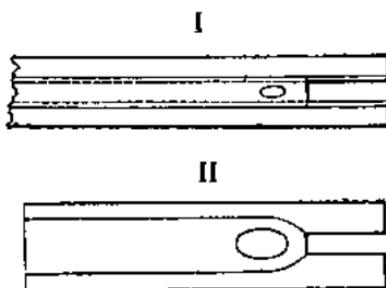


Fig. 20.

*xy* cette section. La coupe qu'elle fait dans l'allonge aura la forme B'C'D'E', la région NG' est seule entamée par le hors membre et vient servir au clouage du bordé.

Jusqu'à présent, nous avons supposé l'étambot assez

épais et par suite la largeur de l'allonge d'extérieur râblure assez grande pour laisser passer sans difficulté le trou de jaumière. Ce n'est pas généralement le cas quand on adopte un gouvernail tout entier en bois dont la mèche doit être alors de fort diamètre, souvent d'un diamètre même plus grand que l'épaisseur de l'étambot.

Dans le premier cas, la vue en dessous de la peigne d'allonge prend l'aspect I (fig. 20). Dans le second elle aura la forme II de la même figure.

Faisons passer une section normale par le centre du trou de jaumière (fig. 21). La section dans la coque hors mem-

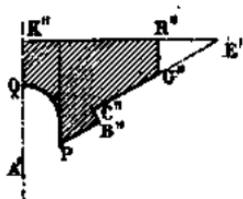


Fig. 21.

bre sera A''B''C''E'', mais la demi-coupe dans l'allonge sera de la forme PB''C''H''K''Q le point P sera plus haut que le point A'', et c'est pourquoi les tracés corrects de yachts doi-



Fig. 22.

vent toujours figurer le profil de l'arrière avec une partie rentrante au trou de jaumière (fig. 22).

Passons maintenant aux règles à suivre pour la taille proprement dite des pièces. Les sections transversales ayant été tracées en nombre suffisant et la vue en dessous étant dessinée on se trouvera en mesure d'y procéder.

Partant de la bille de bois équarrie, on tracera sur sa face inférieure la vue en dessous de l'entaille (fig. 23). On

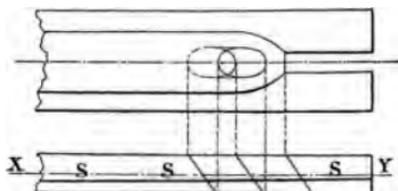


Fig. 23.

projetera sur une de ses faces latérales l'arête de l'étambot. On sera à même de découper la fourche et de percer le trou de jaumière parallèlement au fond de la fourche. Considérons maintenant une  $1/2$  section transversale ABCGHK (fig. 24), enveloppons-la dans le rectangle ARHK qui est la demi-coupe de la pièce brute.

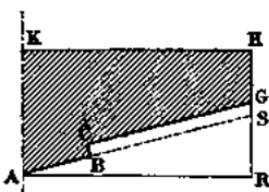


Fig. 24.

Prolongeons AB, nous avons pour chaque section un point S dont le lieu géométrique porté sur les faces latérales de la pièce doit être cueilli à l'herminette en arrivant à rien suivant le trait d'axe de la face inférieure pour don-

ner la surface AB. Cette surface étant travaillée, on y projetera la vue en dessous de la râblure. On creusera au ciseau la pièce de la profondeur voulue suivant cette râblure. On portera sur les faces latérales le lieu des points tels que G, on bûchera la pièce de façon à cueillir cette ligne en arrivant d'autre part au fond de râblure, et l'allonge se trouvera terminée jusqu'à la naissance de la fourche. Sur l'arrière de cette région, il faudra porter sur la face inférieure de la pièce le lieu des points X de la figure 19, et bûcher l'angle de la pièce G en X.

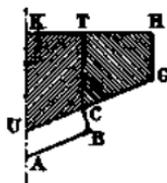


Fig. 25.

Un mode de construction expéditif consiste à remplacer l'allonge unique par deux *quenouilles* jumelées de chaque côté de l'étambot et qui dans chaque section transversale n'occupent que la surface CGHT (fig. 25). On remplit l'espace intermédiaire par une pièce dont la demi-coupe est KUCT, et au lieu de faire aboutir le bordé en râblure, on le laisse courir jusqu'à l'axe, où se trouve un joint de calfatage. Il s'en faut de beaucoup que cet assemblage de pièces multiples ait la raideur et la solidité d'une allonge unique. De plus le dessous extrême du bateau est, dans les efforts de flexion qu'il subit de la part de l'eau, la fibre la plus chargée. Si l'on y met un joint on s'expose à ce que, quand le bateau navigue, ce joint jone et fasse de l'eau, qui suinte entre les surfaces en contact des quenouilles et y provoque une pourriture rapide.

Un yachtsman faisant construire à son usage un yacht, avec la perspective de s'en servir de longues années, fera donc bien d'exiger de son constructeur une solide pièce d'allonge, en chêne de bonne qualité, et recevant le bordé en râblure.

La *pièce en sifflet* de l'arrière se déduit toute entière du tracé correct du plan des formes. Cette pièce reçoit en râblure d'une part le bordé de carène et de l'autre celui du pont. Sur l'arrière de ces deux râblures elle donne les surfaces hors bordé et hors pont.



Fig. 26.

La pièce terminée est représentée en perspective par la (fig. 26) mais il est plus pratique de la travailler toute entière suivant la surface hors bordé (fig. 27) et d'y prati-

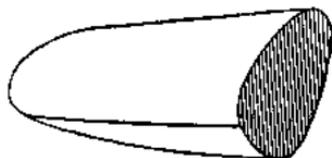


Fig. 27.

quer ensuite les râblures. Pour la construire, il faut commencer par dégrossir une pièce de bois de façon à déterminer sur elle les traits d'axes AB, AC. On travaillera ensuite le dessus suivant la forme du pont en se guidant au moyen d'un gabarit de bouge taillé en creux ; on y projettera le contour A'B'B', on tracera sur la face avant la sec-

tion transversale faites dans les formes et dont  $XYB''$  est la moitié, et il ne restera plus qu'à cueillir à l'herminette ces deux lignes, en respectant la ligne  $AC$  puis à creuser les râblures pour avoir la pièce en sifflet.

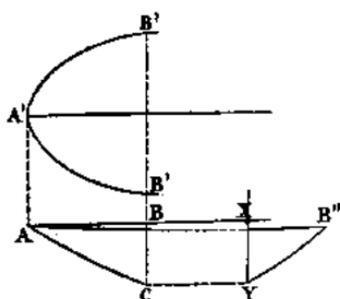


Fig. 28.

La pièce en sifflet et l'allonge s'assemblent à tenon et mortaise.

Pour achever la grosse charpente de l'arrière, il est bon de relier l'étambot à la pièce en sifflet par une pièce longitudinale en chêne. Dans un côté, cette *entremise* passera toute entière sous le pont, mais dans un yawl, on peut la laisser apparente, et lui faire recevoir en râblure le bordé de pont. Elle permet de constituer un logement solide au pied du mât de tapecul, et si l'on s'en rapporte à la théorie général de l'élégance en matière d'architecture, elle doit être nettement accusée, puisqu'elle constitue un détail fondamental de la construction.

Cette pièce sert aussi à recevoir la tête de la mèche de gouvernail. Pour rendre étanche le trou de jaumière, il est à peu près indispensable de le former d'un tube de plomb, à bords tombés sur l'allonge et sur l'entremise. On peut, par un subterfuge assez simple, profiter de l'entremise pour donner à la mèche la correcte apparence d'une mèche en bois,

même quand il est nécessaire d'employer une mèche en fer.

Or ce cas se présente dans les yachts étroits et profonds, où les couples du cul de poule sont très aigus à leur base. On voit que dans de tels couples le passage d'un large trou de jaumière exigerait pour la pièce d'allonge des dimensions anormales, en largeur et en épaisseur (fig. 29).

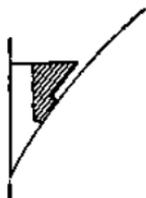


Fig. 29.

Il faut alors adopter une mèche en fer de beaucoup moindre diamètre que la mèche en bois. Mais la tête de cette mèche en fer sera noyée dans un morceau de bois tourné, dont la partie inférieure, s'engageant dans l'entremise, n'est pas visible et conserve entièrement le cachet d'une mèche en bois complète (fig. 30).

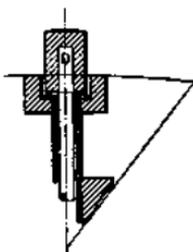


Fig. 30.

Les trois pièces fondamentales, allonge, pièce de sifflet et entremise, étant travaillées et mises en place, l'on pourra

monter les couples et les barrots du cul de poule et y appliquer le bordé, dans les mêmes conditions que pour le reste de la coque. Et non seulement l'on aura assuré à cette région du bateau toute la solidité désirable, mais encore on regagnera le temps dépensé à ces premiers travaux par la suppression de toutes les hésitations que l'on a quand il faut résoudre par tâtonnement un problème aussi délicat de constructions.

Bien que nous ayons cru préférable de faire de la construction de l'arrière une partie distincte de notre exposé, il est bien évident que nous considérons la charpente de cette région comme devant être terminée de confection et de montage avant la mise en place des couples. Ceux-ci se fixeront sur l'allonge comme sur la quille, et le bateau tout entier sera ensuite bordé, puis barroté et ponté d'un seul coup.

La forme des fargues à l'arrière et leur construction présentent quelque particularités qu'il est bon de signaler. Nous avons dit plus haut que les fargues prolongent les *flancs* même à l'extrême arrière, où le bateau n'a plus que

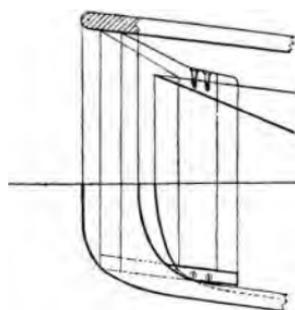


Fig. 31.

des *fonds*. Les jambettes font en cette région un angle avec les couples ; elles doivent être taillées en bois tors,

On ne fait pas contourner à la fargue l'extrême arrière du pont. On l'arrête aussitôt que la courbure du livet tend à devenir trop rapide pour que le bordage de fargue puisse la suivre librement, et on fait aboutir ce dernier en râblure dans une forte jambette oblique taillée suivant la forme de la fig. 31 et vissée dans la pièce en sifflet. Les deux jambettes symétriques de cette espèce sont réunies par une large *pièce de couronnement*, qui correspond au plat bord, dont elle a l'épaisseur, mais qu'elle excède en largeur au milieu.

Entre les jambettes obliques, la pièce de couronnement et la pièce en sifflet, on laisse dans les très petits yachts un espace vide. Dans les yachts un peu plus grands on ajoute une ou deux autres jambettes vissées dans la pièce en sifflet, avec tenon dans la pièce de couronnement.

Toute cette région des fargues à l'arrière nous semble sortir du domaine d'un tracé exact. Elle ne peut guère être déterminée que par la pratique de la construction. Mais on doit veiller avec le plus grand soin à ce que les jambettes prolongent agréablement pour l'œil le dessous voûte, et que la pièce de couronnement se raccorde bien avec les plats bords, si l'on veut conserver au yacht sa pureté d'aspect aussi bien en vue de profil qu'en vue d'en dessus.

## CHAPITRE XVI

### DES EMMÉNAGEMENTS. CONSTRUCTIONS EXTÉRIEURES : ROOF, CHAMBRE DE MANŒUVRE, PANNEAUX.

Si l'on veut éviter toute perte de temps et toute dépense inutile de main-d'œuvre et de matières gaspillée en tâtonnements, il faut que bien avant l'achèvement de la construction du yacht, on ait déterminé d'une façon suffisamment précise le plan projeté de ses emménagements.

Les plans d'emménagements se figurent au moyen d'une coupe longitudinale, d'une coupe dans la carène à moyenne hauteur, et enfin d'un nombre suffisant de coupes transversales. On détermine en ces figures les coupes et projections des diverses cloisons et plateformes et l'encombrement des meubles et objets d'attache prévus.

Il va sans dire que les dispositions possibles pour les emménagements des yachts varient à l'infini, d'un tonnage et d'un type de bateau à l'autre, et même entre plusieurs bateaux par ailleurs semblables en tout point. Nous ne saurions prétendre donner ici une description générale de tous ces emménagements possibles ; et, nous conformant au plan que nous avons adopté en ce volume, de décrire comme exemple un bateau déterminé, nous exposerons un type défini et pratique d'emménagements approprié au bateau à quille fixe de trois tonneaux que nous avons jusqu'ici envisagé.

Un tel bateau doit être considéré comme devant avoir trois genres d'emploi bien distincts.

D'abord, la promenade en mer ou en rivière, sortie de quelques heures pendant lesquelles on ne songera qu'à jouir du grand air, pendant lesquelles on restera sur le pont. Ensuite l'excursion de quelque durée, pendant laquelle on prendra des repas, on dormira à bord, ce qui suppose des séjours plus ou moins prolongés à l'intérieur du bateau. Enfin, la régate. Pour la régate, il faudra faire en sorte que le bateau, même trop chargé de voilure, et venant à s'incliner sous l'effet d'une raffale, ne risque pas d'emplier. De plus, pour que le bateau ne soit pas trop désavantagé vis-à-vis de ceux de ses concurrents qui sacrifient tout à la vitesse n'ont aucun emménagement, il faudra réduire au minimum le poids des emménagements, de façon à laisser aussi grand que possible le poids du lest sous la quille.

Pour la promenade, il faut ménager dans le pont une *chambre ouverte*, sorte de cuve entourée de bancs où s'assièront les passagers. Pour la régate, on se contenterait d'un trou destiné à recevoir les jambes de l'homme de barre, et appelé *cock-pit*. Dans la destination mixte que doit avoir notre yacht, il conviendra de s'en tenir à un compromis entre la chambre ouverte et le *cock-pit*. Cette petite chambre ouverte, ou ce grand *cock-pit*, sera une *chambre de manœuvre*. Elle commencera à environ 50 centimètres sur l'avant de l'étambot, et s'étendra sur une longueur de 2 mètres à 2 m. 20 vers l'avant, sa largeur sera d'un mètre ou de 1 m. 10.

Quant à la partie intérieure de la coque à l'avant de cette chambre de manœuvre où sont les logements proprement dits, il est d'usage de la diviser en deux régions distinctes par une cloison établie environ au niveau du mât. La partie arrière est *le salon* ou *cabine* ; elle est réservée au propriétaire et à ses amis, la partie avant est le *poste d'équipage* ou *poste*, en terme absolu.

Le premier élément, suivant nous, du confortable dans les logements d'un petit bateau, est qu'on puisse se tenir debout dans le salon. En route, on est le plus souvent assis dans la chambre de manœuvre ou couché à plat pont. Se tenir debout dans la cabine devient un délassément. D'autres raisons qu'il serait trop long d'énumérer toutes, mais parmi lesquelles on peut citer la difficulté qu'on éprouve à se vêtir entièrement dans la position courbée, font encore plus vivement désirer qu'on puisse donner au salon une hauteur raisonnable, c'est-à-dire d'au moins 1 m. 65 ou 1 m. 70, si possible 1 m. 80.

Or, si nous nous reportions au plan de notre yacht tel que nous l'avons dessiné en nos premiers chapitres, nous verrions que du dessus de la quille au-dessous du pont, c'est à peine si nous disposons de 1 m. 50 de hauteur. Encore est-ce là un chiffre plutôt exceptionnel, et qui n'a pu être réalisé que par la construction très simple, très soignée et très particulière aux yachts proprement dits que nous avons adoptée. D'autre part nous ne saurions songer à établir le plancher du yacht à même sur la quille : si bien construit et entretenu que soit un bateau il faut compter qu'il aura *toujours* quelques litres d'eau à son bord : il faut laisser entre la quille et le plancher un espace suffisant pour que cette eau puisse s'y accumuler jusqu'à ce qu'il soit temps de la rejeter au dehors par quelques coups de pompe. Cet espace sera d'au moins 5 centimètres. Il faut encore compter deux centimètres pour l'épaisseur du plancher. Voici donc 7 centimètres retranchés de la hauteur disponible, qui se réduit alors à environ 1 m. 43. Pour gagner les 27 cm. qui manquent à la hauteur imposée de 1 m. 70, on se sert de l'artifice de construction qui consiste à pratiquer dans le pont une ouverture au-dessus de laquelle on construit une petite superstructure à parois verticales et à toit curviligne, nommée *roof*.

Le roof n'aura pas besoin de s'étendre sur toute la largeur du bateau. Il suffit qu'il règne dans la région milieu, en correspondance avec le plancher, lui-même forcément étroit, puisqu'il s'étend dans une région où les formes du navire sont très resserrées.

Pour accéder dans les logements, il faut bien entendu percer des ouvertures dans le pont. Ces ouvertures s'appellent *panneaux*. Les couvercles par lesquels on les ferme s'appellent *capots* de panneaux.

Il est d'usage de percer deux panneaux d'accès distincts, l'un pour le salon, l'autre pour le poste. Cela facilite le service et la manœuvre du yacht.

En résumé, l'on voit que le pont sera percé de trois genres d'ouvertures distinctes ; d'abord pour la chambre de manœuvre, une ouverture sous laquelle se rapporte une sorte de caisse ouverte par le haut. Puis pour le roof, une ouverture au-dessus de laquelle se rapporte une sorte de caisse ouverte par le bas. Enfin, pour les panneaux, des ouvertures qui ne sont fermées que par des couvercles amovibles.

Il faut songer avant tout que, sauf précautions spéciales, ce découpage du pont ne serait pas sans nuire sérieusement à la solidité et à la durée du bateau.

Le pont a un rôle très important dans la résistance de la coque, aussi bien contre la déformation longitudinale, par son bordé, que contre la déformation transversale par ses barrots. Les constructions rapportées, telles que le fond de la chambre de manœuvre ou le roof, doivent au contraire être comptées pour rien dans la résistance aux déformations, à cause de la facilité suivant laquelle les caisses de cette nature jouent suivant leurs arêtes. Il faut donc renforcer convenablement le pont autour d'elles si l'on ne veut pas voir le bateau se déformer rapidement. Enfin le pont en lui-même est chargé de résister au poids des hommes

ou des objets embarqués. Il ne faut pas oublier de se précautionner à ce point de vue contre son affaiblissement par les ouvertures de toutes sortes pratiquées.

Nous conseillerons d'éviter un système d'emménagements, assez pratique par ailleurs et dans lequel on ne découpe qu'une seule ouverture dans le pont pour la chambre ouverte et pour le roof; et où on laisse libre passage de celle-là à celui-ci : Cette ouverture est trop longue, et le bateau est trop affaibli transversalement. Il nous semble indispensable de conserver au moins un barrot intact entre ces deux régions du yacht.

Mais par contre, il semble tout indiqué de donner à ces deux locaux la forme de rectangles de même largeur. La construction n'y peut que gagner en simplicité; et au point de vue de la résistance longitudinale, on aura toute aisance à établir de chaque bord de l'ouverture des pièces continues, rectilignes en projection horizontale, et qui seront efficacement résistantes.

Les pièces qui bordent de chaque côté les ouvertures faites dans les ponts se nomment *hiloires* si elles règnent au-dessus du pont et *hiloires renversées* si elles sont au-dessous.

Les hiloires, sur les yachts, sont de la même importance que les fargues, et servent plutôt de barrières à l'accès de l'eau par les panneaux que de consolidations. Les hiloires renversées jouent seules un rôle sérieux dans la construction. Elles doivent être taillées et assemblées avec les barrots avant qu'on ne commence à border le pont : leur confection assez complexe et délicate ne peut être faite exactement que d'après dessin. Nous allons montrer comment ce dessin se relève sur le plan des formes et s'établit sur le plan de construction.

Donnons-nous les projections horizontales et longitudi-

DES EMMÉNAGEMENTS, CONSTRUCTIONS EXTÉRIEURES 147  
 nales du livet du pont (fig. 32) et découpons un gabarit de bouge.

Soit  $ABab$  la projection horizontale de l'arête supérieure de l'ouverture à pratiquer dans le pont. Cherchons la projection longitudinale des traits  $AB ab$ . Ces traits appar-

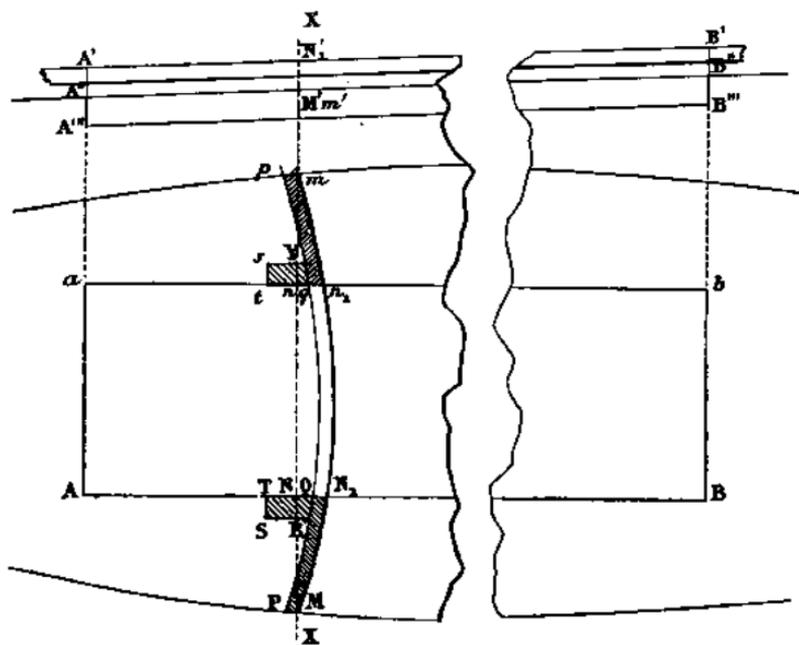


Fig. 32.

tiennent, comme le livet, à la surface du pont hors bordé. Faisons passer un plan normal quelconque  $XX$ . Il coupe le livet du pont aux points  $Mm M'm'$ .

Pour rabattre autour de  $Mm$  l'intersection du pont avec ce plan, il suffira de faire passer le gabarit de bouge par les points  $Mm$ , et de faire courir un crayon le long de ce gabarit. Le trait ainsi obtenu coupe  $AB ab$  en  $N, n_1$ . La longueur  $NN_1, nn_1$  représente la hauteur du point d'inter

section du plan sécant et du bord de l'ouverture, au-dessus de la *ligne droite du bau du pont*  $Mm$ . Portons sur  $XX$ ,  $m'N'$ , égal à  $NN_1$  le point  $N'$  appartient à la projection longitudinale cherchée. Cette construction répétée un nombre suffisant de fois nous permettra de tracer la projection toute entière  $A'N'B'$ , projection qui, puisque  $AB$ ,  $ab$  sont parallèles à l'axe, nous donne la forme même du bord de l'ouverture.

Continuons maintenant le tracé de la coupe transversale  $XX$ . En reportant le gabarit de bouge parallèlement à lui-même à une distance égale à l'épaisseur du bordé du pont (nous négligeons, ce qui n'a pas d'inconvénient, l'obliquité du pont sur l'horizontale longitudinale toujours très faible), nous avons le trait  $PP$  du couple  $XX$ , hors barrots. La pièce d'hiloire renversée devra courir sous le bordé de pont. Elle ne commence qu'à partir du point du couple hors barrots.

Donnons-lui une hauteur de 12 cm.  $QT$ , une largeur de 6 cm.  $TS$ . Sa coupe par le plan  $XX$  prend la forme  $QTSR$ .

Les lieux géométriques des points tels que  $Q$  et  $T$  s'obtiendront en menant des courbes parallèles  $A''B''$ ,  $A'''B'''$  à  $A'B'$ , à des distances respectivement égales à  $N_1Q$ ,  $N_1T$ . La face latérale interne de la pièce d'hiloire renversée se projette en vraie grandeur suivant  $A''A'''B''B'''$ .

On la tracera sur une poutrelle de bois de chêne de 6 cm. d'épaisseur. On sciera cette poutrelle au carré suivant les traits ainsi figurés. On relèvera en un certain nombre de points tels que  $Q$  les équerrages normaux; on triquera sur l'autre face de la pièce la ligne des points tels que  $R$  et on fera sauter à l'herminette le bois, entre cette ligne et l'arête  $AB$ .

Pour achever de consolider les bords de la grande ouverture pratiquée dans le pont, on la limitera à des barrots renforcés de mêmes échantillons que les hiloires renver-

sées. On assemblera les hiloires et les barrots renforcés à mi-bois, en ayant soin de pratiquer la mortaise dans le barrot à sa partie supérieure, de façon qu'il supporte l'hiloire renversée. Il sera bon d'enraidir le cadre formé par ces quatre pièces au moyen de fortes équerres en fer zingué vissées aux quatre coins.

Le barrot dont nous préconisons le maintien entre le roof et la chambre de manœuvre, et qui sert à assurer la bonne liaison transversale du navire aura pour échantillon 4 cm.  $\times$  4 cm. et passera dans une entaille ménagée sur la partie supérieure des hiloires renversées. Il sera aussi assemblé avec ces hiloires au moyen d'équerres en fer. — On mettra ces diverses équerres dans les angles extérieurs à l'ouverture, de façon à les dissimuler à la vue.

Dans tout le travers de l'ouverture on établira entre la serre et l'hiloire renversée qui les recevra par un assemblage à queue d'aronde des barrots interrompus ou *barrotins* destinés à supporter le bordé de pont.

Le ou les panneaux à pratiquer dans le pont en dehors de la grande ouverture seront limités entre deux barrots et deux pièces longitudinales réunissant ces barrots assemblés avec eux par des équerres et qui, trop courtes pour être des hiloires renversées, prennent le nom d'*entremises*.

Ces entremises et les barrots correspondants auront des échantillons un peu renforcés par rapport aux barrots ordinaires du pont, mais moindres cependant que ceux des hiloires renversées. Il n'est pas d'usage de donner aux panneaux la forme carrée ; on les fait d'ordinaires ronds ou à 8 pans : des pièces de bois taillées en conséquence sont alors rapportées et clouées dans les angles des barrots et des entremises.

De même que les entourages de panneaux il faut mettre en place avant de border le pont une pièce destinée à recevoir le trou de passage du mât, appelée *étambrai*. C'est

une simple pièce carrée logée entre deux barrots rapprochés pour la recevoir. L'étambrai a sa surface sur le hors bordé de pont : on le fera reposer à mi-épaisseur des barrots qui l'entourent. Les aboutissements des bordages interrompus pour lui faire place se clouent sur les moitiés des barrots laissées libres.

Enfin il faut monter à l'avance deux pièces verticales nommées *bittes de bout dehors*, qui serviront à maintenir le mât de beaupré. Ces pièces solidement chevillées avec l'étrave seront tenues à la tête par deux barrots rapprochés.

On voit que si les nécessités de l'exposition nous ont conduit à parler du pont avant de traiter des emménagements, il n'en est pas moins indispensable d'avoir arrêté le plan de ceux-ci, et qui plus est la position du mât, et d'avoir confectionné et monté hiloires renversées, entremises, étambrai, etc., avant d'allonger en place le bordé de pont.

Par contre, une fois ces pièces en place rien ne s'oppose à ce qu'on borde : le reste des constructions peut se faire après coup.

Pour construire le roof, on clouera à l'intérieur des hiloires et des barrots extrêmes les planches qui en font les côtés et les façades. On peut, à volonté, rendre l'arête supérieure de ces planches soit parallèle à la flottaison soit parallèle à la direction moyenne du pont sur la longueur du roof. En tout cas il y a avantage à la maintenir rectiligne.

Il faut éviter de donner aux côtés du roof une hauteur exagérée. On fera bien de considérer 25 cm. à compter du pont comme un maximum à ne pas dépasser. Rien de si disgracieux et de si contraire au caractère de yacht qu'un roof exagéré et présentant l'aspect d'une petite maison bâtie au milieu du bateau.

En haut et en bas des planches formant côtés de roof on

établira des tasseaux convenablement moulurés. Le tasseau inférieur jouera un rôle purement décoratif. L'autre au contraire servira à recevoir les extrémités de barrots sur lesquels s'étend un bordé longitudinal formant toiture du roof.

Il y a tout avantage à donner à ces barrots un très fort bouge. D'abord le toit du roof y gagne en solidité ; ensuite on bénéficie par là d'une hauteur supplémentaire fort appréciable pour le salon, sans que de l'extérieur le roof semble sensiblement plus haut : c'est l'arête en abord et non le contour apparent dans l'axe qui frappe l'œil quand on regarde le roof du dehors. On peut sans inconvénient donner à un roof de petit bateau un bouge de 10 cm. pour mètre.

Les côtés et la façade avant du roof doivent être percés de petites ouvertures pour l'éclairage du salon. Ces ouvertures seront garnies de glaces résistantes et bien claires. On trouve à bon compte des vitres de l'espèce chez les vitriers, en les cherchant parmi les déchets des glaces de grandes dimensions qui servent de tablettes d'étagères dans les grands magasins de confection.

On pratique généralement le panneau d'accès du salon dans la toiture du roof à l'arrière. Le capot du panneau est disposé de façon à s'ouvrir en glissant dans des coulisses sur le toit du roof, vers l'avant. On peut, pour faciliter l'accès, pratiquer une petite porte à deux battants dans la façade arrière du roof.

Pour construire la chambre de manœuvre, on commence par en déterminer la profondeur : le plus pratique est de prendre pour siège de cette chambre des banquettes au niveau du dessus des hiloires : celles-ci débordent le pont d'une hauteur à peu près égale à celle des fargues. Le plancher de la chambre s'établira à environ 45 centimètres plus bas que le haut des hiloires. Pour le recevoir

on allongera de chaque bord une serre horizontale sur les membres. On fixera des barrots rectilignes sur cette serre. On bordera en long sur ces barrots, à l'emplacement futur de la chambre de manœuvre. Puis on montera les côtés et les extrémités de la chambre en les clouant sur les hiloires renversées et sur les barrots formant cadre.

Les côtés de la chambre de manœuvre seront prolongés au-dessus du bordé de pont de façon à former hiloires droites. La façade arrière sera prolongée de la même façon, son arête supérieure sera taillée parallèlement au bouge du pont.

Les banquettes rapportées autour des hiloires devront être posées à surplomber le pont en dehors de la chambre : de la sorte une crête d'eau courant sur le pont et montant contre l'hiloire ne mouille que la face inférieure de la banquette. Dans la disposition inverse elle déverserait sur la face supérieure, celle où l'on s'assied : il n'est pas besoin d'insister sur les inconvénients qui en résulteraient.

Le panneau du poste comporte une hiloire droite un peu moins haute que l'hiloire de chambre. Son capot est d'ordinaire complètement amovible, et recouvre l'hiloire à emboîtement. On le ferme au moyen d'une barre de fer à crochet, d'un bout à œil et à cadenas de l'autre.

## CHAPITRE XVII

### DES EMMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS.

Nous avons dit que le bateau comportera à l'avant un poste d'équipage percé d'un panneau, et au milieu un salon surmonté d'un roof percé lui aussi d'un trou d'accès. A l'arrière, sous le plancher de la chambre de manœuvre, reste un espace disponible, inhabitable à cause de son peu de hauteur, mais souvent volumineux : on l'utilisera comme *soute*, et en particulier comme *soute à voiles*, beaucoup d'espace étant requis à bord pour cet emploi.

*Cloisons.* — Pour isoler les uns des autres ces trois locaux, à moins que des raisons d'ordre intime exigent des séparations étanches à la vue et au son, à moins par exemple qu'il ne s'agisse de séparer de son équipage un propriétaire marié, nous préconiserons l'emploi de simples tentures, et la suppression de toute cloison en bois. Outre l'économie de poids à réaliser de ce chef, il en résultera une plus grande souplesse de la coque, une plus égale répartition sur toute la longueur du bateau des déformations élastiques inévitables pendant la marche.

Si tant est que quelques cloisons locales soient nécessitées plutôt pour des motifs d'arrimage que d'isolement, ces cloisons seront faites en lattes de bois blanc léger et souple. Les étagères diverses seront faites de même. Si l'on veut obtenir des surfaces continues, soit pour dissi-

muler quelque chose, soit pour empêcher de menus objets de passer entre les lattes, on se contentera de clouer sur celle-ci une étoffe résistante.

*Sièges.* — Les sièges seront fixes. Comme aucun espace ne doit être inutilisé à bord, on logera sous les sièges des caissons d'attache, accessibles soit par le siège même formant couvercle à charnière, soit par leur façade installée à charnière. Il est pratique d'établir un caisson canapé de chaque bord du salon, et un caisson siège à l'extrême avant du poste, toutes régions où l'on peut trouver la place d'un homme assis, et non la hauteur pour un homme debout. Un des caissons du salon servira à loger le vin et les spiritueux. Inutile de dire que celui-là devra recevoir une serrure fermant à clef.

Le caisson du poste devra être abandonné au matelot pour qu'il y range ses effets et ses outils.

*Couchettes.* — Il est difficile dans un petit bateau de trouver la place nécessaire pour établir des couchettes fixes. Nous préconiserons l'emploi de couchettes à rabattre installées en abord. Ces couchettes seront de jour relevées et formeront dossier pour les caissons canapés. Mises à poste la nuit, elles devront laisser entre elles l'espace strictement nécessaire à la circulation d'un homme debout, c'est-à-dire 30 centimètres environ. La largeur minima des couchettes sera de 55 centimètres, si possible on leur donnera 60, 65, au plus 70 centimètres.

Il existe plusieurs spécialistes qui se sont consacrés à la fabrication des meubles de bord. Si convaincus que nous soyons de la bonne qualité de leurs produits, nous croyons qu'il n'est pas nécessaire de recourir à leur intervention, et qu'on peut réaliser des couchettes de yacht très pratiques, très légères, et très économiques, par les moyens des

ouvriers qu'on rencontre en un chantier de construction. On commencera par faire confectionner en bois de sapin de 3 cm. sur 5 cm. des cadres de la dimension de la couchette. Les angles du bois seront soigneusement abattus, et l'on tendra sur le cadre une bonne toile à voile. Ceci servira de sommier. On logera ce premier cadre au fond d'un *cadre* en toile à voile, sorte de caisse ouverte par en haut, dont les côtés serviront à maintenir en place les matelas. Le tout sera installé à charnière le long de la muraille. Deux crochets suffiront à tenir la couchette relevée. On aura soin d'autre part de faire coudre sur les deux petits côtés du cadre en toile des bâtonnets, d'où partent une série de petits cordages obliques, aboutissant à un anneau commun ; cet ensemble porte le nom d'*araignée*. Pour tenir la couchette à son poste d'emploi, on disposera deux pitons à crochets où s'accrocheront les anneaux des araignées, de façon d'une part à éviter de faire porter le poids sur les nœuds de charnière, de l'autre à tendre les grands côtés du cadre en toile, et à leur permettre de retenir le dormeur dans la couchette.

Tout ceci peut être fait en matériaux de qualité ordinaire : pour dissimuler de jour la couchette à la vue on fera retomber sur elle un rideau d'étoffe un peu plus luxueuse, par exemple de drap gros bleu analogue à celui dont on fait dans la marine de guerre les tapis d'embarcation. Des tentures de même étoffe pourront isoler le salon du poste et de la soute à voiles. Le nom du bateau cousu en lettres de drap rouge sera un ornement fort suffisant de toutes les tentures.

Pour le poste, une couchette pareille à celles du salon sera encore la moins encombrante. Même dans un très petit bateau on pourra la loger d'un seul bord : elle viendra en se rabattant toucher le bord opposé à l'avant, et à l'arrière, le mât. Aussi sera-t-on obligé de placer la tenture de sépa-

ration des deux locaux à quelques quarante centimètres environ sur l'arrière du mât pour laisser place au bout de a couchette du matelot.

Cela s'arrange bien avec la nécessité de laisser sur le pont un peu d'espace entre le mât et l'avant du roof ; on terminera le roof à 40 centimètres du mât et on ne fera pas courir le salon proprement dit plus loin que l'avant du roof.

D'autre part on ne pourra pas établir de cloison du côté où règne la couchette du matelot. Mais la liberté de circulation de bout en bout du bateau qui en résultera, au moins de jour, est précieuse à beaucoup d'autres points de vue.

*Table.* — Une table longue et le plus large possible est utile à bord d'un yacht : le yachting est un sport fatigant : il faut qu'on puisse, quand on s'y livre, se restaurer et se reposer par des repas confortablement servis. Par contre, cette table serait fort encombrante en dehors de ses heures d'emploi. Mais on trouvera, pour la loger, un espace tout indiqué sous le plancher de la chambre de manœuvre où on la glissera dans une coulisse disposée à cet effet. Pour qu'elle puisse y trouver place, on l'installera avec des pieds à rabattre, ou mieux encore on lui donnera un seul pied rabattable à l'avant, et à l'arrière, on l'accrochera au moment de s'en servir dans deux pitons vissés sur une traverse amovible.

*Bouteille.* — La bouteille, en terme de marine, est cet objet qu'on définit en le déclarant indéfinissable. Son installation, toujours délicate, est rendue particulièrement difficile sur une yacht par le fait que son siège est forcément au-dessous du niveau de l'eau. Il existe des modèles très perfectionnés de bouteilles, dans lesquels on se sert d'une

pompe pour refouler à l'extérieur les matières à évacuer. Cet appareil complexe n'est pas sans donner de fréquents et sérieux ennuis. Nous préconiserons au moins pour les très petits yachts l'emploi d'un seau hygiénique installé sous un siège à charnière, analogue en somme à celui des chaises percées. Un tel meuble peut être rendu à bord d'un yacht beaucoup moins encombrant qu'on ne le pense. On le loge facilement à côté du mât, abrité de l'œil par rapport au salon par la tenture de séparation, et adossé à une cloison en lattes tendue de toile à voile, en enclave sur le poste. La hauteur en cette région, insuffisante pour qu'on puisse se tenir debout suffira encore grandement à un homme assis, pour peu que le bateau n'ait pas des dimensions très inférieures à celles du très petit yacht que nous avons pris pour exemple.

*Cuisine.* — Dans un yacht de moyenne importance on loge facilement dans le poste un petit fourneau à charbon de bois. Mais si le yacht devient aussi petit que celui que nous envisageons, il faut renoncer à un appareil de cette nature, trop encombrant. On se contentera d'une ou plusieurs fortes lampes à alcool. Les lampes sans mèches, composées d'un large godet métallique percé de tubes d'arrivée d'air donnent une flamme très vive et très abondante et permettent de cuisiner d'une façon très suffisante. Les fourneaux à pétrole sont moins pratiques. Leur moindre défaut est de répandre à tout bout de champ une fumée noire et grasse qui tombe en suie dans tout le yacht et cause une salissure des plus difficiles à faire disparaître.

*Batterie de cuisine et vaisselle.* — La batterie de cuisine et la vaisselle seront, cela va sans dire réduites au minimum. C'est dans leur arrimage que le propriétaire du yacht devra faire preuve d'ingéniosité : il faut, sous peine

d'un bris rapide, que tout soit fixé à demeure et ne puisse s'échapper de son poste. On se sert souvent, pour réaliser ce desideratum, de petits tourniquets en bois, montés sur le fût d'une vis, et dont le bec est taillé en forme de coin de façon à opérer un serrage progressif.

Les étagères d'encoignures recevront les principales pièces, les autres pourront être appliquées directement à l'intérieur du bordé du poste.

*Toilette.* — Les très petits yachts logeront difficilement autre chose qu'une simple cuvette arrimée avec le reste de la vaisselle et dont le poste d'emploi sera obtenu au moyen de quelque étagère à rabattre.

Les yachts un peu plus forts pourront loger une toilette-marine, dont il existe des modèles dans le commerce.

*Penderie d'effets.* — Il est très commode de réserver à bord un local, dont l'emplacement peut se trouver par exemple dans la tranche comprise entre l'avant du roof et le mât, à côté de la bouteille, pour y accrocher les effets mouillés : il faut bien compter qu'en général, après quelques heures de navigation les effets mouillés ne manqueront pas à bord.

Quant aux effets secs, soit vêtements destinés à être revêtus pour aller à terre, soit rechanges de toute sortes, soit enfin habits dont on s'est dévêtu avant de dormir, il leur faut réserver le plus grand nombre possible de patères. Ces patères choisies d'un modèle léger et peu encombrant seront vissées un peu partout, et en particulier aux quatre angles du salon.

Faute de penser à cet élémentaire détail, on s'expose à voir le yacht bientôt jonché de vêtements, au grand détriment et de la conservation de ceux-ci et du bon ordre à bord de celui-là.

*Arrimage des voiles et objets d'armement.* — Les voiles dont on ne se sert pas sont séchées et mises en sac ; les sacs à voiles vont les uns à côté des autres dans la soute sans qu'il faille plus qu'un plancher en lattes pour les empêcher d'être en contact avec le bordé toujours un peu humide en cette région et que quelques tringles pour les arrimer dans un ordre constant.

Les autres objets d'armement à loger à l'intérieur d'un yacht sont en petit nombre. Le filin et les palans de rechange seront logés sur des étagères à l'avant. On réservera un caisson spécial pour les pots à peinture dont on fait à bord le plus fréquent usage.

*Moyens d'accès.* — Dans un très petit yacht, les panneaux ne sont pas si éloignés des planchers qu'il faille se ménager des facilités spéciales pour l'accès. Si la profondeur du yacht s'accuse, qu'elle atteigne, comme nous l'avons supposé, la hauteur d'un homme, il sera nécessaire de faire correspondre avec le panneau une petite échelle légère, en fer ou en bois, qu'on aura soin de rendre amovible pour qu'elle n'encombre pas le salon lorsqu'il se transforme en salle à manger ou en chambre à coucher.

## CHAPITRE XVIII.

### CALCUL DES POIDS. DÉTERMINATION EN VOLUME ET EN POSITION DE LA FAUSSE QUILLE MÉTALLIQUE.

Aussitôt le plan de construction et celui des aménagements arrêtés, et n'oublions pas qu'en bonne économie, ils doivent l'être avant la mise à exécution du bateau, ou tout au moins dès les premiers débuts de cette mise à exécution, on a tous les renseignements nécessaires pour procéder au décompte du poids de la coque emménagée et armée et pour déterminer en poids et en position la quille métallique.

Le décompte du poids doit être fait avec une grande minutie : beaucoup des appréciations de détail ne pourront être obtenues qu'avec une approximation assez large ; ce sera seulement par la multiplicité des subdivisions qu'on aura chance de balancer les erreurs. En même temps qu'on fera les calculs élémentaires des poids, on calculera aussi les moments des éléments de la construction par rapport à une verticale et par rapport à un plan horizontal, par exemple, la verticale milieu et la flottaison, de façon à connaître la position en longueur et en hauteur du centre de gravité.

Les relevés comporteront donc d'abord les dimensions et la densité de chaque pièce, ensuite la distance de son centre de gravité aux axes choisis. Mais il est une partie importante du bateau qui nécessite elle-même un calcul préalable : c'est le bordé de carène. Pour en connaître le poids

et le centre de gravité, il faut le décomposer lui-même en éléments assez petits pour qu'on puisse les assimiler à des plans. Ces éléments seront limités par des couples et des lignes d'eau du tracé : on les numérotera sur la vue longitudinale, où ils se projettent suivant des rectangles. On mesurera la distance du milieu de chaque rectangle à la verticale milieu et à la flottaison. Puis on relèvera sur les autres projections la longueur des fragments de lignes d'eau et de couples constituant les côtés de chaque élément. On en déduira sa surface. Chaque surface obtenue sera multipliée par l'épaisseur du bordé et par sa densité en la région correspondante ; la densité varie bien entendu avec la nature du bois. On obtiendra ainsi les poids élémentaires, puis en multipliant par des distances aux axes, les moments élémentaires. On fera la somme des poids élémentaires et les sommes algébriques (1) des deux séries de moments. Ces trois sommes figurent en première ligne du décompte du poids du bateau.

Le bordé de pont peut être pratiquement compté comme plan. Son poids s'obtiendra en multipliant la surface de la projection horizontale du pont (panneaux et ouvertures déduites) par l'épaisseur et la densité du bordé. Son centre

1. Nous rappellerons que l'on appelle somme algébrique une somme de quantités les unes positives les autres négatives ; on la résoud en faisant d'abord la somme arithmétique des quantités positives et celle des quantités négatives, puis la différence de ces deux sommes différence qui sera affecté du signe (+) si la somme des quantités positives est plus grande que celle des quantités négatives, et du signe (—) dans le cas inverse. Dans l'espèce, on conviendra d'affecter du signe (+) les moments de tous les poids situés sur l'avant du milieu, du signe (—) tous les autres moments, et d'autre part du signe (+) les moments de tous les points situés au-dessus de la flottaison et du signe (—) tous les autres moments. Après avoir fait l'opération, le signe dont sera affecté le résultat indiquera si le centre de gravité est sur l'avant ou l'arrière du milieu, au dessus ou au-dessous de la flottaison.

de gravité sera supposé coïncider avec celui de la projection horizontale, en longueur. En hauteur, il pourrait être obtenu en menant une ligne de rappel jusqu'au livet milieu. Rien n'empêche d'ailleurs de procéder, pour plus d'exactitude, avec le bordé de pont comme avec le bordé de carène.

Les membres et les barrots font l'objet de calculs plus simples : on multipliera leur section moyenne par leur longueur développée. Leur centre de gravité est supposé au milieu de cette longueur. Vu leur grand nombre, il est avantageux de faire aussi pour eux un décompte annexe, et de réunir en trois chiffres globaux le poids, et les moments, par rapport aux deux axes, de l'ensemble des membres et des barrots.

Les grandes pièces de construction et les diverses cloisons extérieures et intérieures seront envisagés individuellement. On passera ensuite aux objets d'armement assez volumineux et assez lourds pour permettre une appréciation acceptable. On n'oubliera pas de tenir compte du poids de la mâture de la voilure. On pourra le supposer appliqué en hauteur au centre de gravité du plan de voilure, c'est-à-dire de l'ensemble des voiles orientées dans l'axe. C'est en effet seulement quand la voilure est hissée qu'intervient la stabilité du bateau, stabilité dont la hauteur du centre de gravité est un élément. Par contre pour la position en longueur, on fera bien de compter individuellement chaque mât et chaque espars, la grande voile enverguée et amenée et le reste des voiles en soute : c'est en effet sur l'assiette longitudinale du bateau que la position en longueur du centre de gravité influera. Or de l'assiette dépend la longueur de flottaison et par suite le tonnage : les poids relatifs à la voilure devront être supposés appliqués aux endroits où on les loge, d'après les règlements, au moment de procéder au mesurage des éléments constitutifs de la jauge. Pour la même raison on ne tiendra pas compte du

poids de l'équipage qui n'est pas embarqué au moment du mesurage, du moins avec les règlements du Y. C. F et de l'U. Y. F.

On réunit dans un tableau récapitulatif tous les renseignements de détail calculés. On fait la somme des poids et les sommes algébriques des moments. En divisant chaque moment total par le poids total on a les bras de levier du centre de gravité de l'ensemble par rapport aux deux axes choisis et d'après le signe du résultat, on sait dans quels sens compter au bras du levier. Quant au poids obtenu, on est tout au moins renseigné sur sa vraisemblance, à *priori*. Un bateau dessiné et construit comme nous l'avons indiqué jusqu'ici aura pour poids de lest environ 60 o/o du déplacement. C'est dire que si le chiffre obtenu est très différent des quarante centièmes du déplacement, on peut conclure sans hésiter à une anomalie. On refera alors les calculs, on tâchera de s'apercevoir des omissions commises, au besoin on s'assurera qu'on n'a pas exagéré en lourdeur ou en légèreté les échantillons des pièces. — Si d'ailleurs on a voulu faire un bateau exceptionnellement léger, on pourra compter sur un *poids de coque* (1) emmenagée et armée de 35 o/o, peut-être au maximum de légèreté 30 o/o. Au contraire un bateau très robuste pourra atteindre 50 ou 60 o/o de poids de coque.

L'expérience de l'architecte naval le guidera dans les présumptions à émettre pour taux du poids de coque. Ce chiffre admis lui servira à contrôler grosso modo les résultats des calculs.

En général, le poids obtenu est inférieur au poids prévu. Cela tient à l'omission forcée de nombreux éléments très petits et disséminés dans l'étendue de la construction. On fera bien de majorer en conséquence le total des poids. Mais

1. On appelle en terme absolu « *poids de coque* » le rapport du poids de la coque au déplacement total.

on tiendra pour bonne la position du centre de gravité qu'on a déterminée sans tenir compte de ces très petits éléments.

En retranchant du déplacement le poids de la coque emménagée et armée, on obtient le poids de la fausse quille qui, partie en métal, partie en bois, sera rapportée sous la quille et complètera les formes.

En retranchant algébriquement (1) le moment total de la coque par rapport à la verticale milieu du produit de déplacement par la distance du centre de carène à la verticale milieu on obtient, en grandeur et en signe, le moment que devra avoir par rapport à cette même verticale la fausse quille pour que le bateau flotte dans les lignes d'eau prévues. Il ne reste plus qu'à déterminer par tâton-

1. La soustraction algébrique est une opération dans laquelle on tient compte des signes des quantités. Soit C la valeur absolue du moment de la coque ; D la valeur absolue du moment du déplacement (produit du déplacement par la grandeur absolue de la distance du centre de carène à la perpendiculaire milieu) ; Q le moment qu'il faudra donner à la fausse quille pour que le bateau flotte dans les lignes d'eau prévues. Nous avons vu que C pouvait être affecté suivant les cas du signe (+) ou du signe (-). D'autre part, D sera affecté du signe (+) si le centre de carène est sur l'avant du milieu, et du signe (-) dans le cas contraire, par extension des conventions établies plus haut. La valeur de Q et son signe s'obtiendront en résolvant en chiffres l'égalité  $Q = (\pm D) - (\pm C)$ .

Le tableau ci-dessous indique la valeur et le signe de Q dans les divers cas particuliers possibles ; si Q est positif, le centre de gravité de la quille devra être porté sur l'avant du milieu, s'il est négatif il devra être porté sur l'arrière du milieu.

D	C	D en valeur absolue. . . . .	Q =
+	+	$\vee$ c en valeur absolue. . . . .	+ (D - C)
		$\wedge$ C id. . . . .	- (C - D)
+	-	. . . . .	+ (D + C)
-	+	. . . . .	- (D + C)
		$\vee$ c id. . . . .	- (D - C)
-	-	$\wedge$ C id. . . . .	+ (C - D)

nements successifs et méthodiques la répartition du volume réservé pour la fausse quille, entre une région métallique et une région en bois, répartition pour laquelle s'obtiennent le poids et le moment exigés.

Ceci fait, on connaîtra la position en hauteur du centre de gravité de la fausse quille. Par un nouveau calcul de moments on obtiendra la position en hauteur du centre de gravité total.

Il est d'usage d'appeler  $a$  la distance de ce centre de gravité au centre de carène. Dans les navires, ou dans les barques à lest intérieur, le centre de gravité est *toujours* au-dessus du centre de carène. La valeur du bras de levier initial de redressement est alors égale à la différence  $\rho - a$  entre le rayon métacentrique  $\rho$  (voir Chapitre V) et le terme  $a$ . Dans un yacht à lest sous la quille, le centre de gravité est toujours au-dessous du centre de carène et le bras de levier initial de redressement est égal à  $\rho + a$ .

L'étude de la stabilité transversale est plutôt intéressante au point de vue de la navigation que de la construction. Nous nous réservons d'en parler plus longuement en notre deuxième volume.

Par contre, la détermination de la position en longueur du centre de gravité est de première importance dans la construction même du yacht : si le centre de gravité ne coïncide pas en longueur avec le centre de carène du plan, le bateau, quand on le lance, eût-il le déplacement prévu, ne s'immerge pas dans les lignes d'eau prévues. Les extrémités de la flottaison se déplacent le long de l'étrave et de l'allonge de voûte ; la longueur varie : il peut en résulter de très sérieux mécomptes : si le bateau a été destiné au maximum d'une série, il se peut qu'un allongement de quelques centimètres à la flottaison le fasse passer au minimum de la série supérieure.

Aussi fera-t-on bien de se réserver toujours quelques

centimètres disponibles sur la longueur de la flottaison, c'est-à-dire, dès l'origine, d'effectuer le tracé sur une longueur un peu moindre que celle sur laquelle sont basés les calculs de la jauge prévue. D'autre part, on se réservera sur le poids de fausse quille un disponible de quelques centaines de kilogrammes, qui, à l'état de lest intérieur, servira à corriger expérimentalement les erreurs de calcul, erreurs qu'on doit chercher à rendre très faibles, mais qu'on ne saurait espérer éviter entièrement. Nous donnons à la fin de ce volume un tableau spécimen de calculs de poids et de centre de gravité.

## CHAPITRE XIX.

### CONFECTION ET FIXATION DE LA FAUSSE QUILLE EN MÉTAL ET EN BOIS.

La quille métallique est, suivant les cas, en fonte ou en plomb. Le plomb est plus dense, et par suite, à poids égal, moins volumineux : le centre de gravité sera plus bas dans une quille en plomb que dans une quille en fonte de même poids. Le bateau y gagnera une concentration meilleure du poids au milieu de la longueur du navire, ce qui peut améliorer dans certaines proportions les qualités de navigation debout à la lame.

La fonte par contre est meilleur marché : c'est là une considération qui n'est pas à passer sous silence.

Au point de vue de la résistance, étant donnée la forme très ramassée du bloc de lest, le plomb et la fonte s'équivalent. La fonte ne subira jamais de déformations locales. Par contre, on peut concevoir tel choc du bateau contre une tête de roche qui provoquerait une fente dans une quille en fonte, et qui ne causera à une quille en plomb qu'une déformation sans gravité.

Que la quille soit faite de l'un ou de l'autre métal, la marche à suivre pour la commander chez le fondeur restera la même. Dès le début de la construction on relèvera sur le plan un dessin approximatif coté de la quille métallique qui servira à débattre le prix au kilogramme de la confection. Mais au lieu de laisser le fondeur confectionner le moule d'après ce dessin, ou même d'après un dessin

plus définitif envoyé après coups, on aura tout avantage à à lui envoyer un gabarit exact et précis qui servira à la préparation du moule.

Ce gabarit sera fait en découpant d'abord une planche de sapin de 2 cm. d'épaisseur suivant le profil du bloc, et en rapportant de chaque côté de cette planche des morceaux de planche de même épaisseur taillés d'après les sections transversales, convenablement équerrés et assemblés avec elle au moyen de tasseaux. Les deux extrémités de la pièce seront aussi figurées par des planches taillées d'après le plan et assemblées par bout avec la planche d'axe.

Le reste du volume réservé sous la quille pour le logement de la fausse quille se remplira au moyen de pièces de bois de chêne dont la taille se détermine d'après le plan des formes. On figure d'abord sur la pièce le trait de dessous fausse quille. On la scie au carré. De place en place on l'entaille au ciseau de façon à permettre l'application de gabarits découpés en creux d'après les sections transversales. Enfin on fait sauter à l'herminette le bois d'une entaille à l'autre. Les fragments de fausse quille en bois et en métal ne s'assemblent pas entre eux : on les limitera à des surfaces planes : si l'on tient à les réunir après coup, on viendra loger longitudinalement des barres plates de fer ou de bronze dans des emplacements creusés dans chaque pièce, à cheval sur le plan d'intersection ; ces barres seront maintenues au moyen de vis.

On fera bien de se réserver un certain excédent de longueur pour les pièces en bois de la fausse quille, de façon à faciliter leur ajustage au dernier moment avec la pièce métallique. On n'oubliera pas non plus de tenir compte pour la confection du gabarit de cette dernière du retrait du métal au refroidissement. Ceci se fait pratiquement en mesurant les dimensions sur le plan avec un mètre ordinaire, et en les portant sur la pièce à confectionner avec un

*mètre de fondeur*, dont toutes les divisions sont plus espacées, pour tenir compte de ce retrait. Tout au moins on s'entendra sur ce point avec le fondeur, qui peut, avec un gabarit donné, faire varier un peu les dimensions du moule en déplaçant légèrement le gabarit dans le sable.

La fixation de la quille métallique avec la coque doit être extrêmement robuste. Il ne faut pas se contenter de la relier à la quille en bois : tout l'effort d'arrachement porterait alors sur les vis des galbords qui ne tarderaient pas à être cisailées ou à provoquer le déchirement du bois. Il faut intéresser le plus grand nombre possible de virures du bordé au soutien du lest. Pour cela, on fera passer la tête des boulons de fixation de la quille métallique dans de fortes pièces en fer ou en cuivre rouge dites *courbes*, lesquelles, après avoir suivi le dessus quille de travers en travers, épousent à l'intérieur les formes du bordé, et l'accompagnent jusqu'aux environs de la flottaison; ces courbes sont forgées d'après gabarit et ajustées sur place.

Dans le milieu du bâtiment, les courbes peuvent recevoir deux ou quelquefois trois boulons de fixation. Aux extrémités, chaque boulon exige une courbe. Les courbes devront être très robustes. Sur la quille et sur les galbords elles n'auront pas moins de 6 centimètres de largeur et de 2 cm. d'épaisseur.

L'on ne se contentera pas, pour les obtenir, de ployer une bande de métal suivant l'angle voulu. On fera venir de forge de forts congés à l'intérieur des angles, de façon que l'épaisseur comptée en cette région suivant la bissectrice atteigne au moins trois centimètres. Par contre, les extrémités supérieures des branches de la courbe qui ne portent plus qu'une très faible fraction du poids devront être progressivement diminuées d'épaisseur jusqu'à se réduire à 3 mm. tout au plus. Les branches des courbes seront rivées avec chaque bordage.

Les boulons auront 20 à 25 mm. de diamètre. On ne les fera pas travailler à la traction à plus de 0 kg. 500 par mm. sous le poids de la quille. Il faut qu'ils ne fatiguent aucunement. Sous cette charge réduite, ils seront en sécurité, et il ne semble pas nécessaire de se préoccuper de leur travail à la flexion qui se produit quand le bateau s'incline. C'est cependant en vue de diminuer encore ce travail qu'il faut si possible loger deux boulons dans les courbes du milieu.

Un boulon de 20 mm. de diamètre a 314 mm<sup>2</sup> de section. Chargé à 0 kg. 5 par mm<sup>2</sup> il supporte 157 kg. soit 150 kg. Il faut donc un boulon de 20 mm. par 150 kg. de lest. On trouverait ainsi 20 boulons de 20 mm. pour une quille de trois tonneaux. Ils seront peut-être difficiles à loger. On prendra alors des boulons de plus fort diamètre. Mais on élargira en conséquence les courbes soit sur toute leur étendue, soit au moins autour des trous de boulons, de façon qu'il reste tout autour de ces trous une largeur de métal au moins égale au diamètre du boulon.

Il y a avantage à loger les écrous à l'intérieur du bateau : ils sont plus faciles à mettre et à visiter. La tête du boulon s'encastrera sous la quille. Si celle-ci est en plomb on n'oubliera pas d'interposer entre elle et la tête du boulon une large et épaisse rondelle de métal résistant, fer ou cuivre. A défaut de cette précaution, le plomb céderait peu à peu, *foirerait* autour de la tête du boulon.

La position de chaque boulon est figurée sur le plan de la quille, et le perçage des trous correspondants est à la charge du fondeur. On lui laissera toute latitude pour percer les trous de fonte ou d'ajustage, mais on spécifiera que les trous devront être bien rectilignes et bien calibrés.

Le montage de la quille métallique ne peut se faire qu'au moment même de l'achèvement du bateau. Il exige

en effet que celui-ci soit chaviré sur le côté, ce qu'on ne peut faire que lorsqu'il est assez complètement charpenté pour ne pas se déformer dans cette position. On appliquera alors la pièce métallique à sa place, on l'y maintiendra par des taquets et des coins et au moyen de longues tarières passant dans les emplacements de boulon, on percera la quille en bois : on sera sûr de cette façon de la concordance exacte des trous. On enfilera en place les boulons, on présentera à leur poste les courbes intérieures, dont on achèvera seulement alors au marteau l'ajustage contre le bordé, on placera les écrous qu'on serrera à bloc, et on rивera les courbes avec les divers bordages.

Il va sans dire qu'on prendra soin d'entourer les extrémités des boulons du côté de la quille en bois d'étoupe imbibée de céruse et de suif, et qu'on les mettra à *forcer* dans leurs trous de la quille en bois, de façon à éviter toute rentrée d'eau par là. Il est inutile par contre de chercher à les rendre étanches du côté de la tête, sous la quille en métal, parce qu'on ne peut pas étancher le joint entre celle-ci et la quille en bois, et que par suite l'eau circulera toujours par là entre le boulon et les parois de son logement dans le plomb.

Les parties en bois de la fausse quille seront ajustées définitivement après fixation de la fausse quille métallique et fixées elles aussi avec la quille, soit de la même façon, par boulons traversant, soit simplement par des vis à bois à bout perdu, nommées *tire-fonds* et enfouées de l'intérieur du bateau.

Ces pièces en bois, outre qu'elles ont pour mission de compléter la continuité des formes autour de la pièce en métal, sont encore destinées à subir les chocs éventuels contre le fond de la mer. Il faut donc les fixer assez solidement pour qu'elles ne s'arrachent pas au moindre heurt, et les laisser assez faciles à démonter pour qu'on puisse sans

trop de peine les remplacer au besoin après un échouage. Il faut enfin faire en sorte qu'en s'arrachant elles ne provoquent pas des voies d'eau par leurs trous de fixation. C'est pourquoi nous préconiserons leur attache sur la quille au moyen de tire-fonds très robustes, mais à la naissance des filets desquels on aura pratiqué une saignée circulaire de façon à les y affaiblir localement. De la sorte, en cas d'avarie, le tire-fond se brisera, et son fût restant dans le trou de la quille l'obturera ipso facto. Il peut y avoir avantage à limiter l'étambot au niveau du dessus quille, contrairement à la pratique généralement en usage et par laquelle on le prolonge jusqu'au dessous de fausse quille, dans le but de donner au bateau de la résistance au choc en cette région. Mieux vaudrait en effet, par un choc violent, perdre, quitte à la remplacer, une fausse pièce en bois que s'exposer à rompre l'étambot ou tout au moins à en faire jouer l'assemblage avec les autres pièces de charpente.

Nous avons cru devoir attendre d'avoir parlé de la fixation de la quille métallique sur la quille en bois pour envisager le cas où le chantier de construction dans laquelle le bateau sera construit ne posséderait pas de pièce assez large pour confectionner d'un seul morceau la quille proprement dite. On sera bien forcé en un tel cas de faire la quille en plusieurs pièces assemblées : ces pièces sont séparées par des joints longitudinaux. La répartition de ces joints ne peut se faire que quand on est fixé sur la répartition future du boulonnage de la fausse quille. Si les courbes du milieu doivent recevoir deux boulons, la quille pourra avoir un joint dans l'axe : elle ne le pourra pas si les courbes doivent recevoir trois boulons. On n'oubliera pas dans le cas où il y aurait un ou plusieurs joints longitudinaux de la quille en dehors de l'axe d'eucastrer au moins de 3 cm. la pièce extérieure dans la pièce centrale pour per-

mettre un aussi bon calfatage en cette région, qu'en toute l'étendue du joint. Les pièces seront assemblées entre elles par de forts boulons ; en outre, on aura soin de loger à cheval sur les joints et mi-partie dans chaque pièce des tampons cylindriques en bois dur autour des boulons, pour éviter que ceux-ci travaillent au cisaillement. Les boulons transversaux devront être mis de façon à ne pas gêner le passage des boulons de fixation de la fausse quille ; nouvelle raison pour connaître d'avance la répartition future de ceux-ci. On trouvera dans les planches qui figurent à la fin de ce volume un plan type d'assemblage de quille métallique, et de quille en bois en trois pièces.

## CHAPITRE XX

### CONFECTION ET MISE EN PLACE DE DIVERS ACCESSOIRES DE COQUE.

*Gouvernail. — Installation des ancres. — Ferrures de mâture attenantes à la coque. — Tolétières. — Béquilles. — Chandeliers et filières de garde-corps. — Echelles de coupées.*

La coque d'un yacht comprend divers accessoires qui doivent être confectionnés et mis en place au chantier. Nous les envisagerons successivement.

*Gouvernail.* — Le gouvernail se compose de trois éléments distincts : le *safran* qui est le plan mobile ajouté à l'arrière de l'étambot, et dont les déplacements angulaires ont pour but de faire évoluer le bateau. La *mèche*, pièce cylindrique prolongeant le safran, par en haut, et enfin la *barre*, sorte de levier à peu près horizontal par l'intermédiaire duquel on fait tourner la mèche et le safran. Dans les navires, la barre est actionnée par des cordages nommés *drosses* qui eux-mêmes s'enroulent sur un tambour commandé par une *roue*. Les yachts à voile, même de fort tonnage, sont toujours gouvernés par l'action directe des barreur sur la barre. Toutefois, pour diminuer la fatigue du barreur, on a coutume sur les yachts d'un certain tonnage de fixer aux jambettes par le travers de la barre des bouts de cordage nommés *tireveilles* dont on se sert en

leur faisant faire retour sur la barre, de façon à reporter sur elles une partie de la réaction de celle-ci.

Le safran est en chêne. Il est composé de deux ou trois pièces juxtaposées à joints parallèles à l'étambot; ces pièces peuvent être assemblées à rainure et languette. La première d'entre elles se prolonge pour constituer la mèche. Elle devra donc être travaillée à sa partie supérieure suivant un cylindre. Ce cylindre aura 8 cm. de diamètre pour le yacht qui nous sert d'exemple; à sa partie inférieure elle sera arrondie vers l'avant: le safran tout entier aura 6 à 7 cm. d'épaisseur à l'avant et 3 cm. tout au plus à l'arrière.

La mèche traverse le cul de poule dans un trou garni d'un tube étanche en plomb nommé *trou de jaumière*. Elle est recouverte à sa partie supérieure d'un collier ou mieux d'un chapeau en cuivre dont le but est de l'empêcher de se détériorer sous les influences atmosphériques, et de se fendre sous l'action de la barre. Celle-ci traverse tête et chapeau par un tenon rectangulaire percé à l'arrière d'un emplacement de clavette, terminé à l'avant par un épaulement qui épouse la forme cylindrique de la mèche. A partir de l'épaulement, la barre, si elle est tout entière en fer, ce qui est généralement le cas pour les petits yachts, est façonnée d'abord à 4, puis à 8 pans, et enfin prend la forme ronde, suivant ses sections transversales. Longitudinalement elle s'incurve de façon à s'écarter du pont: dans les yachts, l'étambot étant presque toujours incliné, la barre en tournant décrit un cône et si l'on n'avait soin de l'écarter du pont à sa position droite, elle viendrait bientôt le rencontrer quand elle quitte cette position. A son extrémité avant, la barre peut être utilement pliée à angle droit sur une douzaine de centimètres et terminée par un large bouton arrondi. Le barreur pourra à volonté agir avec la paume de la main sur le bouton, ou à pleine

main, soit sur la partie verticale, soit sur la partie horizontale voisine. Cette variété de moyens d'action sera de nature à amoindrir sa lassitude. Dans les yachts d'une certaine taille, on dispose en général, en plus de la barre en fer qui sert à la mer, d'une barre de parade en bois très ornementée. Le tenon métallique qui s'emmanche dans la mèche est assemblé à fourche sur cette barre en bois.

La rotation du gouvernail se fait forcément autour de l'axe de sa mèche. Mais la mèche ne doit pas frotter sur le trou de jaumière, elle userait vite la chemise en plomb. Elle doit servir à transmettre et non à guider le mouvement, ce dernier rôle est rempli par de robustes charnières, constituées d'une pièce percée d'un trou, nommée *fémelot* et d'une seconde pièce nommée *aiguillot* munie d'un doigt s'engageant dans le trou fémelot. Les charpentiers employent encore, au lieu d'aiguillot et fémelot, les vieux termes de *vitronnière* et *conassière*, tombés en désuétude dans la marine officielle.

On peut mettre indifféremment les aiguillots et les fémelots sur le safran ou sur l'étambot : de nombreuses combinaisons sont possibles. Il faut seulement veiller aux quelques points suivants.

Mettre bien les axes des pièces fixées au safran en prolongement rigoureux de l'axe de la mèche, et ceux des pièces fixées à l'étambot en prolongement de celui du trou de jaumière.

Veiller à ce que le gouvernail soit soutenu au moins par un des groupes d'aiguillot et de fémelot, et que son poids ne porte pas sur la tête de la mèche.

Veiller à ce qu'il soit relativement facile à démonter à sec, mais qu'il ne puisse se démonter seul à la mer.

Veiller à ce qu'une amarre courant sous la quille ne puisse pas venir s'engager dans un espace mal à propos *laissé vide* et ouvert entre l'étambot et le safran,

La solution que nous avons représentée sur la figure 33 satisfait à ces divers desiderata. L'enmanchement du gouvernail se fera, en inclinant le bateau, ou en creusant un trou dans le sol du chantier; c'est seulement une fois le gouvernail en place qu'on viendra river avec l'étambot les pièces portant l'aiguillot de pied et le fémelot de tête.

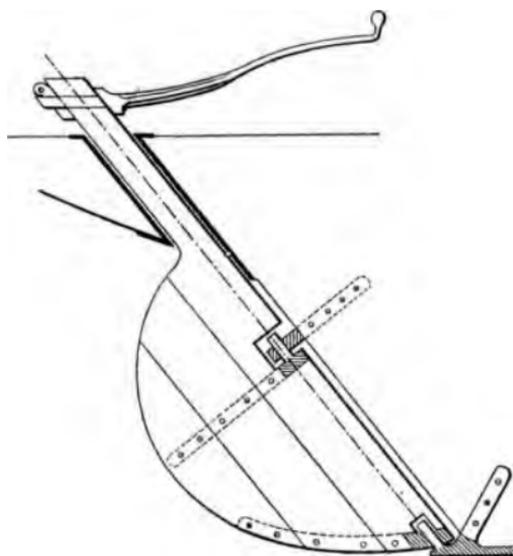


Fig. 33.

Les ferrures d'aiguillot et de fémelot se prolongent par des fourches dont les branches se logent en des entailles pratiquées dans l'étambot et dans le safran et sont rivées ensuite l'une à l'autre à travers bois. Les ferrures propres au safran servent à assurer la bonne liaison des diverses plaques qui le constituent et c'est pourquoi on ne devra pas craindre de les faire un peu robustes. L'épaisseur du métal va du reste en diminuant, à partir du foud de la fourche jusqu'à l'extrémité de ses branches.

*Installation des ancres.* — Les organes servant à l'installation des ancres et des chaînes sont réduits à bord des yachts à leur summum de simplicité. La chaîne traverse la fargue dans un *écubier*, et le pont dans un *écubier de pont*. Les *écubiers* sont constitués chacun de deux pièces de fonte percées d'un trou à lèvres formant bourrelet de part et d'autre et rivées ensemble de façon à protéger le bois contre le frottement de la chaîne et à ne pas non plus présenter d'arête vive pouvant fatiguer les mailles de celle-ci. L'*écubier* de pont dans lequel la chaîne défile normalement à la paroi traversée a la forme d'un solide de révolution. L'*écubier* de fargue, au contraire, a des formes appropriées à la direction oblique que prend la chaîne par rapport à la fargue. L'*écubier* de fargue se place le plus à l'avant possible. Celui de pont se met à l'arrière de la *bitte de bout dehors*. Cette bitte joue elle-même un rôle dans la manœuvre de l'ancre ; elle sert à arrêter la chaîne en un point quelconque de sa longueur. A cet effet on la termine par deux *oreilles*, et quand on veut arrêter la chaîne on lui fait faire alternativement des tours en 8 sur ces oreilles.

Nous avons dit (voir chapitre XVI), que la bitte de bout dehors devait être très solidement reliée à la construction du bateau. Elle subit en effet de violents efforts d'arrachement de la part du beaupré. Voici comment on peut s'y prendre pour réaliser ce bon assemblage (fig. 34). Une première pièce A s'appuie sur l'étrave et vient se terminer sous le bordé de pont. Elle est reliée à l'étrave par une forte cheville longitudinale. On a soin de plus d'appliquer contre elle, à l'avant et à l'arrière, deux barrots, renforcés.

Les deux oreilles BB lui sont accolées, et l'on maintient ensemble les deux pièces par des chevilles transversales. Les oreilles traversent le bordé de pont : on laissera un petit rebord dans ces pièces, de façon à loger en quelque sorte les bouts des bordages en râblure.

Un *traversin* C réunit les deux bittes, et s'assemble avec elles par des assemblages à mi-bois consolidés par un boulon. On le laisse dépasser de chaque bord les oreilles, de façon à permettre de faire encore des tours de chaîne sur ses extrémités.

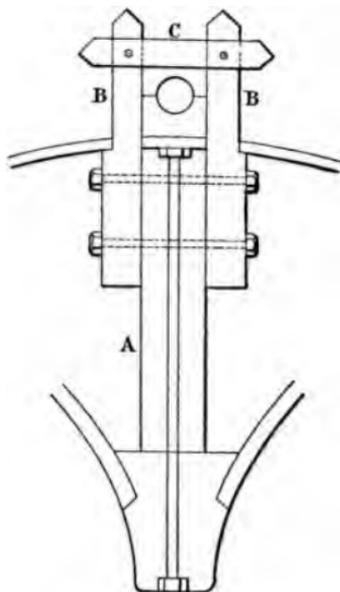


Fig. 34.

On remplit enfin avec des tasseaux les angles de l'espace rectangulaire compris entre les oreilles, le pont et le traversin, de façon à ménager un trou rond pour le bout dehors, trou qu'on règle à la hauteur convenable.

Nous ne parlerons que dans la deuxième partie, consacrée à la manœuvre, des ancres et des chaînes dont l'emploi a essentiellement trait à la navigation.

*Ferrures de mâture attenantes à la coque.* — Un cer-

tain nombre de ferrures qui dépendent de la mâture et sur lesquelles nous reviendrons en la deuxième partie de cet ouvrage, sont attenantes à la coque et à cause du soin qu'on doit apporter à leur fixation doivent autant que possible être mises en place au chantier.

En premier lieu, il faut, pour achever de tenir le beaupré, un deuxième point fixe. On l'obtient au moyen d'un *collier* en fer zingué terminé par une queue à embase dont le bout est fileté. On enfonce cette queue au travers de l'étrave au voisinage de son extrémité, et on la maintient par-dessous au moyen d'un écrou noyé dans le bois.

Ensuite, il faut assurer des points d'amarrages solides aux divers cordages partant des extrémités des mâts et destinés à supporter les efforts provenant de l'action du vent sur les voiles.

Ces cordages sont pour le mât : les *haubans* et *galhaubans* par le travers, *petit étai* par l'avant. Le petit étai se fixera à un piton à œil rivé sur le collier de beaupré. Quant aux haubans, on les relie à la coque par l'intermédiaire de *cadènes* ou *lattes* de haubans. Ces lattes sont des pièces en fer zingué terminées à leur partie supérieure par un œil, qui s'appliquent à plat sur le bordé à l'extérieur, et se rivent avec lui.

Pour que les rivets d'attache de ces lattes puissent être assez nombreux pour résister au très énergique effort d'arrachement qu'elles subissent, il faut d'abord prolonger les lattes sur au moins les trois premières virures du bordé au-dessous de la préceinte. Ensuite on fera bien d'ajouter en correspondance avec chacune d'elles un fragment de membre qu'on fera descendre jusqu'au voisinage de la quille. Autant que possible les lattes et les membres supplémentaires correspondants seront disposés à mi-distance des membres de construction, de façon à obtenir une meilleure liaison des bordages entre eux : à défaut de cette

précaution, la coque fatiguera beaucoup en cette région et y restera difficilement étanche.

Il arrive que dans les bateaux très étroits et très voilés, l'obliquité des haubans par rapport au mât serait insuffisante si l'on se contentait de fixer les lattes contre le bordé. On prend soin alors d'élargir le pont par des *port-haubans* qui sont des pièces de chêne, rivées avec la coque et raccordées soigneusement avec elle, de façon à éviter tout angle vif pouvant offrir de la résistance au passage de l'eau quand le bateau s'incline et qu'ils viennent à rencontrer la crête des vagues.

Les cadènes de haubans s'appliquent contre eux, et se prolongent sur quelques virures du bordé.

Le beaupré comporte de chaque bord *un hauban*, et dans l'axe, une *soubarbe* destinée à résister à l'effort qui tend à lever son extrémité. Les haubans de beaupré se fixent à des *lattes* horizontales analogues aux lattes de haubans de mât et qui sont rivées avec la préceinte suivant les points de contact des tangentes menées de l'extrémité du beaupré à la coque. La *soubarbe* a pour point de fixation une *manille*, c'est-à-dire une ferrure en forme d'U, dont les deux branches sont réunies par un boulon. Ce boulon traverse l'étrave le plus bas possible; mais on ne le placera pas plus bas qu'une dizaine de centimètres au-dessous de la flottaison. Il importe en effet qu'on puisse facilement l'atteindre à la main, le bateau étant à flot, pour vérifier ou pour reprendre l'amarrage de la soubarbe.

Pour amarrer les divers cordages servant à hisser les voiles, on se sert de *râteliers* de *manœuvres*. Il est commode de loger des râteliers de chaque bord près de la fargue et par le travers des haubans. Chaque râtelier consiste en une barre de fer deux fois repliée à angle droit, et terminée aux deux bouts par des embases et des queues.

Les queues traversent le bordé de pont et viennent se

boulonner avec la branche horizontale d'équerres dont la branche verticale est longue et se rive avec plusieurs virures du bordé.

La barre du râtelier est percée de trous où se logent des *cabillots*, petites pièces de fer à embase, autour desquels les cordages se noueront par des amarrages en huit.

Il faut proscrire absolument tout râtelier attaché avec le pont au voisinage du mât. Sous l'effort très énergique des cordages, le pont céderait et l'on s'exposerait à de fâcheuses déformations. Si des raisons de convenances imposaient un râtelier près du mât, il ne faudrait pas oublier de le rattacher à un point fixe de la construction, c'est-à-dire, soit à la quille soit au mât lui-même.

La fixation des cordages servant à manœuvrer les voiles une fois qu'elles sont hissées exige des *taquets* répartis en divers points du pont. Nous n'en parlerons ici que pour mémoire, parce qu'ils peuvent sans inconvénient être posés à flot.

*Toletières.* — Les yachts à voile, même d'un certain tonnage, doivent toujours compter, pour les temps de calme plat, sur le secours des avirons. Il importe de réaliser des points fixes convenables pour fournir la réaction nécessaire à la manœuvre de ceux-ci. On obtiendra ces points fixes en appliquant contre la fargue des *sabots* en bois de frêne, vissés aussi avec le bordé de pont. La main courante et le sabot sont percés d'un trou formant *toletière* ; c'est dans ce trou que s'engagera la queue du *tôlet*, sorte de fourche en fer où passe l'aviron quand on s'en sert. Pour défendre la main courante contre l'usure à craindre de la part du *tôlet*, on cloue sur elle de petites plaques de fer zingué en forme de losange percées d'un trou correspondant à celui du sabot.

Les *toletières* seront symétriquement disposées au nom-

bre de deux de chaque bord, une correspondant au panneau du poste, l'autre à la chambre de manœuvre. On ajoutera enfin, soit sur la pièce en sifflet soit sur la pièce de couronnement arrière, une toletière pour aviron de queue.

*Béquilles.* — Pour les bateaux naviguant dans des mers à marées, il est indispensable de prévoir des *béquilles* destinées à empêcher le bateau de tomber sur le côté quand on l'échoue, soit volontairement soit par suite d'une fausse manœuvre, et que la mer vient à se retirer sous lui. Les béquilles se terminent en général à leur tête par un doigt à charnière qui, au moment où l'on met la béquille à poste, s'engage dans un trou percé dans le bordé.

Ce système présente le grave inconvénient qu'il faut boucher ce trou quand on navigue, et que soit un oubli, soit l'enlèvement accidentel du bouchon peuvent causer de très fâcheuses rentrées d'eau quand le navire est à la bande. Nous croyons qu'il vaudra mieux donner à la béquille une ferrure à œil, et rapporter contre la coque une seconde ferrure portant un doigt fileté. L'œil de la béquille s'engagera sur ce doigt, et y sera maintenu par un écrou.

Il est évident que le bateau supporte de la part de ses béquilles des efforts de nature à le fatiguer beaucoup. On aura donc soin de répartir ces efforts sur une surface suffisante en renforçant le point de fixation de la ferrure par un massif en bois intéressant plusieurs bordages et plusieurs membres. On fera bien de choisir pour ce point de fixation la région déjà consolidée où sont rivées les cadènes de haubans, région d'ailleurs suffisamment large pour donner un écartement suffisant entre les pieds des béquilles.

Les pieds des béquilles seraient exposés à pénétrer dans la vase ou dans le sable, si on ne les élargissait pas par de robustes plateaux en chêne.

On fera bien de laisser ces plateaux démontables, et de se réserver pour eux le moyen de les fixer rapidement aux béquilles par quelques boulons. S'ils étaient fixes, les béquilles garnies de leurs plateaux seraient tellement encombrantes qu'il serait difficile de trouver où les loger à bord, en cours de navigation.

*Chandeliers et filières de garde-corps.* — Si la fargue suffit pour empêcher le pied de glisser, elle serait insuffisante pour retenir dans sa chute un homme ayant perdu l'équilibre. Pour les bateaux destinés à aller beaucoup à la mer nous considérons comme indispensable l'addition d'un garde-corps à au moins 50 cm. au-dessus de la fargue. Ce garde-corps se constitue d'un cordage en fil d'acier ou *filière*, fixé à ses deux extrémités sur la fargue et bien raidi. Pour le maintenir à hauteur suffisante, on le fait passer dans des œils pratiqués à l'extrémité de tringles en fer nommées *chandeliers*. Ces tringles sont à queue et à embase et s'emmanchent dans des *toletières* analogues à celles qui servent pour les tolets, mais distinctes de celles-ci. Il ne faut pas en effet qu'on ait à mollir la filière et à dégager un chandelier pour faire place à un tolet.

*Echelles de coupées.* — Dans les yachts d'un certain tonnage, il est indispensable de pratiquer, pour ménager l'accès à bord, un passage ou *coupée* dans la filière, et même dans la fargue si celle-ci est très haute. Une petite échelle droite de trois ou quatre marches sera disposée de façon à pouvoir s'accrocher rapidement en correspondance avec la coupée. De la tête des deux chandeliers renforcés qui limitent la coupée, partent des *tireveilles*, ou bouts de cordages, auxquels s'accrochent les personnes qui montent à bord.

## CHAPITRE XXI

### CALFATAGE. PEINTURE. DOUBLAGE. MISE A L'EAU.

Le *calfatage* est l'opération par laquelle on réalise l'étanchéité du bateau. Elle consiste à refouler, au moyen d'un outil spécial, nommé *fer à calfat*, analogue à un ciseau à froid émoussé, un peu d'étoupe dans les joints des diverses virures, de façon à en produire la complète obstruction. L'étoupe destinée au calfatage d'un yacht doit être très fine et soigneusement débarrassée de chenevotte ou de gros brins. Souvent même on la remplace par du coton à l'état d'ouate. Etoupe ou coton sont filés à l'avance en fines cordelettes de bien constante épaisseur par le calfat.

Nous ne suivrons pas ce spécialiste dans les menus détails de sa profession plus complexe qu'on ne le croirait à priori. Qu'il nous suffise d'insister sur les points principaux auxquels il faut veiller au cours de la construction en vue d'obtenir plus tard un bon calfatage.

D'abord, les joints des bordages devront être toujours un peu évasés dans le sens de l'extérieur, et l'on évitera surtout qu'ils ne s'évasent à l'intérieur, ce qui arriverait dans toutes les régions de la coque convexes vers l'intérieur, si l'on n'avait soin d'abattre les angles des bordages avant de clouer ceux-ci sur les faux couples. Si les joints présentaient ce défaut, il est facile à comprendre que l'étoupe refoulée par le fer à calfat au travers de la portion étroite du joint n'auraient aucune adhérence en sa partie large.

La disposition inverse permettra au contraire d'obtenir un bon coiffement de l'étaupe.

Ensuite, il faudra veiller à ce que le calfatage soit terminé avant qu'on ne rive aucune ferrure à l'extérieur de la coque : il serait trop tard autrement pour faire le calfatage des joints sous ces ferrures, et le bateau ferait de l'eau par là. En somme le calfatage se fera aussitôt la construction proprement dite de la coque et du pont terminée : on le fera seulement précéder d'un *parage* général, c'est-à-dire d'un coup de rabot donné en vue de supprimer les petites irrégularités du bordé, et de transformer en surface absolument continue la surface composée d'éléments développables suivant chacune des virures du bordé.

En ce qui concerne la carène, les deux régions délicates à calfater sont d'une part tout le tour du plat bord, de l'autre les points où la rableure passe d'une pièce de construction à une autre.

Nous avons déjà fait ressortir (voir chapitre XIII) que le plat bord cloué et vissé sur la préceinte fait travailler ses clous et ses vis à l'arrachement. Le fer à calfat, en s'enfonçant dans ce joint, fait en quelque sorte l'office d'un ciseau enfoncé dans le joint d'une caisse qu'on veut déclouer. Nous avons indiqué au chapitre XIII les précautions à prendre pour renforcer la tenue du plat bord en multipliant ses points de fixation. En ce qui concerne le calfatage sous le plat bord, il faut recommander au calfat d'avoir la main aussi légère que possible, et essayer de lui faire comprendre la nature des inconvénients qui résulteraient spécialement là d'un manque de précautions de sa part.

Envisageons maintenant les points de passage de la rableure d'une pièce de construction à une autre. Soient M, N les deux pièces (fig. 35), XAY la rableure, BAC la face de plaçage des pièces. On voit que la rableure fût-elle calfatée en toute son étendue, l'eau peut entrer dans le bateau par

le joint BAC. Aussi faudrait-il calfater encore ce joint de A à B. Mais le calfatage tiendrait mal, à cause de la distance entre la région AB et la plus proche cheville de liaison des deux pièces. On préfère en un tel cas faire ce qui s'ap-

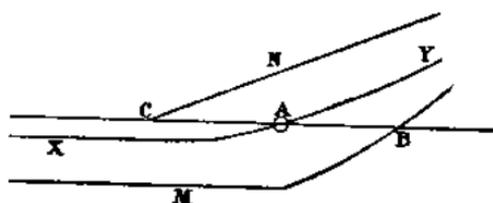


Fig. 35.

pelle une *coupe d'eau*. Cet artifice consiste à percer un trou rond à cheval sur les deux pièces et mordant sur le bordé, en A, et à enfoncer de force une cheville bien ronde et de diamètre un peu supérieur au trou. Cette cheville, si elle est bien posée, suffit à arrêter l'eau qui peut circuler librement dans la partie AB du joint des pièces sans jamais s'écouler dans la partie AC.

En ce qui concerne le calfatage du pont, quelques précautions sont à prendre. On aura soin de calfater le tour des jambettes de la fargue avant de mettre cette dernière en place. Les entourages du roof, les angles de la chambre de manœuvre ne peuvent pas être l'objet d'un calfatage ordinaire, parce que le fer à calfat ne peut trouver place à se loger en ces encoignures. Pour qu'on puisse l'y présenter, il faudrait avoir à chaque arête des aboutissements de bordé en *râblure* : cela compliquerait considérablement la construction, il en résulterait un alourdissement et une majoration de prix du bateau. On peut, en toute sécurité, construire ces régions comme nous l'avons indiqué et chercher l'étanchéité dans les angles au moyen de bandelettes

de cuir nommées *limandes* suiffées et clouées sur les deux surfaces par de petites pointes en cuivre très rapprochées les unes des autres.

Le calfat refoule partout l'étaupe de façon à laisser quelques millimètres vides vers l'extérieur des joints. Il passe alors sur eux une couche de blanc de céruse, et remplit ensuite de mastic les espaces laissés vides. Le mastic achève de réaliser la continuité de la surface de la coque et l'étanchéité de ses joints.

Il arrive souvent que quelque temps après la mise à l'eau, par suite de l'imbibition et du gonflement de chaque bordage, le mastic, comprimé, ressorte en minces bourrelets. Il n'y a pas lieu de s'en inquiéter, et il suffit de les gratter avec une lame de verre, pour faire disparaître l'aspect rugueux qu'ils donnent à la coque. En même temps que les joints, l'on mastique les petites cavités qui subsistent à l'extérieur de toutes les têtes du rivet du bordé.

Pour le bordé de pont, on préfère souvent la glu marine au mastic : la bonne glu marine conserve une certaine élasticité que n'a pas le mastic, et comme le pont alternativement mouillé et exposé au soleil voit son bordé soumis à des effets de gonflement et de contraction alternatifs, cette élasticité intervient utilement pour conserver l'étanchéité des joints.

Pour le roof, on ne saurait chercher à calfater les joints des bordages : les barrots ne sont pas assez rapprochés pour assurer à ceux-ci la bonne fixation relative indispensable à un calfatage. On se contentera d'un simple masticage, et l'on n'oubliera pas, si le roof est en bois verni, de mélanger au mastic les matières colorantes nécessaires pour rendre les joints invisibles.

Souvent, pour assurer l'étanchéité toujours difficile à bien réaliser à cause des variations atmosphériques du

pont, et surtout du roof, on se décide à les recouvrir d'une toile huilée et peinte à plusieurs couches de peinture.

Cette solution en quelque sorte peu correcte est à éviter en un bateau neuf ; mais on est heureux d'y recourir pour un bateau déjà fatigué pour lequel les reprises les plus soigneusement effectuées du calfatage restent sans effet.

Sitôt le calfatage terminé, on donnera deux couches générales de peinture à toutes les régions qui doivent être peintes, c'est-à-dire au bordé de coque et à la fargue extérieurement et intérieurement, et au bordé de pont à l'intérieur. Toutes les pièces de construction apparente en bois dur, telles que les jambettes de fargue, les hiloires renversées, les barrots de pont, la charpente toute entière du roof seront laissées évidentes, et vernies ou au moins huilées. Le bordé de pont et la main courante de fargue, qui doit être faite en frêne, seront laissés en évidence, sans peinture ni vernis. Si la main courante de fargue était en tout autre bois que le frêne, on la vernirait.

Il faut, avant de laisser les peintres s'installer à bord, leur bien préciser les pièces qu'ils auront à respecter, et les surveiller de près au cours de leur travail. Il est très difficile de rendre à un morceau de bois qui a été peint indûment sa virginité première d'aspect.

Les deux premières couches générales de peinture seront passées au gris de zinc. On donnera ensuite les couches définitives à la couleur choisie.

On doit se montrer très sobre dans le choix des couleurs. Le blanc ou le noir sont seuls admis pour l'extérieur. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, le noir est plus salissant que le blanc ; il perd très vite l'aspect brillant qui caractérise la peinture d'un yacht bien tenu, pour devenir terne, et ressembler au coaltar de la plus humble barque de pêche.

A l'intérieur, le blanc seul nous semble admissible :

les sources de lumière à bord sont trop restreintes pour qu'on ne doive chercher à obtenir par la couleur même des locaux le maximum de clarté possible.

Comme décoration extérieure, on fait souvent courir une très mince bande d'or, nommée *liston*, au-dessous du plat bord. Il y a avantage à loger cette bande d'or dans une rainure peu profonde creusée dans la préceinte : on mettra ainsi l'or relativement à l'abri du frottement contre les quais ou contre les autres bateaux.

Il n'est pas interdit absolument d'ajouter à l'extrême-avant du yacht quelques motifs de décoration en bois sculpté et doré. Mais l'on ne saurait se montrer trop sobre d'ornements de ce genre ; et si l'on en use, on veillera à les garder très discrets et peu volumineux.

Le nom du bateau devrait, d'après les règlements officiels, être inscrit en lettres de grandes dimensions sur le *tableau d'arrière*. Comme, dans les yachts, la voûte en sifflet remplace le tableau d'arrière, cette prescription réglementaire est forcément éludée. On se contentera de faire figurer le nom du yacht en lettres de petites dimensions gravées dans une plaquette ou taillées dans du laiton et clouées.

Une bonne place où l'inscrire est le fronton arrière de roof, ou le fronton arrière de l'entourage de la chambre de manœuvre.

La peinture ne joue pas seulement un rôle décoratif, elle a surtout le but de protéger le bois contre les actions extérieures. Pour la partie immergée de la coque, il faut redouter d'une part la pourriture du bordé, de l'autre la salissure de la carène. On protège le bois contre la pourriture par le gris de zinc en couches suffisamment épaisses ; mais le gris de zinc lui-même, outre qu'il disparaîtrait assez vite dans l'eau, se recouvrirait rapidement d'herbes et de coquilles qui feraient perdre au bateau beaucoup de

vitesse, en augmentant le coefficient de frottement de sa surface dans l'eau.

Pour éviter cette salissure, on emploie souvent un *doublage* en cuivre : des feuilles de cuivre mince sont clouées sur la coque et la protègent de partout. L'avantage du doublage est de faciliter l'entretien du yacht, sa propreté est assurée ; un coup de balai de temps en temps sur la carène est plus que suffisant. Ses inconvénients sont d'abord le prix assez élevé de premier achat du doublage. Ensuite l'obligation qu'il impose d'employer le cuivre pour toutes les pièces métalliques forgées de la coque, et le plomb pour la quille-lest, à l'exclusion du fer et de la fonte, qui seraient rapidement rongés.

Enfin et surtout, le doublage a le défaut de masquer la carène ; or des bateaux aussi légèrement construits que les yachts ont souvent des voies d'eau locales, fort difficiles à trouver sous un doublage, et même sans avarie apparente, on ne saurait les surveiller en toutes leurs parties avec trop de soin.

En somme, au moins pour les yachts de faible tonnage, nous croyons qu'on peut éviter le doublage et se contenter pour la carène de peintures protectrices spéciales, dont on trouvera dans le commerce des spécimens variés. Il deviendra loisible alors d'employer si l'on veut la fonte pour confectionner la fausse quille. Les pièces métalliques diverses, les chevilles, etc., seront en fer *galvanisé* mais il faudra toujours veiller à la bonne qualité du zingage de ces ferrements, qui mal zingués seraient très vite rongés par la rouille.

Qu'on adopte le doublage ou la peinture, on aura soin de faire monter la partie protégée de la coque assez au-dessus de la ligne de flottaison et de la relever aux extrémités, surtout à l'avant, qui s'immerge le plus en route. La ligne de séparation entre la partie supérieure de la

coque et la partie inférieure protégée porte le nom anglais de *Copper line* (ligne de cuivre). On la fera tracer à la latte par les charpentiers sur la carène. La correction de sa courbure contribue puissamment à l'élégance du yacht.

En terminant, nous croyons qu'il ne sera pas inutile de rappeler quelques axiomes expérimentaux ayant trait à la conservation du bois dans l'eau.

Le bois se conserve mieux au point de vue de la pourriture, toujours dans l'air que dans l'eau, mais mieux toujours dans l'eau que tantôt dans l'air tantôt dans l'eau.

Parmi les bois courants de construction, celui qui se conserve le mieux est le chêne, puis l'orme et le frêne, et enfin le pin. Mais l'orme est de tous les bois celui qui résiste le moins bien aux immersions et aux émerisions successives.

Quand deux pièces de bois sont en contact, leurs surfaces qui se touchent sont toujours menacées de pourriture. Il faut autant que possible laisser libre circulation d'air entre les pièces.

Une voie d'eau franche ne causera presque jamais de pourriture, au moins à l'endroit même où elle se produit. Si elle n'est pas impossible à affranchir par la pompe, elle ne doit pas être considérée comme inquiétante, et l'on peut longtemps vivre avec. Mais il faut faire avec acharnement la guerre aux suintements continus et d'extrêmement faible débit qui sont toujours des foyers de pourriture.

*Mise à l'eau.* — Quand le yacht est terminé, il ne reste plus qu'à le mettre à l'eau. Cette opération est plus ou moins facilitée par les dispositions spéciales au chantier de construction et par sa proximité de la rive. Souvent on peut se contenter d'établir une coulisse sur laquelle on guide à la main le bateau en le faisant soutenir de part et d'autre par un personnel suffisant. Si le trajet à parcourir est plus

grand, on confectionnera avec du bois de déchet un chantier mobile qu'on fera glisser dans les coulisses en s'aidant de palans, de leviers et de crics. Enfin si le trajet est très considérable, on est conduit à placer le bateau sur un camion et à le mettre à l'eau soit par l'intermédiaire d'une grue, soit en faisant reculer le camion sur une cale en pente.

## CHAPITRE XXII

### PARTICULARITÉS SPÉCIALES AUX DIVERS TYPES DE YACHTS.

Au cours des précédents chapitres, nous avons exposé un ensemble de méthode de tracé, de calculs et de construction qui n'est pas, bien entendu, sans souffrir de variantes. Encore est-il qu'en l'appliquant, on sera suffisamment armé pour étudier et pour bâtir un yacht de type moyen.

Il nous reste maintenant à passer en revue rapidement les particularités spéciales par lesquelles les types nettement caractérisés se distinguent du type moyen.

Envisagé d'abord au point de vue du mode d'emploi, le yacht moyen dont nous avons parlé est, avons-nous dit, un moyen terme entre le racer et le cruiser. Il a des formes de marche convenable, mais en même temps de grande logeabilité. Il a des emménagements aussi légers que possible mais cependant assez complets.

La racer nettement caractérisé, c'est-à-dire fait exclusivement pour la course, n'a pas besoin de logement. Ses formes seront plus affinées, *surtout moins pleines dans les fonds*. On cherchera à lui donner une très grande valeur de bras de levier métacentrique ( $\rho - a$ ) de façon à lui permettre de porter beaucoup de voile, et on diminuera autant que possible pour lui tous les éléments de nature à offrir une résistance à la marche. Ces éléments sont, avons-nous dit, d'abord le poids à mettre en mouvement, ensuite la section maxima à traîner dans l'eau ou maître couple

immergé, la surface de frottement dans l'eau, ou surface de carène, la section maxima à traîner dans l'air ou maître couple émergé, enfin la surface exposée au frottement de l'air et au choc des embruns ou surface des œuvres mortes. Le racer, qu'il soit à quille fixe, à dérive ou à fin keel sera, toutes choses égales d'ailleurs, peu volumineux dans l'eau et peu élevé au-dessus de l'eau. On lui raserá impitoyablement toute espèce de fargue, toute espèce de roof, on lui enlèvera jusqu'à ses garde-corps. Son pont sera aussi lisse que possible ; son cockpit sera réduit au minimum ; et ses panneaux seront disposés en vue de pouvoir être hermétiquement clos. Enfin, comme on devra, pour abaisser au maximum son centre de gravité, concentrer dans la quille-lest tout le poids disponible, on visera à construire la coque toute entière au minimum acceptable d'échantillons, et surtout on évitera tout aménagement intérieur, on n'embarquera à bord comme objets d'armement que le strict nécessaire.

Le cruiser proprement dit, qui renonce formellement à toute régates, s'écartera évidemment en sens contraire du type moyen dont nous avons parlé. On ne craindra pas, pour se donner à bord plus de place et d'aisance, de dessiner plus pleines encore toutes les lignes et surtout le maître couple dans les fonds. Le bateau sera haut sur l'eau : cette hauteur est à la fois une défense contre la mer et une cause d'habitabilité plus grande. Sa construction sera plus robuste, ses aménagements seront plus complets, et élaborés en matériaux plus lourds et plus durables.

Si nous envisageons maintenant les yachts au point de vue de leur tonnage, il va sans dire que les aménagements varieront très vite de nature, suivant que l'on s'éloignera du tonnage moyen dans un sens ou dans l'autre. Un yacht assez grand aura, en plus du salon et du poste, par eux-même aggrandis, des cabines distinctes servant de cham-

bres à coucher. Le salon ne sera plus qu'exceptionnellement réduit au rôle de dortoir. Ses aménagements en salle à manger pourront être maintenus fixes. Enfin il ne sera plus nécessaire d'édifier un roof pour obtenir à bord la hauteur nécessaire, on se contentera de *claires-voies* pour donner à bord de l'air et du jour. Les claires-voies se rapportent au-dessus de panneaux pratiqués dans les ponts. Elles se composent d'un cadre en bois dont les faces avant et arrière sont triangulaires, et sont réunies à leurs sommets par une barre en bois. A cette barre sont fixés des châssis vitrés à charnière, retombant, quand la claire-voie est fermée, sur les côtés du cadre, et se relevant au besoin pour laisser passer l'air.

Par contre, les petits yachts ne peuvent pas être pontés : même avec un roof on ne trouve guère la place d'une cabine à bord si le pont n'est pas au minimum à 75 centimètres du plancher. On se décide alors à donner au yacht seulement un demi pontage s'étendant depuis l'étrave jusqu'au moins au mât vers l'avant, couvrant l'arrière tout entier, et courant de chaque bord. Le milieu du bateau est réservé à une vaste chambre ouverte, généralement garnie de bancs en son pourtour, et entourée d'hiloires. Une disposition pratique et simple pour constituer cette chambre, consiste à en limiter l'avant et l'arrière à deux planches verticales traversant le bateau d'un bord à l'autre, et à en faire les côtés au moyen de planches verticales courbées parallèlement au livet de pont, et régnaant de l'une à l'autre des planches transversales. Le bordé du pont vient aboutir sur ces quatre planches à l'intérieur desquelles on cloue les hiloires droites et les frontaux de la chambre.

On se préoccupe souvent de la sécurité des yachts demi pontés, et en vue d'en assurer l'insubmersibilité en cas de chavirement, on cherche à loger sous les bancs de la chambre et dans les extrémités des caissons vides en tôle zinguée.

C'est là une précaution absolument illusoire. De tels caissons se percent très vite par la rouille, si on les laisse en repos, et se détériorent plus vite encore si on les dérange souvent pour les visiter. Du reste, si l'on faisait le calcul du volume à leur donner pour assurer la flottabilité d'un bateau si peu lesté qu'il soit, on se rendrait compte de la quasi impossibilité de les loger à bord. Isoler des compartiments étanches à l'avant et à l'arrière vaudrait mieux ; encore pourrait-on mettre en doute la conservation d'une cloison en bois exposée en permanence au soleil et à la pluie. Il faudra adopter une cloison en fer : sa jonction avec le bordé sera difficilement rendue et conservée étanche. On perdra enfin des espaces précieux pour le logement des voiles ou des provisions diverses embarquées. En un mot, nous croyons qu'il faut, avec une embarcation demi pontée, se rappeler surtout les risques que l'on court, et les courir sciemment : un bon averti en vaut deux.

En matière de construction, les règles à suivre ne varieront pas beaucoup avec le tonnage, dans des limites très étendues, si l'on construit un véritable yacht. Il est bien entendu que les embarcations d'une part, que les caboteurs de l'autre ne se construisent pas suivant les méthodes que nous avons exposées ; nous n'avons pas dans un traité de yachting, à en décrire la charpente.

Toutefois, un yacht d'assez fort tonnage sera difficilement membré en bois bouilli. On pourra tailler et monter en bois tors un nombre de couples suffisant pour l'application du bordé, et compléter la membrure par l'addition de couples pliés peu épais et très larges, dont la mise en œuvre sera relativement facile.

Reste enfin à envisager les yachts au point de vue de leur mode de résistance à la dérive. Nous avons dit qu'on les distingue en *quille fixe*, yachts à *dérive* ou *dériveurs* et *finkeel* ou *bulb keel*. (Voir introduction).

Le yacht que nous avons jusqu'ici décrit est un quille fixe.

Les dériveurs sont des bateaux larges et plats dans lesquels la résistance à l'effort de propulsion latérale du vent s'obtient au moyen d'une lame mince, oscillant autour d'un boulon à l'avant, qu'on laisse tomber dans l'eau, ou qu'on relève à l'intérieur suivant les circonstances de la navigation.

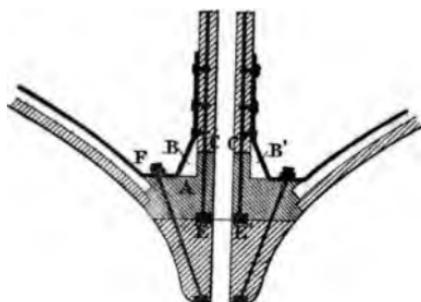


Fig. 36.

La dérive nécessite avant tout une fente longitudinale dans la quille et dans la fausse quille. Puis il faut qu'à l'intérieur du navire on fasse monter assez haut au-dessus du niveau de la flottaison une boîte étanche reliée à la quille et dans laquelle se loge la lame, ou *semelle de dérive*. Le point de la quille et de la boîte à dérive, s'il n'est pas fait très soigneusement, est cause de voies d'eau extrêmement difficiles à étancher. Voici quelques précautions qui devront être prises pour la construction (fig. 36). On taillera la face supérieure de la quille de façon à réserver suivant toute l'étendue de la caisse de la dérive une surépaisseur de hauteur AB telle que le fer du calfat puisse sans difficulté atteindre le point B. On pratiquera l'entaille de la dérive CE C'E'. On s'assurera, avant d'aller plus loin,

que le bois est parfaitement sain et exempt de toute fente ou gerçure mettant l'intérieur de la coque en relation avec l'entaille pratiquée. Sur les faces BC B'C' de la région laissée en surépaisseur, on viendra appliquer la caisse de dérive, constituée suivant sa hauteur d'une ou de plusieurs virures. On fera traverser toutes les virures de la cuisse et la quille par des chevilles filetées à une extrémité rapprochées à 20 cm. au plus les unes des autres, on vissera les écrous sur la tête des chevilles et on calfatra soigneusement tous les joints. Le calfatage étant terminé, on serrera à refus les écrous de toutes les chevilles.

Les courbes en fer de construction destinées à supporter le poids de la quille-lest ne pourront plus, bien entendu, traverser le bateau. On les fera de part et d'autre remonter le long de la caisse à dérive ; on les maintiendra par des vis à bois. On aura soin de ne pas leur faire suivre les côtés de l'angle FAB, mais bien de les maintenir écartées de la face AB jusqu'à une hauteur au-dessus du joint B suffisante pour permettre la visite et la reprise du calfatage de ce joint sous la courbe.

La semelle de dérive se fait en bois ou en tôle. Les dérives en bois sont assez délicates à construire, il faut les constituer de deux plans se contrariant, de telle sorte que les effets de gonflement ou de contraction ne fassent pas *voiler* la dérive. Les dérives en fer sont taillées à même dans une tôle.

Les dérives en bois non lestées sont légères et tendent à se relever d'elles-mêmes dans l'eau. Il faut pour les affaler, les chasser et les maintenir avec des coins. Cette disposition est dangereuse, car en cas de choc contre un bas fond la dérive ne peut pas se relever et tend à démolir ou tout au moins à faire chavirer le bateau.

Les dérives en bois lestées ou en fer tendent à s'affaler d'elles-mêmes ; on les relève en agissant sur une chaîne ou

sur un câble fixé à l'extrémité de la semelle opposée au boulon d'oscillation. Il arrive souvent que cette chaîne ou ce câble se rompent en service. Il est en conséquence prudent de laisser à l'arrière de la dérive un ergot dans la tôle et d'ajouter dans la quille métallique un boulon limitateur de course (fig. 37). La dérive eût-elle sa chaîne cassée, il sera

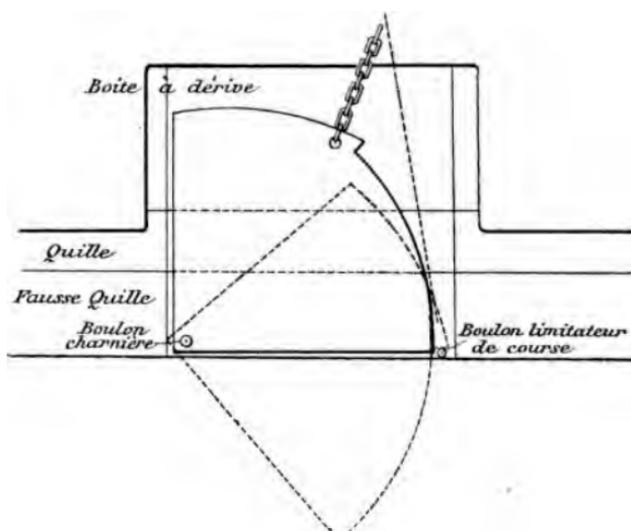


Fig. 37.

toujours facile alors de la remettre à poste en échouant doucement le bateau sur une cale en pente. Quand le dériveur atteint un certain tonnage, sa dérive devient très lourde et pour en manœuvrer la chaîne un treuil est indispensable. Il est prudent d'employer un treuil irréversible, c'est-à-dire non exposé à dévier si la force appliquée sur la manivelle est inférieure à celle qu'il faudrait pour soulever le poids. Le système de treuil de beaucoup le plus pratique serait le système Mogy, dans lequel l'irréversibilité est obtenue

sans perte de force dans des frottements, ainsi que cela se produit dans les treuils à vis tangentés, et qui en outre possède un dispositif en vertu duquel le dévirage se fait toujours en douceur et sans choc.

En ce qui concerne les emménagements, il va sans dire qu'un dériveur doit être très grand pour être habitable. D'abord son type même de bateau plat ne comporte pas grande hauteur de logement. Ensuite la boîte à dérive qui le coupe en deux permet mal d'utiliser la largeur relativement considérable du bateau.

Aussi les dériveurs de petit tonnage sont-ils presque toujours demi-pontés.

Les fin keel sont des bateaux à carène arrondie dans tous les sens et prolongée d'un aileron porte-lest rapporté. La charpente médiane longitudinale de la coque proprement dite est ou ne peut plus simplifiée; il n'y a plus à proprement parler ni étrave, ni quille, ni étambot, ni allonge de voute, il n'y a plus qu'une longue arête à courbure continue. Mais on distinguera néanmoins dans cette arête trois parties qui pourront être assimilées à l'étrave, à la quille et à l'étambot, ce dernier prolongé directement de l'allonge. Ces trois parties se termineront à écart franc et seront reliées par de solides taquets. La pièce du milieu portera l'aileron. Cet aileron sera constitué de deux tôles, assez écartées l'une de l'autre, et cependant assez bien armaturées entre elles pour supporter à faible charge l'effort énergétique de flexion résultant du grand bras de levier donné au lest.

Voici comment on fera le calcul de leur résistance. On peut envisager le cas limite de flexion de l'aileron, le bateau étant supposé incliné sur l'eau de 90°. Soit P le poids du lest, L la distance entre le point de fixation de l'aileron, et le centre de gravité du lest. Le moment de flexion est  $PL = M$ .

Nous devons calculer l'aileron de façon à le faire tra-

vailler à une charge de fatigue négligeable sous l'effort de ce moment. Donnons-nous comme charge 3 kilog. par mm<sup>2</sup>, moitié de la charge acceptée en général comme charge de sécurité à la flexion pour les pièces de fer.

Soient  $l$  la longueur de l'aileron,  $h$  la distance des surfaces extérieures de ses tôles supposées parallèles entre elles,  $h'$  la distance de leur surface intérieure. On devra appliquer la formule

$$M = \frac{3l (h^3 - h'^3)}{6h} = \frac{l (h^3 - h'^3)}{2h}$$

Dans laquelle  $l$ ,  $hh'$  et le bras de levier du moment  $M$  sont exprimés en millimètres, et le poids de la quille est exprimé en kilogrammes.

Pour un yacht de très faible dimension une seule tôle suffirait et son épaisseur serait déterminée par la formule

$$M = \frac{3l h^3}{6} = \frac{lh^3}{2}$$

Pour un yacht un peu plus fort on pourra maintenir les deux tôles de l'aileron à la distance nécessaire au moyen d'un cadre forgé ou découpé dans une troisième tôle d'épaisseur convenable. Un aileron plus épais, construit pour un grand yacht, nécessiterait une membrure intérieure complète. L'intervalle compris entre les deux tôles sera rempli de *brai* (goudron résineux et solide à froid).

On aura soin en tous cas d'affiner convenablement les extrémités de l'aileron de façon à éviter toute perte de vitesse de ce chef.

L'aileron sera fixé à la quille par l'intermédiaire de robustes cornières rivées avec lui et boulonnées avec elle (fig. 38). Des courbes en fer seront bien entendu ajoutées à l'intérieur et recevront les écrous des boulons. On en prolongera les branches jusqu'au niveau du pont.

Le lest sera façonné en forme de deux demi cigares ac-

colés de part et d'autre sur la base de l'aileron et maintenus par des rivets traversant tout l'ensemble.

Les extrémités en porte-à-faux au-dessus de l'eau des fin

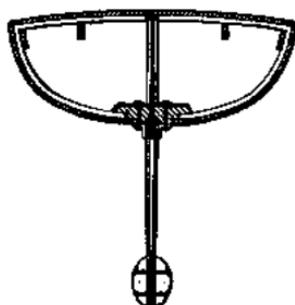


Fig. 38.

keel sont soumises à des fatigues assez intenses par suite des chocs contre les vagues. On fera bien de donner spécialement une grande rigidité longitudinale au bateau. Voici comment on peut s'y prendre pour l'obtenir sans trop de surcharge (fig. 39).

On fera courir sous le pont, depuis la pièce en sifflet AA jusqu'à un barrot robuste de l'avant BB, deux hiloires renversées. Ces hiloires laisseront passer dans des entailles pratiquées à cet effet tous les barrots du pont. On renforcera les barrots qui limitent le cock pit, et le ou les panneaux d'accès dans le bateau, celui qui avoisine l'étambrai et enfin un certain nombre de barrots judicieusement espacés, et un peu plus rapprochés aux extrémités qu'au milieu. On placera des équerres en fer à l'angle des hiloires et des barrots renforcés de façon à en faire un quadrillage rigide. Puis on placera entre la quille et chacun des barrots renforcés une *épointille* (on nomme ainsi les pièces verticales destinées à renforcer les ponts). L'épointille

sera une petite poutrelle de bois rectangulaire, et dans l'axe de cette poutrelle on fera passer une cheville rivée

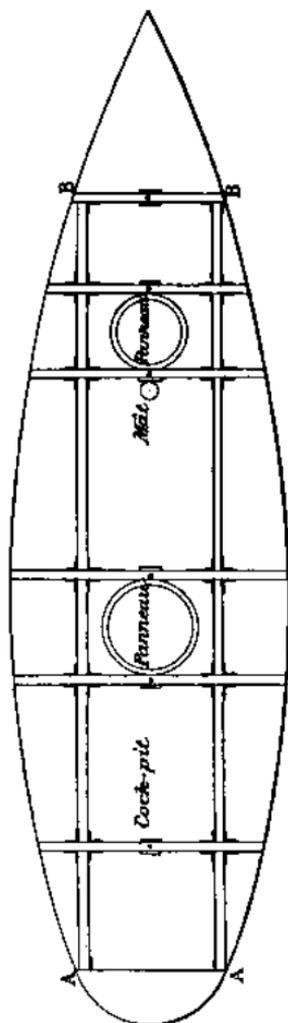


Fig. 39.

avec la quille et avec le barrot, et agissant comme *tirant* (fig. 38 et 39). De la sorte la charpente du pont, et

les pièces de charpente médiane se trouveront rigoureusement solidaires, et formeront une poutre creuse extrêmement résistante. Le bordé de pont et le bordé de carène pour lesquels on visera à obtenir autant que possible toutes les virures d'une seule pièce achèveront de donner au bateau la raideur désirable.

Il va sans dire que les fin keel sont essentiellement des racers et doivent plus que tout autre yacht être installés et aménagés en racers. Ils n'auront pas de fargue ; leur cockpit sera réduit au minimum, et construit rigoureusement étanche. Leurs panneaux seront recouverts de capots étanches. Pour obtenir une bonne étanchéité du cockpit et des capots il sera plus pratique de les faire confectionner en tôle mince zinguée. Le cockpit sera une boîte enfoncée dans le pont entre les deux hiloires et deux barrots. Quant aux panneaux, ils seront bordés d'un cadre en cornière. Leur capot sera à charnière, et garni d'un cuir, et de leviers de serrage permettant de le fermer très vite et hermétiquement.

Le fin keel n'aura ni roof, ni aménagements intérieurs. Son volume disponible ne sera qu'une vaste soute à voile, et si l'on veut quelque nuit dormir à bord, on ne devra pas chercher une autre couchette que les voiles elles-mêmes.

En terminant ce premier volume, nous voulons encore insister sur un point que nous avons cherché déjà à bien mettre en lumière : c'est que, sauf en ce qui concerne la partie mathématique et théorique de notre ouvrage, nous ne donnons pour règle absolue aucune des règles que nous avons énoncées, pour méthode universelle aucune des méthodes que nous avons exposées. On peut dessiner, étudier, construire des yachts autrement que nous l'avons dit. On doit même en chaque cas particulier s'ingénier à varier les procédés, de façon à les approprier du mieux possible aux circonstances.

Un architecte naval vraiment soucieux de son art doit chercher à bien comprendre les goûts de chaque client et à dessiner chaque bateau spécialement pour satisfaire à ces goûts. Il ne devra jamais perdre de vue la construction, et se laisser aller à des inspirations de formes élégantes sur le papier mais irréalisables ou même seulement difficilement réalisables dans la pratique : il faut qu'il voie toujours le plan de construction au travers du plan des formes.

Nous ne parlerons que pour mémoire des yachts dessinés par les amateurs inexpérimentés. Chose néfaste, un plan de forme, même faux, est toujours exécutable, le charpentier de marine à qui on le confie, le *corrige* en l'exécutant. Il prend pour bonnes quelques lignes, abandonne les autres, fait tant bien que mal un bateau bâtard. Puis ce bateau, bien manœuvré, vient-il à faire bonne figure en régate : l'amateur auteur du premier croquis s'en ira proclamant l'inutilité des architectes navals. Mais, de ce premier croquis, que reste-t-il dans le bateau ? Quelles sont les formes vraies de ce bateau dont le point de départ est un plan faux ? Quelles conclusions peut-on tirer des qualités ou des défauts d'un bâtiment dont les formes ne sont en quelque sorte pas connues ?

En somme, si chaque yachtsman est fondé, par la pratique de la navigation, par l'usage et la comparaison des yachts, à émettre des présomptions sur les avantages ou les inconvénients de tel ou de tel type de bateau, nous croyons qu'il doit se borner à soumettre ses opinions à son architecte naval, et non pas se substituer à celui-ci. Nous avons tous nos goûts et nos idées en matière d'habitation à terre, et pourtant, rares sont les gens qui ayant à faire bâtir pour eux une maison en font les plans eux-mêmes.

Les yachtsmen feront bien de ne pas oublier que l'ar-

chitecture de yacht, de même que l'architecture de maison, est, sinon une science, du moins un métier et un métier complexe.

Que ceux d'entre eux qui veulent s'y livrer s'y livrent entièrement, qu'ils étudient, qu'ils s'exercent, qu'ils se spécialisent. Mais que ceux qui une fois par hasard, en passant, se sentent taquinés du désir de faire eux aussi un plan de yacht, résistent courageusement à cette tentation.

La France, dont les navires de guerre et de commerce possèdent un séculaire renom, est encore en retard par rapport à l'Angleterre et à l'Amérique en matière de construction de yachts.

Elle dispose pourtant, on peut en être sûr, de tous les éléments qu'il faut pour regagner le temps perdu, et reprendre le rang auquel elle a droit. Mais elle ne le reprendra que si tout le peuple du yachting se discipline, organise une division du travail, laisse aux uns le soin de conduire, aux autres celui de construire les yachts, et n'oublie pas qu'en ce métier de l'architecture de yacht, comme en tous les métiers véritablement caractérisés, l'amateurisme, c'est l'ennemi, si l'on entend par amateurisme précisément l'inverse de la technicité.



## TABLE DES TERMES TECHNIQUES

EMPLOYÉS DANS LE COURANT DE CE VOLUME

*Nota.* — Nous n'avons pas cru pratique de faire figurer en ce volume un lexique, donnant la définition des divers termes techniques employés. Une définition de dictionnaire, forcément très abrégée est rarement compréhensible. Il nous a paru plus logique de définir, dans le cours même de l'exposé, chaque terme au fur et à mesure qu'il se présente. Pour permettre de retrouver facilement les définitions complètes ainsi posées, nous avons eu soin d'écrire en italique chaque nouveau terme au moment où nous le définissons. La présente table permettra de se reporter aux pages et aux chapitres où l'on devra rechercher les termes techniques en italique. En même temps que les termes proprement dits nous faisons figurer en cette table les lettres auxquelles l'usage attribue un sens invariable.

Termes techniques.	Chapitres	Pages
<b>A</b>		
a = distance du centre de carène au centre de gravité.....	V	56
<i>A</i> = avant.....	VII	72
<i>R</i> = arrière.....	VII	72
About.....	XII	113
Accorage.....	XI	102
Accores.....	XI	101
Aiguillot.....	XX	175
Aire des couples.....	II	28
Allégeance.....	II	25
Allonge de voute.....	VIII	81
id.....	XV	130
Amateur.....	Introd. II	9
Araignées.....	XVII	153
Artimon.....	Introd. I	3
Auriques (voiles).....	Introd. I	6
Au tiers (voiles).....	Introd. I	6

Termes techniques	Chapitres	Pages
<b>B</b>		
B = bau.....	I	20
Baleinière.....	Introd. I	5
Barre de gouvernail.....	XX	174
Barrot.....	XII	108
Barrotin.....	XVI	149
Battre la ligne avec le cordeau.....	IX	88
Battre le cordeau.....	IX	88
Bau (maitre bau).....	I	20
Baux.....	XII	108
Beaupré.....	Introd. I	5
Béquilles.....	XX	183
Billots.....	XI	101
Bittes de bout-dehors.....	XVI	150
id.....	XX	178
Bois bouilli.....	X	94
Bois plié.....	X	94
Bois tors.....	X	94
Bordage.....	VIII	81
Bordé.....	VIII	81
Bordé de pont.....	XII	108
Bouilli (bois).....	X	94
Bouge.....	XII	109
Bourcet (voile à).....	Introd. I	6
Bouteille.....	XVII	155
Brick.....	Introd. I	3
Brick goelette.....	Introd. I	3
Brigantine.....	Introd. I	4
Brochetage.....	XI	103
Bulb keel.....	Introd. I	7
<b>C</b>		
Cabillot.....	XX	182
Cabine.....	XVI	143
Cadènes.....	XX	180
Cadre.....	XVII	155
Calfatage.....	XXI	185
Can de la râblure.....	VIII	82
Capot.....	XVI	145
Carène.....	IV	47

Termes techniques	Chapitres	Pages
Cassé (bateau) .....	XI	104
id. ....	XII	111
Cat boat .....	Introd. I	5
Centre de carène .....	V	56
Chaloupe .....	Introd. I	6
Chambre de manœuvre .....	XVI	143
Chambre ouverte .....	XVI	143
Chandeliers .....	XX	184
Chasse-marée .....	Introd. I	6
Claire-voie .....	XXII	106
Clapotis .....	II	28
Cloisons .....	XVII	153
Cockpit .....	XVI	143
Collier de beaupré .....	XII	180
Contre rivet .....	XI	107
Copper-line .....	XXI	102
Cordeau .....	IX	88
Corrections d'aboutissement .....	VII	79
Côte .....	Introd. I	4
Couler des jambettes .....	XII	114
Coupe d'eau .....	XXI	187
Coupée .....	XX	184
Couple .....	II	27
id. ....	VIII	81
id. ....	X	94
Courbe .....	IX	93
id. ....	XIX	169
Courbe des aires des couples .....	II	28
Courbe de dégraissement .....	IX	93
Cruiser .....	Introd. I	8
Cruising .....	Introd. II	14
Cul de poule .....	II	33
id. ....	XIII	116
Cutter .....	Introd. I	4
<b>D</b>		
Décroiser les écarts .....	XI	104
Déplacement .....	IV	47
Dérive .....	XXII	198
Dérive (yacht à) .....	Introd. I	7

Termes techniques	Chapitres	Pages
Dériveur.....	Introd. I	7
Dessous quille.....	VIII	82
Devers.....	XI	103
Différence.....	VII	72
Doublage.....	XXI	191
Drosse.....	XX	174
<b>E</b>		
Ecart.....	XI	104
Ecart à franc bord.....	XI	104
Ecart à mi-bois.....	XI	104
Echantillons.....	XI	105
Echantillon sur le tour.....	XI	105
Echantillon sur le droit.....	XI	105
Ecubier.....	XX	178
Ecubier de pont.....	II	28
Embruns.....	XV	138
Entremise.....	XVI	149
Epaule.....	XI	103
Epontille.....	XXII	203
Equerrage.....	X	95
Equerrage en gras.....	X	97
Equerrage en maigre.....	X	97
Equerrage normal.....	X	96
Equerrage suivant la ligne d'eau.....	X	96
Etai.....	XX	180
Etambot.....	VIII	81
Etambrai.....	XVI	149
Etrave.....	VIII	81
Extérieur rablure.....	VIII	81
<b>F</b>		
Face de gabariage.....	X	95
Face de placage.....	X	96
Fargue.....	XII	108
Fausse quille.....	VIII	83
Faux couples.....	X	95
Fémelot.....	XX	175
Fer à calfat.....	XXI	185

Termes techniques	Chapitres	Pages
Filière.....	XX	184
Finesse.....	II	27
Fin keel.....	Introd. I	7
Flancs.....	XIV	123
Foc.....	Introd. I	5
Fond de râblure.....	VIII	81
Fonds.....	XIV	123
Formule de jauge.....	Introd. I	8
<b>G</b>		
Gabariage (face de).....	X	95
Gabarit de bouge.....	XII	110
Gabarits (salle à).....	IX	87
Galbord.....	VIII	85
id. ....	XI	102
Gardes.....	X	99
Goçlette.....	Introd. I	3
Gouvernail.....	XX	174
Grand mât.....	Introd. I	3
Grand voile.....	Introd. I	4
Guibre.....	II	33
<b>H</b>		
Hâler.....	XI	106
Haubans.....	XX	180
Hiloire.....	XII	108
Hiloire droite.....	XVI	146
Hiloire renversée.....	XVI	146
Hors-bordé.....	VIII	81
Hors-membres.....	VIII	81
Houari.....	Introd. I	4
Houac-boat.....	Introd. I	8
<b>I</b>		
I = moment d'inertie.....	V	59

Termes techniques	Chapitres	Pages
<b>J</b>		
Jambettes.....	XII	108
Jauge.....	Introd. I	8
id.....	I	16-18
Jauge à la voile.....	I	20
Jauge au périmètre.....	I	20
Jaumière.....	XIII	117
id.....	XX	175
<b>K</b>		
Ketch.....	Introd. I	4
<b>L</b>		
L = longueur à la flottaison.....	I	19
Latte à tracer.....	III	40
id.....	IX	89
Latte de hauban.....	XX	180
Ligne d'eau.....	II	27
Ligne d'eau creuse.....	II	27
Ligne d'eau pleine.....	II	27
Ligne droite des baux du pont.....	XVI	148
Limande.....	XXI	188
Lisse.....	II	27
Lisse à double courbure.....	VII	77
Lisse plane.....	VII	73
Lisse rabattue.....	VII	77
Liston.....	XII	113
id.....	XXI	190
Livarde (voile à).....	Introd. I	6
Livet.....	XII	108
Livet dans l'axe.....	XII	108
Livet en abord.....	XII	108
Lougre.....	Introd. I	6

Termes techniques	Chapitres	Pages
<b>M</b>		
M = Métacentre.....	V	56
Main courante.....	XII	108
Maitre couple.....	II	27
Mât.....	Introd. I	3
Mât d'artimon.....	Introd. I	3
Mât de misaine.....	Introd. I	3
Mât (grand).....	Introd. I	3
Mèche.....	XIII	118
id.....	XV	132
id.....	XX	174
Membres.....	X	94
Membrure.....	IV	46
id.....	VIII	81
id.....	X	94
Métacentre.....	V	56
Mètre de fondeur.....	XIX	169
Misaine.....	Introd. I	3
Moment d'inertie.....	V	59
Montage.....	XI	101
Monté en bois tors (bâtiment).....	XI	102
Monté sur faux couples (bâtiment) ...	XI	102
Moule.....	X	95
<b>O</b>		
Oreilles.....	XX	178
<b>P</b>		
P = Périmètre.....	I	19
Panneau.....	XII	108
id.....	XVI	145
Parage.....	XXI	186
Périmètre.....	I	19
Perpendiculaires.....	VII	72
Perpendicularaire avant.....	VII	72
Perpendicularaire arrière.....	VII	72
Perpendicularaire milieu.....	VII	72

Termes techniques	Chapitres	Pages
Tricage.....	X	96
Tricher (la jauge).....	I	18
Trois mâts.....	Introd. I	3
Trois mâts barque.....	—	3
Trois mâts carré.....	—	3
Trois mâts goëlette.....	—	3
Trou de jaumière.....	XIII	117
id. ....	XV	132
<b>U</b>		
Union des Yachts français.....	Introd. I	8
U Y F = Union des Yachts français..	I	19
<b>V</b>		
Vertical.....	VII	72
id. ....	IX	88
Virure.....	XI	
Voile.....	Introd. I	3
Voile à bourcet.....	—	6
Voile à livarde.....	—	5
Voile aurique.....	—	3
Voile au tiers.....	—	6
Voile carrée.....	—	3
Voile (grand).....	—	4
<b>Y</b>		
Yacht.....	Introd. I	1
Yacht auxiliaire.....	—	2
Yacht mixte.....	—	2
Yacht-club.....	—	8
Yachting.....	Introd. II	9
Yachtsman.....	—	9
Yawl.....	Introd. I	6
Y.C.F. = Yacht-Club.....	I	19

## APPENDICE

---

A l'appui des méthodes de tracé de construction et de calculs exposées en ce volume, nous donnons la collection complète des documents qui ont servi à l'élaboration du projet du côtre de trois tonneaux Hermès, et qui (sous réserve que les plans étaient tracés à l'échelle du 1/10) ont suffi à sa construction. Ce yacht doit être considéré comme un yacht mixte, cruiser susceptible de figurer en seconde ligne en régates.

Nous faisons suivre la série des plans et calculs d'Hermès par les plans de formes d'un dériveur et d'un fin keel, et enfin par le plan de forme et celui d'aménagement du Morbihan, type de yacht minimum qui depuis quelques années a été reproduit uniformément dans de nombreux lieux de yachting, et qui se recommande par ses qualités nautiques, exceptionnelles pour une si petite dimension.

---







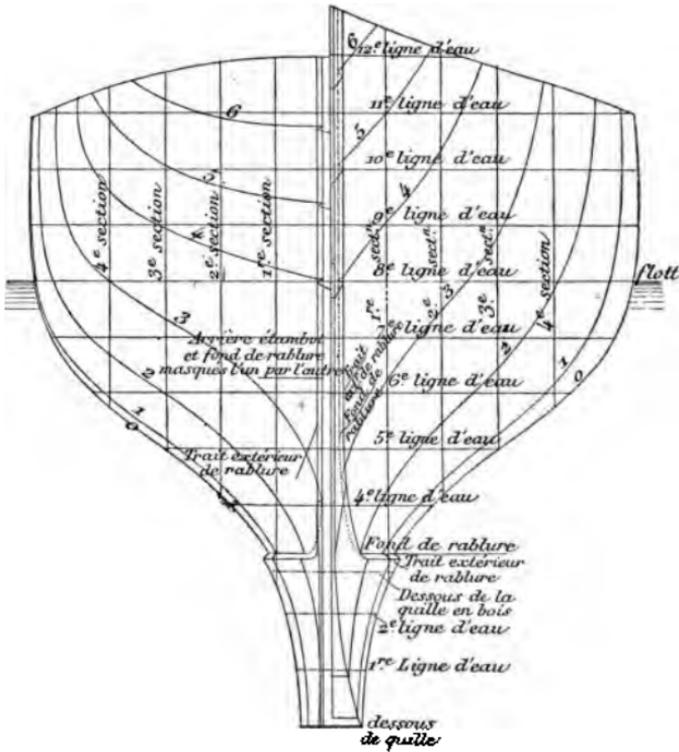
## PLANCHE II

Hermès, côte à quille fixe de trois tonneaux

*Plan des formes hors membrure*

*Projection transversale*

Echelle de 1/30



Les fausses membrures ou moules de la construction sont taillés sur les couples du tracé ; entre deux fausses membrures seront intercalés trois membres depuis la perpendiculaire **R** jusqu'à la perpendiculaire **A** et deux seulement dans le cul de poule et dans la quille.





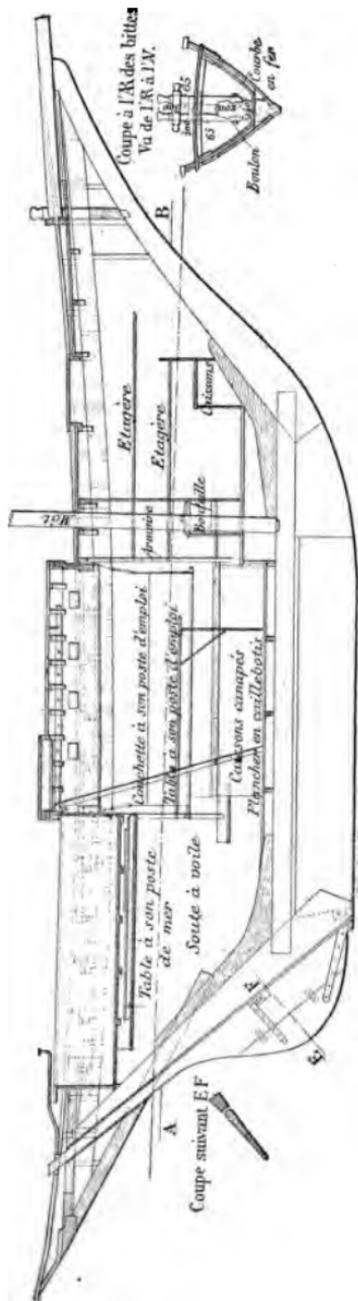


# PLANCHE IV

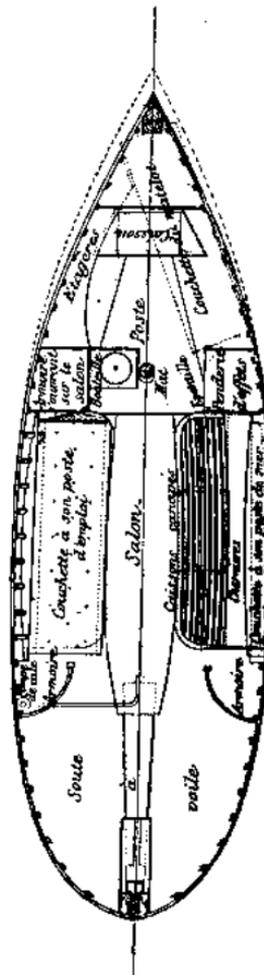
Hermès, côté à quille fixe de trois tonneaux  
*Plan d'emménagements et de construction*

Echelle au 1/70

Projection longitudinale.



Projection horizontale.



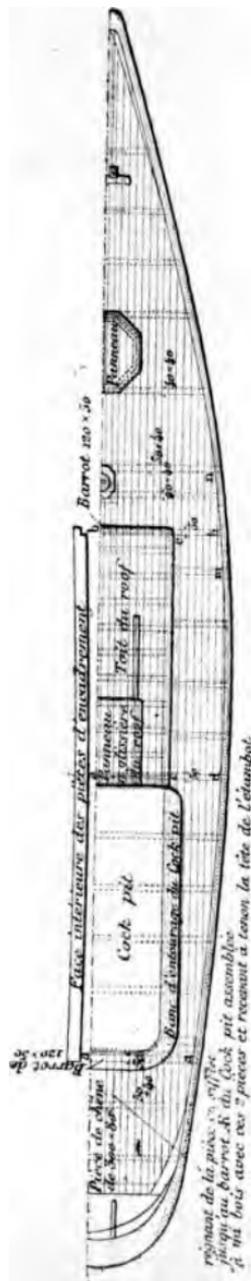


## PLANCHE V

Hermès, côté à quille fixe de trois tonneaux  
*Plan d'emménagements et de construction*

Echelle de 1/70

PLAN DU PONT



## INSTRUCTIONS DIVERSES POUR LA CONSTRUCTION

### Renforcement de la coque par le travers du mât

Quatre membres intercalaires non engagés dans la quille seront établis à mi-distance des membres principaux depuis *m* jusqu'à *n* par le travers du mât pour résister aux efforts des haubans.

### Recommandations au sujet de la construction du plat bord de la fargue.

Le plat bord en chêne couvre la préceinte, l'espace entre la préceinte et la serre intérieure et la moitié de la serre. Le premier joint de calfatage du pont se fait sur le milieu de la serre. Entre la serre et la préceinte des garnis en bois de chêne seront tenus par des rivets transversaux aux trois pièces, le plat bord sera tenu par le plus grand nombre possible de vis en faiton vissées les unes dans la préceinte et les

autres dans ces garnis. Les bouts des membres seront coupés sous le plat bord. Les jambettes de fargue seront glissées entre la précinte et la serre de deux en deux membres sur le côté des membres opposé aux barrots dans des entailles faites dans le plat bord. Leurs queues seront rivées comme les garnis précités avec la précinte et la serre. Leurs têtes seront engagées à tenon dans la main courante de fargue. La fargue est rivée aux jambettes et tenue à la main courante par des vis traversant cette dernière. Elle s'étend du pont à la main courante sur l'avant du cock pit jusqu'au bout *A* et depuis l'avant du cock pit jusqu'au bout *R*; elle laisse subsister un vide de 2 c/m entre elle et le plat bord.

La fargue aboutit en rablure dans la jambette oblique qui soutient le couronnement.

Le couronnement est une pièce élargie dans le sens horizontal, de même épaisseur que la main courante de fargue, se raccordant avec elle.

Il est soutenu par deux jambettes latérales où s'engage la fargue et par deux autres jambettes obliques, vissées sur la pièce en siffel. L'espace entre ces diverses pièces est entièrement à jour.

— Les barrots aboutissent à côté de chaque membre et s'engagent dans la serre par un tenon en queue d'arronde.

#### Construction des hiloires renversées ou pièces d'encadrement ecc.

Débiter dans le bois tors et suivant le profil indiqué sur la figure, un madrier de 6 centimètres d'épaisseur à faces parallèles.

Trailer le côté inférieur à équerrage normal.

Trailer le côté supérieur à l'équerrage constant, relevé sur les coupes transversales (angle du gabarit de bouge avec une parallèle à la flèche a 60 c/m de distance de celle-ci).

Trailer les extrémités en tenon. Les engager dans les mortaises pratiquées sur les barrots *aa* et *bb*, et contre-marquer les entailles du barrot *dd* et celle des barrolins.

Enlever la pièce, pratiquer les entailles et remonter la pièce définitivement.

*Nota.* — Les barrots *aa* et *bb* ont 120 m/m de hauteur.

#### Construction du pont.

— Le constructeur devra établir d'abord aux emplacements indiqués, tous les barrots curvilignes continus avant et arrière du pont au bouge circulaire dont de : 7 m. 66 de diamètre (16 c/m pour a m. 20).

— Sur les barrots *aa* et *bb* il viendra appuyer les extrémités des pièces d'encadrement latéral *ecc* (taillées d'après dessin). Ces pièces seront elles-mêmes entailles pour laisser passer le barrot continu de séparation du roof et du cock pit *dd* et pour recevoir les aboutissements des barrolins par le travers de ces locaux.

— Le constructeur devra établir le barrotage rectiligne de la plate-forme du cock pit et border sur ce barrotage par toute la largeur du bateau. Enfin il pourra border le pont proprement dit.

### Construction des emménagements intérieurs.

Les contours extérieurs des armoires et autant que possible leurs étagères seront en lattis, doublé de toile, s'il y a lieu. La plupart des armoires devront rester sans portes, dissimulées seulement par des rideaux glissant sur tringlès.

Les caissons-canapés seront munis de serrures et serviront essentiellement de soute à vins et spiritueux et de soutes à conserves.

L'arrimage des objets qui ne trouveraient pas place dans les étagères, armoires ou caissons, sera fait à l'intérieur du bordé du poste à babord, avec des lattes clouées sur les membres et des crochets tournants.

Les tentures du salon, outre celles qui masquent les armoires, comportent une pièce masquant chaque couchette à son poste de mer, accrochée sur des petits crochets plantés dans la serre et facile à démonter pour servir au besoin de couvre-lit, et deux pièces sur tringlé l'une devant la coursive du poste et l'autre devant la soute à voite.

### Essences de bois de constructions

Grandes pièces de charpente	Bois de chêne ou orme
Galbord	Orme
Bordé extérieur	Pin rouge
Membrane	Orme ou frêne bouilli
Préceinte	Chêne
Serre	Chêne ou pin rouge
Barrots du pont	Chêne en bois tors
Barrotins du roof	Chêne en bois tors
Barrots du cock pit	Pin rouge
Bordé de pont	Pin blanc sans nœuds
Plat bord	Chêne, ou orme, ou frêne
Jambettes de fergue	Frêne
Main courante de fergue	Frêne
Fergue	Pin rouge
Cloisons intérieures diverses	{ Lattis de pin blanc de 10 à 12 m/m doublé de toile
Gouvernail	Chêne ou orme

Des lattes et équerrres en cuivre seront rapportées par le constructeur partout où il le jugera utile à la solidité des ambrages.

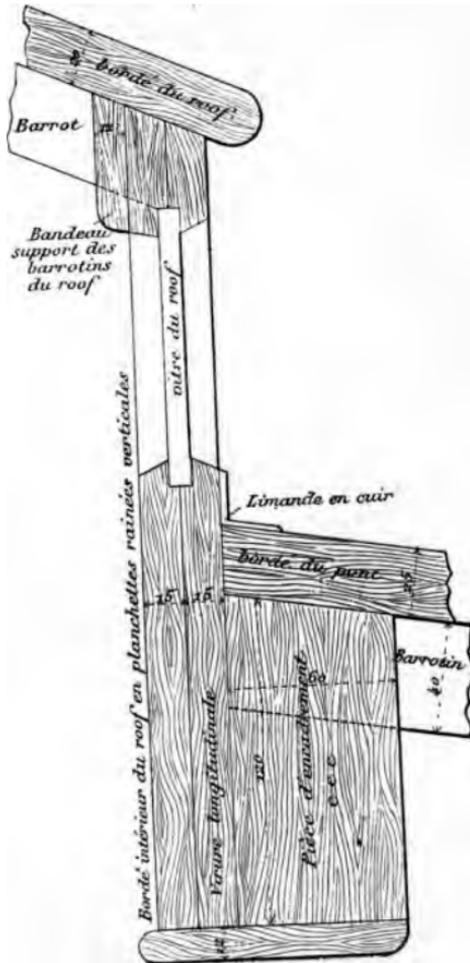
L'étanchéité dans les angles sera obtenue au moyen de limandes en cuir.



## PLANCHE VI

Hermès, côte à quille fixe de trois tonneaux  
Coupe dans le travers d'une vitre du roof

Echelle de 1/3

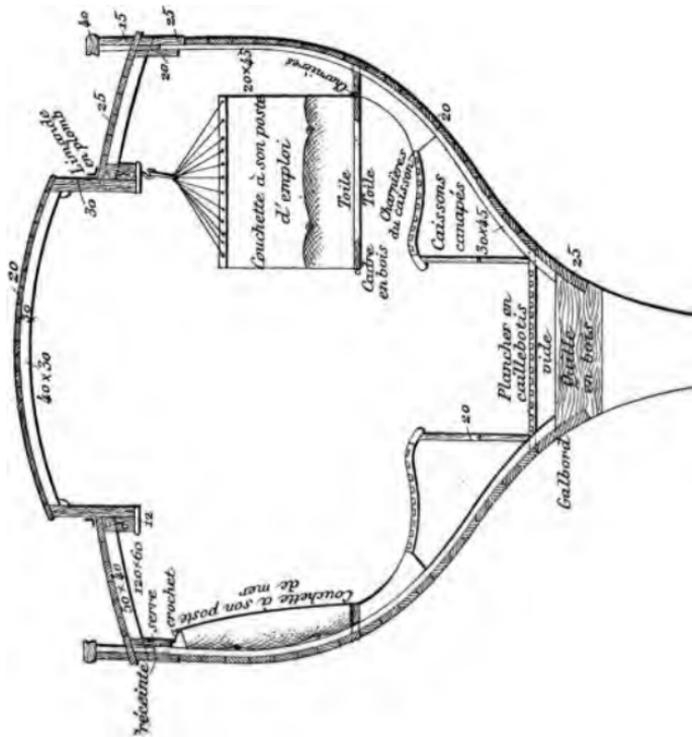




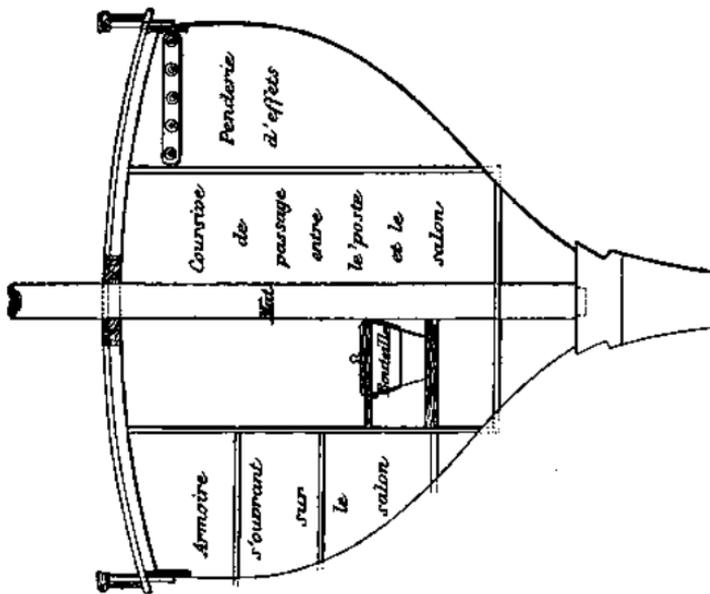
# Plan de construction et d'emménagements

Echelle de 1/30

Coupe dans le salon.



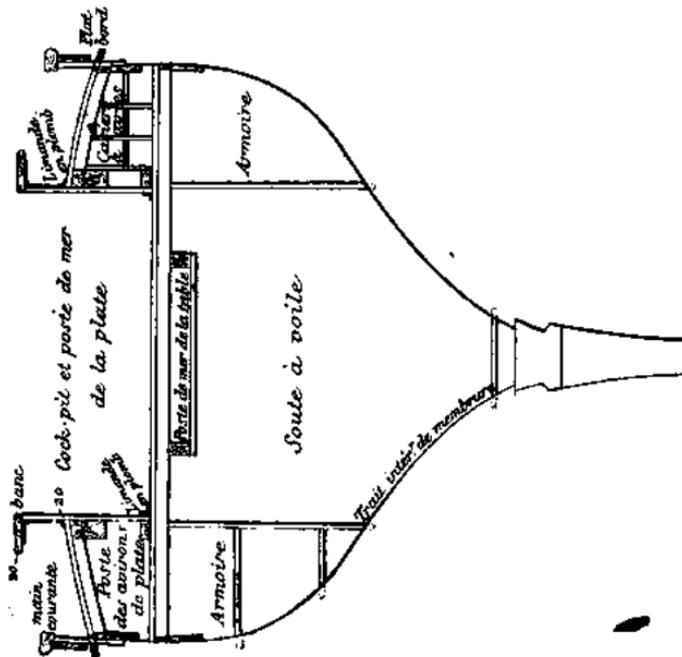
Coupe par le travers du mât.



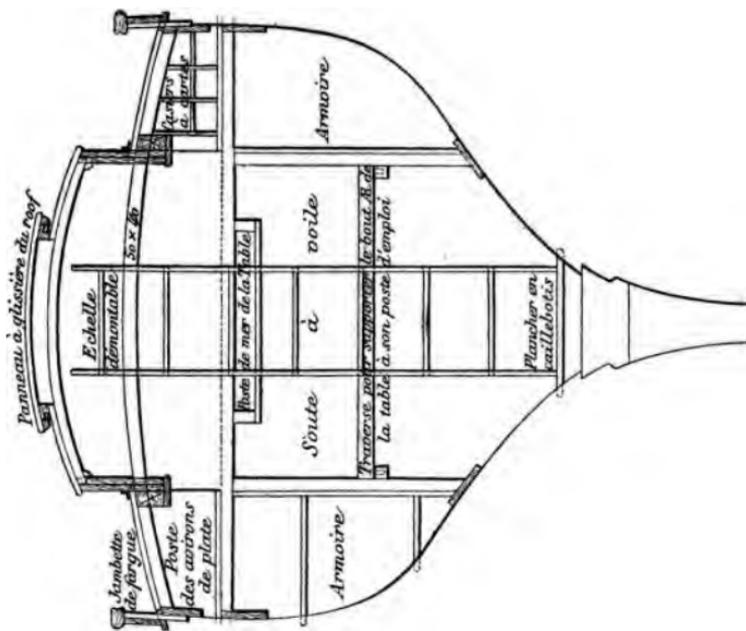


Echelle de 1/30

Coupe dans la région du cockpit



Coupe suivant la face **R** du salon

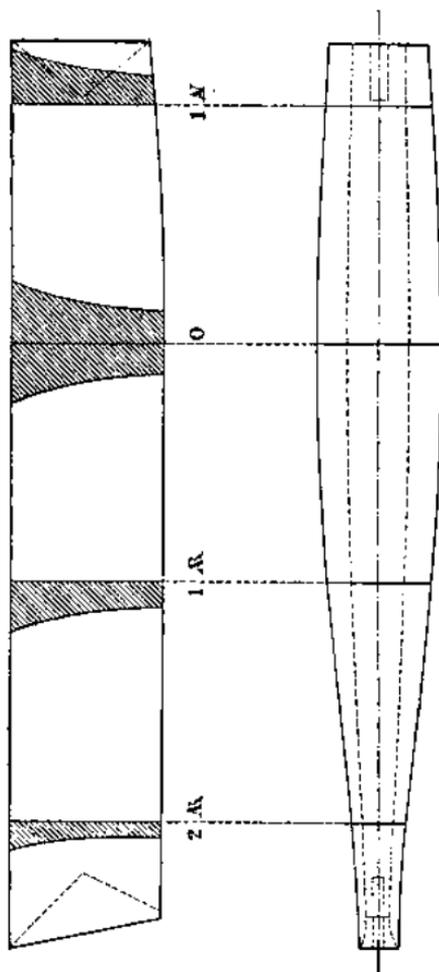




**PLANCHE IX**

Hermès, côté à quille fixe de trois tonneaux  
*Quille en plomb*

Echelle de 1/30



## OBSERVATIONS

---

Les boulons, leurs écrous, les courbes intérieures au bateau, le rivetage de courbes avec le bateau, les semelles entaillées dans la quille pour recevoir les têtes des boulons seront en fer zingué.

### *Fausse quille en plomb.*

Diamètre des boulons, 25 m/m.

Nombre des boulons, 16.

Epaisseur des courbes intérieures

}	sur la quille, 25 m/m.
	Au tournant, 30 m/m.
	Au galbord, 25 m/m.
	A l'extrémité, 6 m/m.

Les courbes diminuent progressivement depuis le galbord jusqu'à l'extrémité qui est située par le travers de la flottaison.

### *Fausse quille en bois.*

Un boulon de 30 m/m.

Une courbe pareille aux précédentes.

Une cheville à bout perdu.

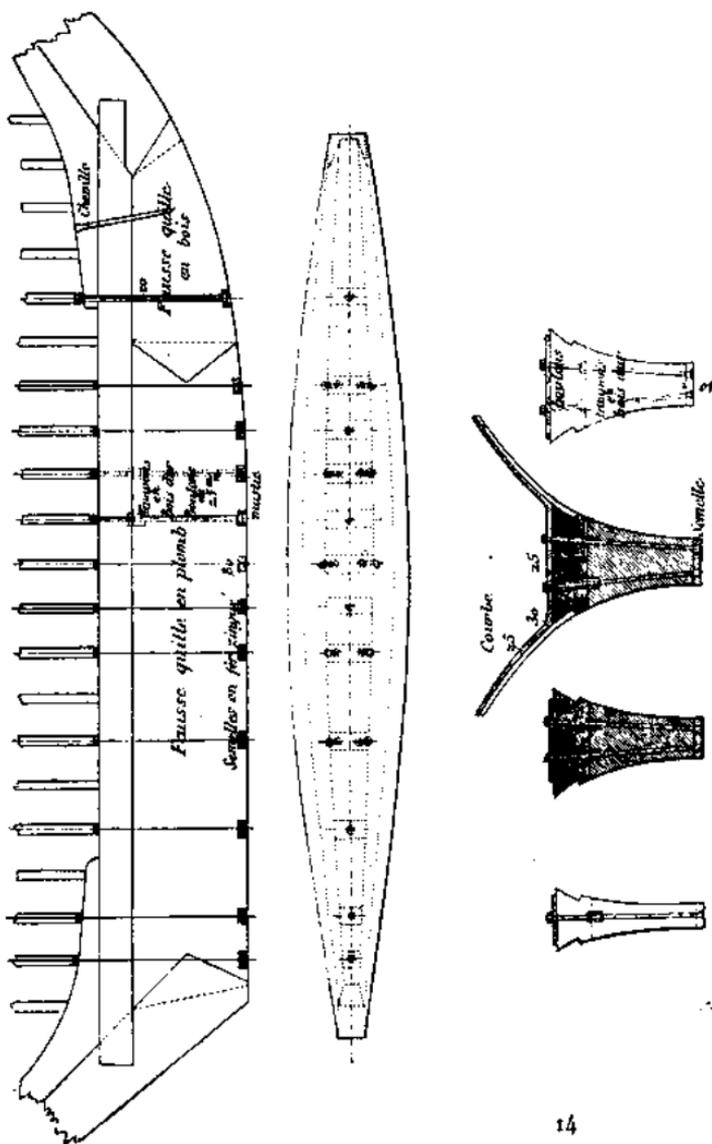
---

Epaisseur des semelles en fer zingué entaillées dans la quille, 40 m/m.

Des tampons ajustés en bois dur seront engagés par moitié dans la quille en bois et dans la fausse quille, au passage de chaque boulon.

# PLANCHE X

Hermès, côtre à quille fixe de trois tonneaux  
 Plan de perçage et de chevillage de la fausse quille  
 Echelle de 1/40









# CALCULS DE DÉPLACEMENT ET DE STABILITÉ

## DU YACHT DE 3 TONNEAUX *HERMÈS*

### TABLEAU I

DIMENSIONS PRINCIPALES		
Longueur entre perpendiculaires : Les perpendiculaires passent à l' <i>A'</i> et à l' <i>R</i> par le trait extérieur de la rablure de l'étrave et de l'étambot à la flottaison $\Delta$ .....		6,90
Longueur à la flottaison	$L$ .....	7,06
Largeur extérieure de la carène au fort situé à 0 <sup>m</sup> 40 au au dessus de la flottaison	$l$ .....	2,22
Largeur extérieure maxima à la flottaison	$l'$ .....	2,20
Tirants d'eau	à la perpendiculaire <i>R</i> .....	1,60
	à la perpendiculaire <i>A'</i> .....	1,60
	à la perpendiculaire M	$p$ ..... 1,60
	Différence	$\Delta$ ..... 0,00
Equidistance des sections verticales ou couples $\lambda = \frac{\Delta}{16} =$		0,43125
Equidistance des sections horizontales ou lignes d'eau	$h = \frac{p}{8} =$	0,20

**TABL**

Relevé des ordonnées des lignes d'eau. (On a eu soin, avant d'effectuer les lignes d'eau).

Calculs des demi-aires des lignes d'eau et des demi-aires des couples.

Calcul, pour la carène fictive limitée à la flottaison en charge ( $\lambda = 1, h = 1$ ) la carène et des abscisses et des ordonnées du centre de carène.

Numéros des couples	Numéros des lignes d'eau						
	1/2 8	7	6	5	4	3	
A	8.....	1/4 0,020	1/2 0,000	»	»	»	»
	7.....	1/2 0,145	0,100	1/2 0,035	1/2 0,000	»	»
	6.....	1/2 0,254	0,336	0,200	0,096	1/2 0,035	1/2 0,000
	5.....	1/2 0,344	0,534	0,370	0,216	0,122	0,071
	4.....	1/2 0,415	0,710	0,540	0,348	0,210	0,121
	3.....	1/2 0,470	0,850	0,680	0,470	0,282	0,160
	2.....	1/2 0,510	0,952	0,796	0,572	0,344	0,200
	1.....	1/2 0,535	1,012	0,864	0,628	0,382	0,234
B	0.....	1/2 0,548	1,042	0,900	0,644	0,400	0,240
	1.....	1/2 0,550	1,050	0,902	0,630	0,396	0,238
	2.....	1/2 0,545	1,034	0,868	0,588	0,365	0,200
	3.....	1/2 0,533	0,990	0,780	0,500	0,302	0,150
	4.....	1/2 0,513	0,908	0,648	0,382	0,218	0,100
	5.....	1/2 0,480	0,765	0,475	0,250	0,126	0,070
	6.....	1/2 0,421	0,544	0,272	0,112	1/2 0,045	1/2 0,010
	7.....	1/2 0,305	0,180	1/2 0,044	1/3 0,005	»	»
8.....	1/4 0,008	1/2 0,016	»	»	»	»	
1/2 aires des lignes d'eau	1/2 $\Sigma 1$ 6,593	$\Sigma 7$ 11,023	$\Sigma 6$ 8,380	$\Sigma 5$ 5,441	$\Sigma 4$ 3,227	$\Sigma 3$ 1,837	
Facteurs	8	7	6	5	4	3	
1/2 moments des lignes d'eau par rap- port à la ligne 0	1/2 52,768	77,210	50,280	27,205	12,908	5,511	

## AN II

levé des ordonnées, de corriger convenablement les aboutissements des

$1/2$  moment de la carène par rapport à la ligne d'eau 0, du  $1/2$  volume de

2	1	$1/2$ 0	Demi-aires des couples à la flottaison en charge	Facteurs	Produits
»	»	»	$1/2$ 0,020	8	0,160
»	»	»	0,280	7	1,960
»	»	»	0,926	6	5,556
$1/2$ 0,025	»	»	1,683	5	8,415
0,088	$1/2$ 0,030	»	2,463	4	9,852
0,120	0,080	»	3,124	3	9,372
0,142	0,100	»	3,618	2	7,236
0,158	0,120	$1/4$ 0,025	3,954	1	3,954
0,164	0,126	$1/2$ 0,052	4,118	0	$M' = 46,505$
0,158	0,118	$1/2$ 0,051	4,093	1	4,093
0,138	0,100	$1/2$ 0,044	3,888	2	7,776
0,100	0,070	$1/2$ 0,034	3,467	3	10,401
0,060	0,050	$1/2$ 0,024	2,911	4	11,644
0,040	$1/2$ 0,030	$1/4$ 0,008	2,244	5	11,220
$1/2$ 0,007	»	»	1,419	6	8,514
»	»	»	0,534	7	3,738
»	»	»	$1/2$ 0,024	8	0,192
$\Sigma$ 2 1,200	$\Sigma$ 1 0,824	$1/2 \Sigma$ 0 0,238	$V_1$ 38,766		$M_1'' =$ 57,578
2	1	0		Abcisse du centre de carène par rapport à la p. <sup>re</sup> milieu.	$M_2 = M_1' - M_1'' =$ - 11,073 $\xi = \frac{M_1}{V_1} = 0,286$
2,400	0,824	0,000	229,106	Ordonnée du centre de carène par rapport à la ligne d'eau zéro.	$m_1 = 229,106$ $\zeta = \frac{m_1}{V_1} = 5,910$



**TABEAU IV**

*Ensemble des résultats des calculs relatifs à la carène réelle limitée à la flottaison en charge ( $\lambda = 0.43125, h = 0,200$ )*

Numéros des lignes d'eau	Surface des lignes d'eau	Aires des couples pour la flottaison en charge (Ligne d'eau 8)		Résultats des calculs de déplacement et de stabilité		
		N° des couples	Couples <i>A</i>	Couples <i>R</i>		
8	$\Sigma 8 \times 2\lambda = 11,378$	8	0	0	$V = V_1 \times 2\lambda h = 0,687$	
7	$\Sigma 7 \times 2\lambda = 9,507$	7	0,112	0,214	$V \times 1,026 (1) = 6,860$	
6	$\Sigma 6 \times 2\lambda = 7,228$	6	0,370	0,568	Déplacement par c/m d'immersion à la surface de la flottaison $\dots\dots\dots \Sigma 8 \times 2\lambda h \frac{1,026}{100} = 0,117$	
5	$\Sigma 5 \times 2\lambda = 4,603$	5	0,673	0,898	Distance du centre de gravité de la flottaison en arrière du milieu $\dots\dots\dots T \times \lambda = 0,441$	
4	$\Sigma 4 \times 2\lambda = 2,783$	4	0,985	1,164	Distance du centre de carène à la ligne d'eau zéro $\dots\dots\dots \frac{m}{V_1} \times h = 1,180$	
3	$\Sigma 3 \times 2\lambda = 1,584$	3	1,250	1,387	Distance du centre de carène en arrière du milieu $\dots\dots\dots \frac{M}{V_1} \times \lambda = 0,123$	
2	$\Sigma 2 \times 2\lambda = 1,035$	2	1,447	1,555	Hauteur métacentrique latitudinale $\dots\dots\dots P = r_1 \times \frac{1}{h} = 0,520$	
1	$\Sigma 1 \times 2\lambda = 0,711$	1	1,582	1,637	Hauteur métacentrique longitudinale $\dots\dots\dots R = R_1 \times \frac{1}{h} = 4,610$	
0	$\Sigma 0 \times 2\lambda = 0,205$	0	1,647	1,647		

*Nota :* Pour obtenir les aires des couples de la carène réelle, on multiplie les 1, 2 aires des couples de la carène fictive par 2 *h*.

(1) 1,026 est la densité de l'eau de mer. Si le bateau devait naviguer en rivière, il n'y aurait pas à tenir compte de ce facteur.

**TABEAU V**

Tableau récapitulatif des poids et des positions des centres de gravité des pièces.  
 Détermination du moment nécessaire pour la fausse quille.  
 Détermination de la position du centre de gravité du bateau.

Désignation des pièces	Poids	Distance à la ligne d'eau zéro	Moments	Distance en avant du milieu	Moments
Bordé de carène (y compris les fargues).....	0.445 <sup>1</sup>	1.490	0.663	0.170	1.070
Membrure.....	0.122	1.490	0.182	0.170	0.071
Allonge de voute.....	0.055	1.800	0.099	3.780	0.208
Etambot.....	0.057	1.050	0.050	3.590	0.205
Quille en bois.....	0.200	0.630	0.126	1.000	0.200
Etrave.....	0.070	1.500	0.105	3.400	0.238
Courbes, taquets.....	0.050	0.950	0.057	0.150	0.009
Bordé de pont.....	0.300	2.280	0.684	0.000	0.000
Barrotage du pont.....	0.075	2.250	0.169	0.000	0.000
Entourage du cock-pit et du roof.....	0.060	2.300	0.138	1.300	0.078
Bittes.....	0.015	1.900	0.029	3.400	0.051
Tube en plomb de jaumière.....	0.008	1.750	0.014	3.700	0.030
Ferremets divers.....	0.080	1.500	0.120	0.000	0.000
Mature et voilure.....	0.180	6.100	1.098	0.100	0.018
Ancre et chaîne.....	0.100	2.000	0.200	3.400	0.340
Poids de la coque en bois, non compris l'armement et divers..	$b = 1.857$		$m = 3.744$		$M_1 = 0.180$
Moments -- -- --					
Position du centre de gravité de la coque.....	$\frac{m_1}{b} = 2.049$			$\frac{M_1}{b} = 0.099$	$\rightarrow 0.099$

TABLEAU V (Suite)

Désignation des pièces	Poids	Distance à la ligne d'eau zéro	Moments	Distance en avant du milieu	Moments
Poids et moments de l'armement, des objets divers et de l'imprévu, dont nous supposons le centre d'application au centre de gravité de la coque.....	$q = 0.418$	$q \times \frac{m_1}{b} =$	$\frac{M_1}{b} =$		$q \times \frac{M_1}{b} =$
Poids et moment totaux de la coque y compris l'armement et divers.....	$b + q = 2.245$	$m =$	$0.856$		$-0.0414$
Déplacement total, abscisse du centre de carène, moment du déplacement par rapport au couple milieu.....	$P = 0.860$	$4.000$			$M =$ $-0.2314$ $d =$
Poids et moment de la fausse quille correspondant à la flottaison prévue.....	$x = P - (b + q) =$ $4.615$			$-0.123$	$-0.8438$ $y = d - M =$ algébriquement $-0.6224$
<p>Connaissant la valeur de <math>x</math> et de <math>y</math> on déterminera par tâtonnement en se reportant au plan et en s'aidant d'une courbe des aires des sections transversales de la fausse quille une répartition du volume disponible, entre la partie bois et la partie métal de façon à obtenir le poids <math>x</math> et le moment <math>y</math> par rapport au couple milieu.</p> <p>Ceci fait, on constate qu'il en résulte pour la position en hauteur du centre de gravité de la fausse quille et pour le moment en hauteur les valeurs <math>h = 0.350</math>, <math>n = h [p - (b + q)] = 1.393</math>.</p>					
Moment total des poids par rapport à la ligne d'eau zéro. Distance du centre de gravité du bateau à cette ligne d'eau.....		$\frac{m + m_1}{P} =$	$m + n =$ $5.993$		
Distance entre le centre de carène et le centre de gravité.....					$a = 0.308$
Rayon métacentrique latitudinal.....					$r = 0.520$
— longitudinal.....					$R = 4.610$
Bras de levier de redressement.....					$r + a = 0.828$ $R + a = 4.818$

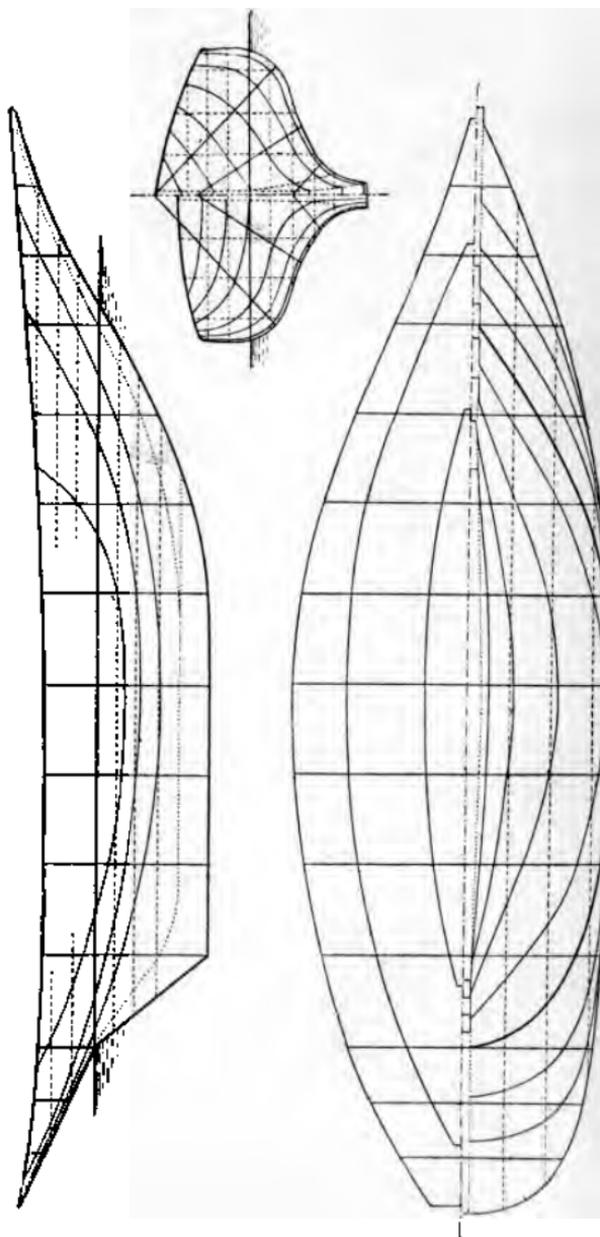


## KORRIGANE

Côté à dérive de trois tonneaux

*Plan des formes hors bordé*

Echelle au 1/80





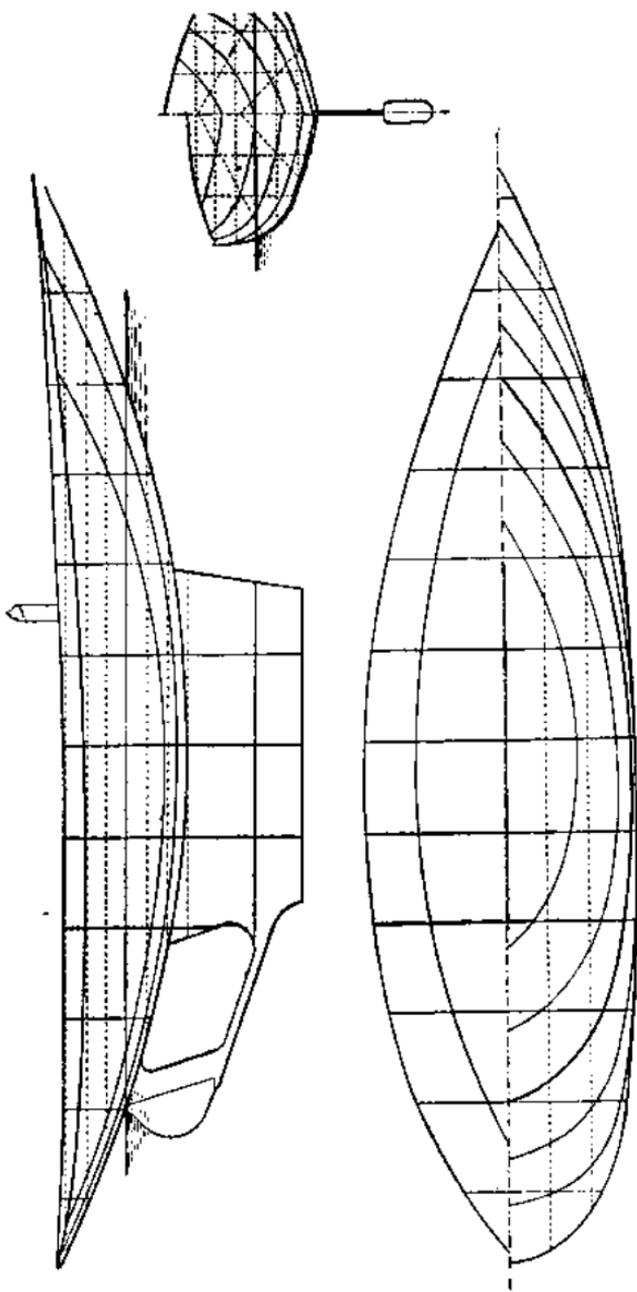
**PLAN VOIE XIII**

**EXCELSIOR**

Côté fin keel de trois tonneaux

*Plan de formes hors bordé*

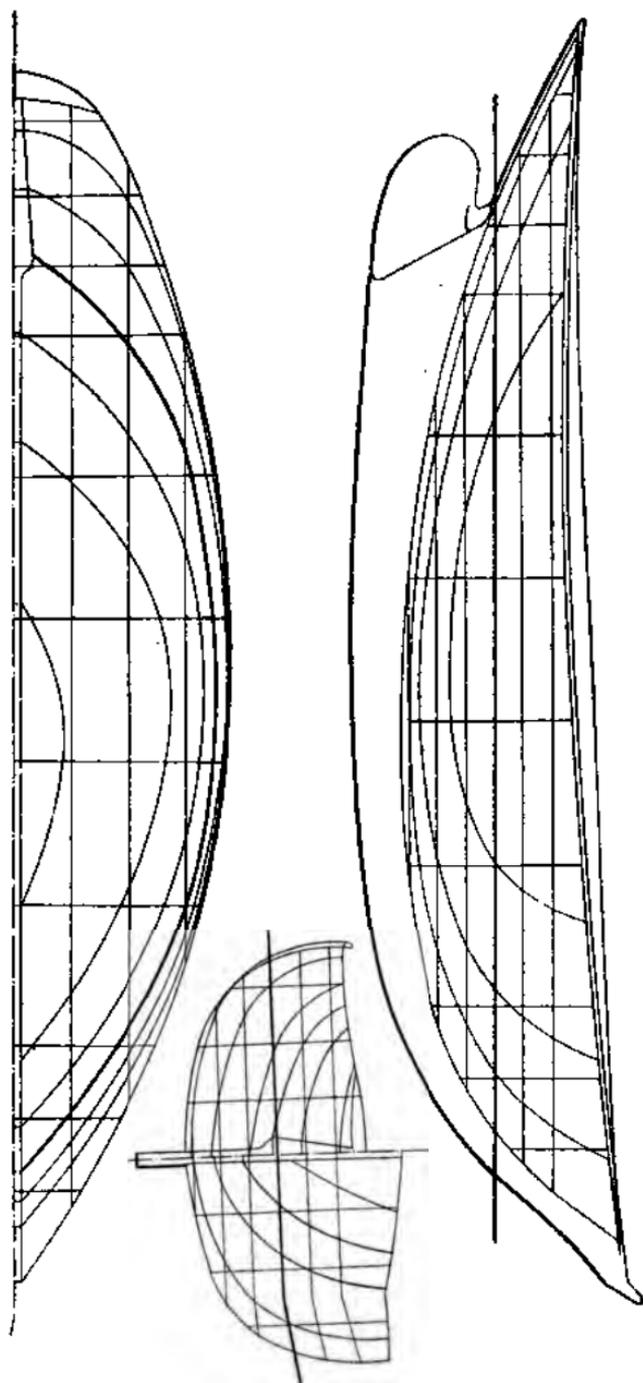
Echelle au 1/80



.....

*Plan des formes hors membres*

Echelle de 1/30



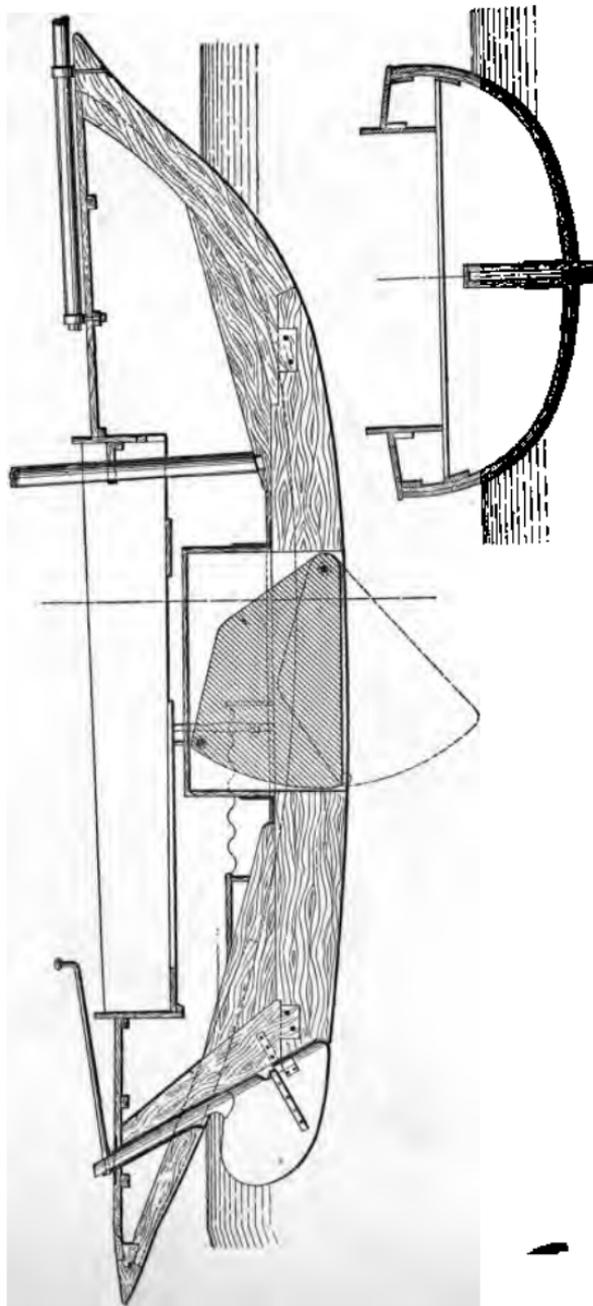
1

## PLANCHE XV

Morbihan, type de yacht minimum  
*Plan de construction et d'emménagements*  
(Plan type pour un très petit yacht demi-ponté).

Echelle de 1/30

Coupe longitudinale et coupe au maître



1

2

3

4

5

6

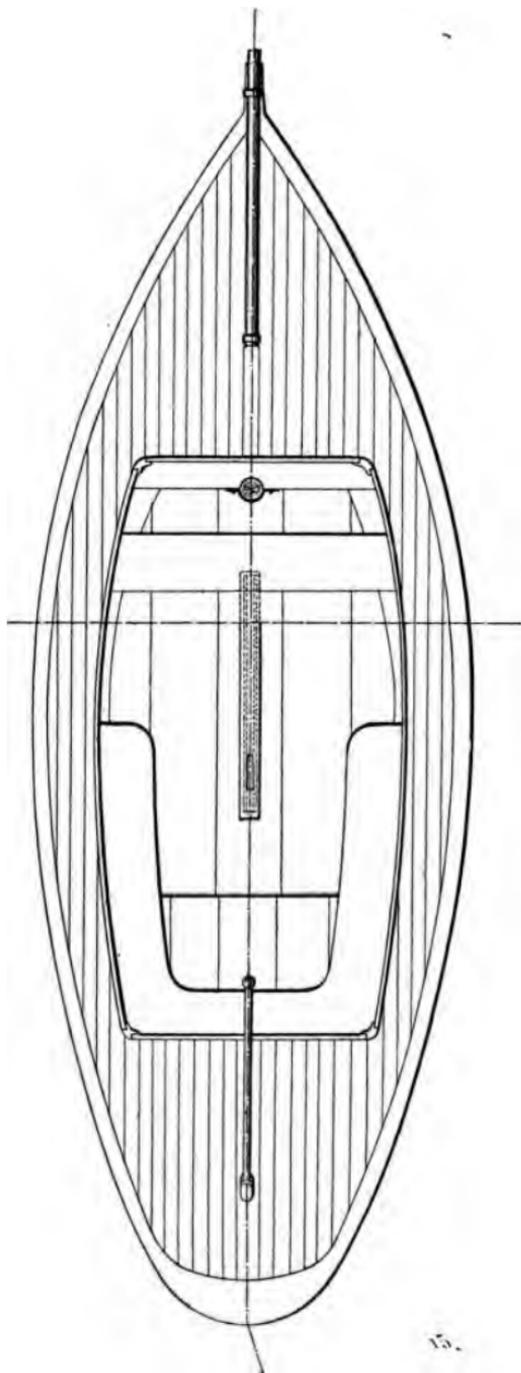
7

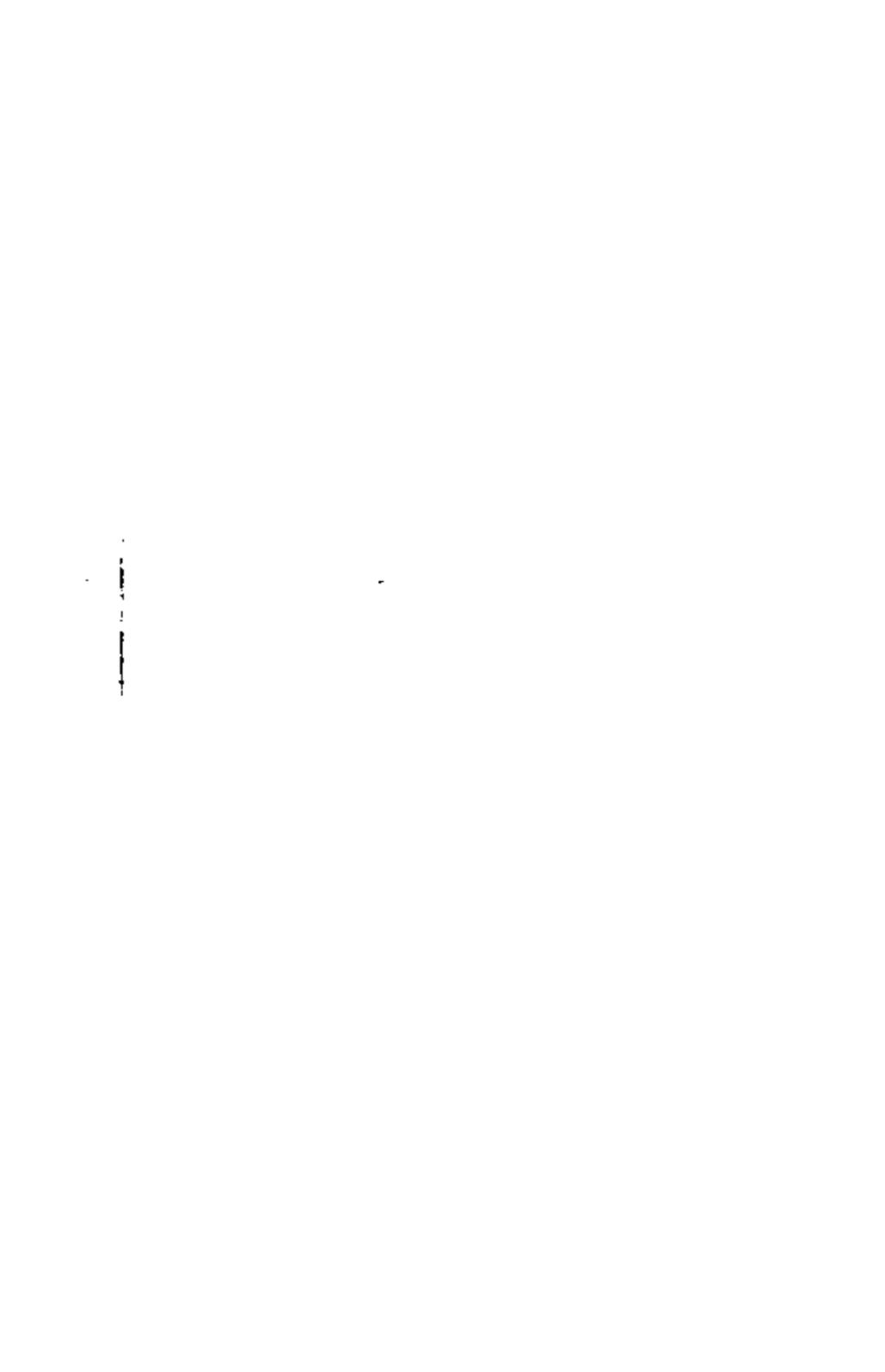
8

9

## PLANCHE XVI

Morbihan, type de yacht minimum  
*Plan de construction et d'emménagements*  
(Plan type pour un très petit yacht demi-ponté).  
Echelle de 1/30





# TABLE DES MATIÈRES

## YACHTS ET YACHTING

		Pages
Introduction ...	I .....	1
	II .....	9
<b>ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION DU YACHT</b>		
Chapitre I....	De la jauge.....	15
Chapitre II...	Première détermination des caractéristiques et des formes d'un Yacht. Leur appropriation à la formule de jauge de l'U. Y. F. et aux conditions générales de la vitesse...	23
Chapitre III...	Premier tracé du plan des formes..	35
Chapitre IV...	Calcul du déplacement.....	46
Chapitre V....	Théorie élémentaire de la stabilité des corps flottants. Calculs des rayons métacentriques.....	55
Chapitre VI...	Détermination du centre de carène.	65
Chapitre VII..	Mise au net du plan des formes....	71
Chapitre VIII..	Tracé du plan hors membre .....	81
Chapitre IX...	Tracé en vraie grandeur du vertical. Taille des pièces de charpente médiane .....	87
Chapitre X....	Taille des couples ou des faux couples. Détermination de l'équerrage.	94
Chapitre XI...	Montage des pièces de charpente médiane et des faux couples. Taille et application du bordé. Travail et mise en place des membres.	101
Chapitre XII..	Géométrie et construction du pont..	109
Chapitre XIII..	Rôle des arrières de yachts.....	116
Chapitre XIV..	Géométrie du tracé des arrières de yacht.....	123
Chapitre XV..	Construction des arrières de yacht.	131
Chapitre XVI..	Des emménagements. Constructions	

		Pages
	extérieures : roof, chambre de manœuvre, panneaux.....	143
Chapitre XVII.	Des emménagements intérieurs....	153
Chapitre XVIII.	Calcul des poids, détermination en volume et en position de la fausse quille métallique.....	160
Chapitre XIX.	Confection et fixation de la fausse quille en métal et en bois.....	167
Chapitre XX.	Confection et mise en place des divers accessoires de coque.....	174
Chapitre XXI.	Calfatage, peinture, doublage, mise à l'eau.....	185
Chapitre XXII.	Particularités spéciales aux divers types de yachts.....	195
Table des termes techniques employés dans le courant de ce volume.....		209
<b>APPENDICE</b>		
		Echelle des planches
Planche I.....	Plan des formes hors membrure, projection longitudinale et projection horizontale.....	1/70
Planche II.....	Plan des formes hors membrure, projection verticale.....	1/30
Planche III.....	Exécution et assemblage des principales pièces de charpente....	1/70
Planche IV.....	Plan d'emménagement et de construction.....	1/70
Planche V.....	Projection longitudinale et projection horizontale.....	1/70
Planche VI.....	Plan d'emménagement et de construction. Plan du pont. Instructions diverses.....	1/70
Planche VII.....	Coupe dans le travers d'une vitre du roof.....	1/3
Planche VIII.....	Plan de construction et d'emménagement. Coupe dans le salon. Coupe par le travers du mât..	1/30
Planche VIII.....	Plan de construction et d'emménagement. Coupe dans la région du cock pit. Coupe suivant la face <b>R</b> du salon.....	1/30

Hermès, côte à quille fixe de trois tonneaux.

TABLE DES MATIÈRES

		Echelle des
Planche IX....	Hermès, côté de 3 tonneaux à quille fixe.	1/
Planche X....		1/
Planche XI....		1/
Tableau I....	Calculs de déplacement et de stabilité du yacht de 3 tonneaux Hermès.	
Tableau II....		
Tableau III....		
Tableau IV....		
Tableau V....		
		Dimensions principales.....
		Relevé des ordonnées des lignes d'eau. Calcul des demi-aires des lignes d'eau et des demi-aires des couples. Calcul pour la carène fictive limitée à la flottaison en charge du 1/2 moment de la carène par rapport à la ligne d'eau O, du 1/2 volume de la carène, et des abscisses et des ordonnées du centre de carène.....
		Calcul de l'abscisse du centre de gravité de la flottaison par rapport à la perpendiculaire milieu. Calcul des hauteurs métacentriques latitudinale et longitudinale.....
		Ensemble des résultats des calculs relatifs à la carène réelle limitée à la flottaison en charge.....
		Tableau récapitulatif des poids et des positions des centres de gravité des pièces. Détermination du moment nécessaire pour la fausse quille. Détermination de la position du centre de gravité du bateau.....

		Echelle des planches
Planche XII...	Korrigane, côte à dérive de trois tonneaux, plan des formes hors bordé.....	1/80
Planche XIII..	Excelsior, côte fin keel de trois tonneaux, plan des formes hors bordé.....	1/80
Planche XIV..	Morbihan, type de yacht minimum. Plan des formes hors membre...	1/30
Planche XV et planche XVI.	Morbihan, type de yacht minimum. Plan de construction et d'emménagements (plan type pour un très petit yacht demi-ponté).....	1/30

ab  
ra

Pl

Pl

Pl

P

P

F

E

