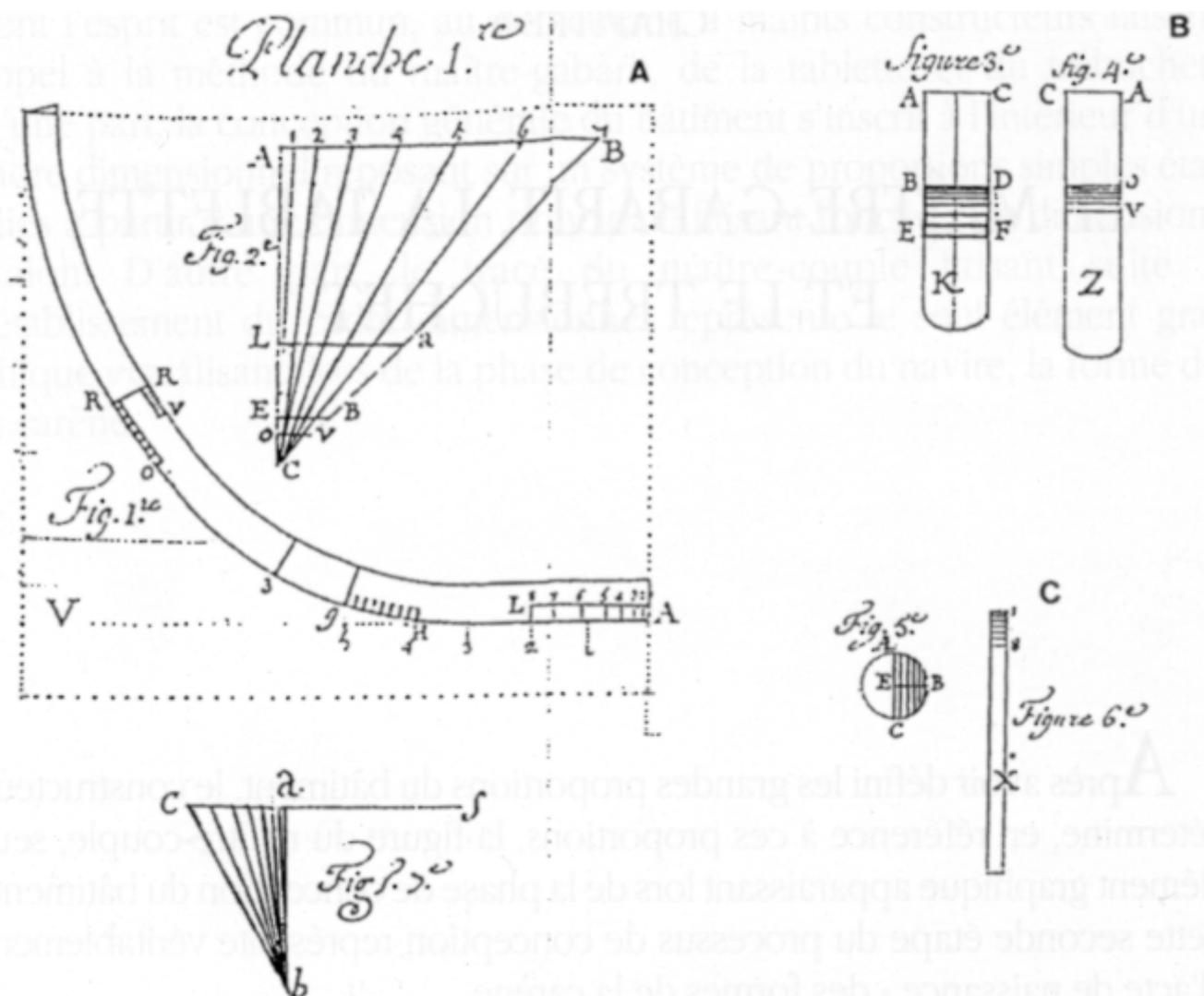


Quelques éléments permettant de comprendre la construction d'un navire sans l'aide d'un plan : utilisation du maître-gabarit, de la tablette et du trébuchet.



Maître-gabarit, tablettes et trébuchet selon *La Madeleine*, "Tablettes de Marie", 1712 (Paris, bibliothèque de la Marine)

Les proportions à donner au navire sont connues comme, par exemple, par le plan longitudinal donné par Fournier¹ et son tableau des proportions. Ils élevaient tout d'abord dans le plan vertical l'étrave et l'étambot sur la quille.

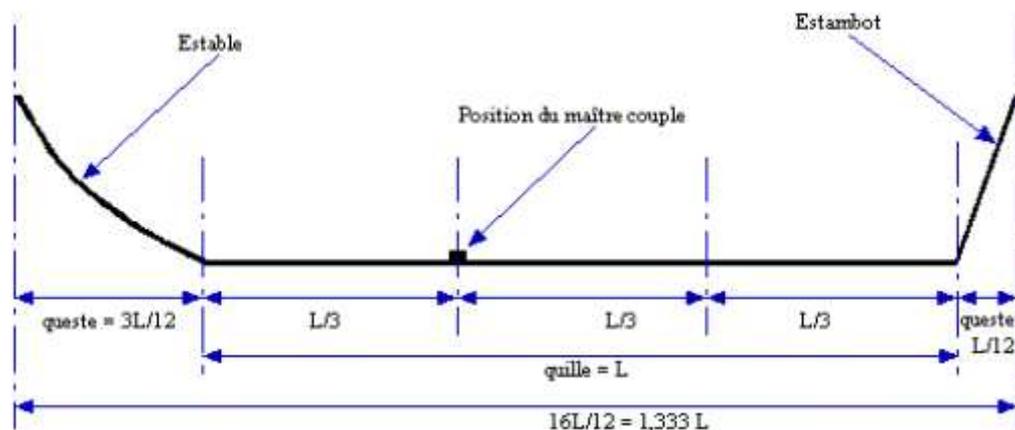


Tableau des proportions

A l'époque de Fournier, très rares sont les navires de plus de 500 tonneaux. Un recensement de 1664 nous dit même que sur un total de 2.400 navires français de plus de 10 tonneaux, seulement 19 dépassent les 300 tonneaux, la moyenne étant de 55 tonneaux. le vaisseau la "Couronne", mis en chantier en 1629 et lancé en 1638 qui faisait 1.800 tonneaux ainsi que le "Royal Louis" ne doivent pas faire illusion, il s'agissait de navires d'exception. Ce ne fut qu'à partir de 1660 que le tonnage moyen de nos navires augmenta sensiblement.

Dans le tableau ci-dessous, la jauge est exprimée en tonneaux de poids de 2.000 livres (979 Kg) et indique le poids maximum que peut transporter le navire (port en lourd). Les mesures de longueur sont indiquées en pieds et dixièmes et centièmes de pieds.

Tonneaux (tonnes)	L = Quille en pieds (en mètres)	l = Maître bau en pieds (en mètres)	C = Creux en pieds (en mètres)	Rapport L/l	Rapport l/C	Prix en livres
50 (49)	42,00 (13,64)	15,00 (4,87)	6,00 (1,95)	2,8	2,5	
100 (98)	52,25 (16,97)	18,66 (6,06)	7,50 (2,44)	2,8	2,5	9.000
200 (196)	66,00 (21,44)	24,00 (7,80)	9,50 (3,09)	2,7	2,5	23.000
300 (294)	76,00 (24,69)	27,33 (8,88)	10,50 (3,41)	2,8	2,6	28.000
400 (392)	84,00 (27,29)	30,00 (9,75)	12,00 (3,90)	2,8	2,5	40.000
500 (490)	92,00 (29,89)	33,00 (10,72)	13,00 (4,22)	2,8	2,5	50.500
600 (587)	98,00 (31,83)	35,00 (11,37)	14,25 (4,63)	2,8	2,5	
700 (685)	102,00 (33,13)	36,25 (11,78)	14,50 (4,71)	2,8	2,5	
800 (783)	104,00 (33,78)	37,33 (12,13)	15,00 (4,87)	2,8	2,5	
900 (881)	107,50 (34,92)	38,50 (12,51)	15,25 (4,95)	2,8	2,5	
1.000 (979)	109,00 (35,40)	39,20 (12,73)	15,33 (4,98)	2,8	2,6	
1.100 (1.077)	110,00 (35,73)	40,00 (12,99)	15,50 (5,04)	2,8	2,6	
1.400 (1.370)	120,00 (38,98)	44,00 (14,29)	16,00 (5,20)	2,7	2,7	
1.600 (1.566)	132,00 (42,88)	48,00 (15,59)	16,00 (5,20)	2,8	3,0	

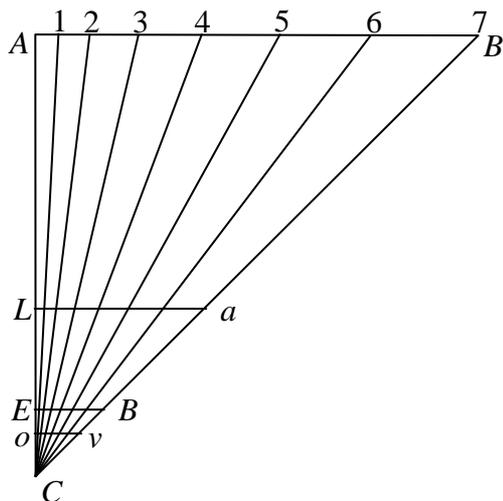
Pour les navires qui doivent être rapides, le rapport $\frac{L}{l} = \frac{\text{longueur de la quille}}{\text{longueur du maître bau}} \geq 6$ et ceux, plus lents et plus larges, $2,4 \leq \frac{L}{l} \leq 4$.

Sur les mers à marées, on a tendance à donner plus de plats aux varangues pour réduire les tirants d'eau et permettre de reposer sans risque sur le fond en cas d'échouement (se reporter à la partie concernant les caïques de nos côtes).



¹ Hydrographie contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation, Georges Fournier, Edition originale parue à Paris, Michel Soly, 1643

La construction du triangle rectangle, outil pour expliquer les instruments du maître charpentier :

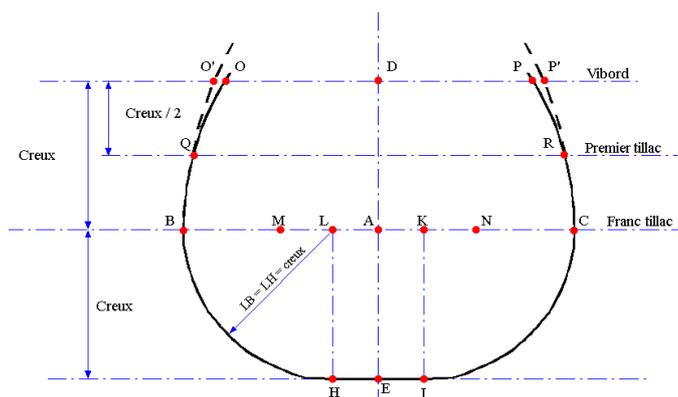


Le constructeur crée un triangle rectangle et isocèle en A et choisit une graduation augmentant en progression arithmétique de A vers B. En effet, à partir de l'espacement noté A1, l'espacement 12 est deux fois plus grand, 23 3 fois plus grand, etc ...

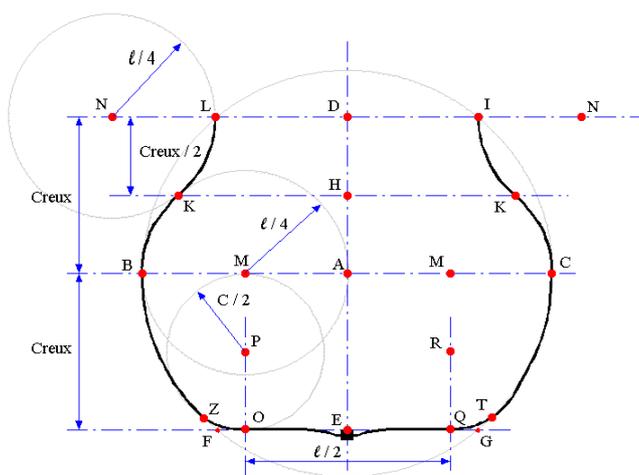
Il faut tout d'abord tracer le maître-couple

C'est à partir de ce maître couple que le charpentier constructeur va en déduire les dimensions et les formes des couples secondaires. Fournier, dans son *Hydrographie contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation*, en 1643, énonce deux méthodes de construction, celle jusqu'au XVIème siècle puis une "nouvelle" méthode.

ancienne méthode



nouvelle méthode



Si l'on veut tracer le maître couple d'un navire de 300 tonneaux selon l'ancienne méthode comme cela a été fait dans la figure ci dessus, on procède comme suit:

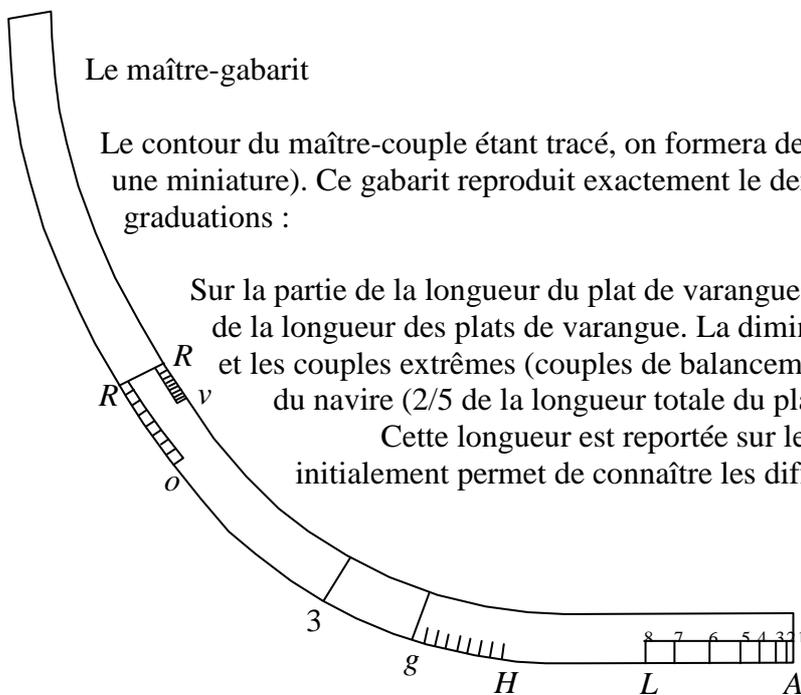
- Tracer la largeur $BC = 1 =$ longueur du maître bau = 27,33 pieds qui correspond à la largeur du franc tillac. (La poutre qui relie les deux côtés du navire au niveau du maître couple se nomme le maître bau. Il repose sur les genoux et soutient le pont principal ou franc tillac qui est toujours le pont le plus large par opposition au premier, second ou troisième tillac et au pont (ou tillac d'en haut, exposé aux intempéries) qui sont situés à des niveaux supérieurs et qui sont soutenus par leurs propres baux. Le maître bau indique donc la plus grande largeur du navire et c'est par rapport à lui que l'on proportionne tous les autres baux secondaires.)
- Tracer le creux $AE = AD = 10,5$ pieds. (creux : Le creux d'un navire doit s'entendre comme étant la distance entre le franc tillac et la carlingue. En Italie où le franc tillac est presque toujours au niveau le plus large du navire (à Marseille, depuis le début du XVIIe siècle, on a tendance à surélever le franc tillac pour augmenter la capacité des cales), on adopte un creux égal à la moitié du maître bau. En France, on utilise plutôt un rapport de 2 à 5 entre la longueur du maître bau et le creux, suivant l'importance que l'on veut donner aux plats des varangues. Généralement, la hauteur d'un navire est égale au double du creux. En Italie, un navire marchand est donc aussi haut que large.)
- Sur le segment BC, porter les points L et K tel que $BL = CK =$ le creux AE.
- Avec un compas, depuis les points L et K, tracer les arcs de cercles de rayon $LB = KC$. On obtient les points H et I dont l'espacement donne le plat de la varangue. Ici, le plat $HI = LK = 1 - 2 \times$ creux.
- Sur le segment BC, tracer les points M et N tel que $BM = MA = AN = NC = 1/4$.
- Avec un compas, à partir des points M et N, tracer les arcs de cercles de rayon MC et $NB = 3/4$. A l'intersection de ces arcs de cercles et de l'horizontale menée en D, on obtient les points O et P (vibord). Si l'on veut un pont un peu plus ouvert, on porte les points O' et P' avec un compas placé en B et C avec une ouverture égale à $BC = 1$ (largeur du maître bau).
- A mi hauteur le franc tillac et le vibord (environ 5 pieds), on place le premier tillac QR.

- Tracer la largeur $BC = 1$ au maître bau.
- Porter les points D et E tel que $AD = AE =$ creux = C
- A partir de A, tracer un cercle BLICGF de diamètre égal au maître bau l.
- Porter les points O et Q tel que $OE = 1/4$, ce qui donne un plat de varangue OQ égal à $1/2$.
- A partir de O et Q, lever deux perpendiculaires sur lesquelles on place les points P et R pris à une distance arbitraire de la ligne de quille, selon la forme que l'on veut donner aux genoux du couple. Dans la figure ci-dessus on a pris $OP = QR =$ creux / 2.
- Tracer une horizontale passant par H tel que $AH =$ creux / 2
- A partir des points M ($AM = 1/4$), on trace les arcs de cercles BK et CK.
- Porter les points N tel que $LN = IN = AM = 1/4$ et à partir de N, tracer les arcs de cercles KL et LI. La position des points N étant également prise arbitrairement, selon l'importance que l'on veut donner à l'ouverture du pont.

Ces constructions suivant l'ancienne méthode avaient le désavantage de produire des navires presque ronds et, par conséquent, très sensible au roulis. Cette forme créé également un plat de varangue assez court ce qui limite le volume de charge et augment e le tirant d'eau. Les ports à faible hauteur d'eau ne pouvait pas accueillir tous les navires.



détail du triomphe de la rivière à Rouen, 1550

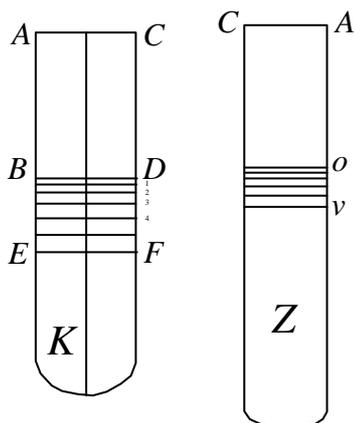


Le maître-gabarit

Le contour du maître-couple étant tracé, on formera dessus un gabarit de planche (ou de carton pour une miniature). Ce gabarit reproduit exactement le demi maître-couple et contient des séries de graduations :

Sur la partie de la longueur du plat de varangue, les valeurs AL servent à déterminer la réduction de la longueur des plats de varangue. La diminution entre le plat de varangue du maître-couple et les couples extrêmes (couples de balancement ou des façons) est connue par les proportions du navire (2/5 de la longueur totale du plat de la maîtresse-varangue selon *La Madeleine*). Cette longueur est reportée sur le triangle rectangle. Le faisceau de segments créé initialement permet de connaître les différentes valeurs à construire en AL sur le gabarit.

Les valeurs gH , régulières, servent à définir le contour du talon des varangues comme nous le verrons plus loin. Les graduations Ro et Rv également régulières servent à déterminer l'augmentation de la hauteur des allonges localisées respectivement en avant et en arrière du maître-couple jusqu'aux couples de balancement.



La tablette d'acculement, c'est-à-dire de la hauteur réalisée entre la face supérieure de la quille et la ligne du plat de la varangue.

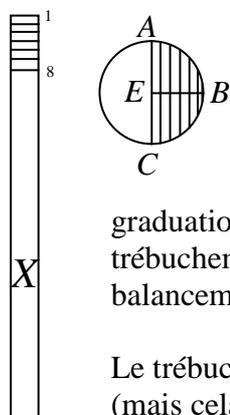
AB donne l'acculement de la maîtresse varangue ce qui est propre au constructeur.

La ligne EF correspond à l'acculement de la première varangue (couple de balancement arrière, valeur également donnée par les proportions à respecter pour le navire).

Les valeurs intermédiaires seront de nouveau données par le triangle isocèle. On reporte $[BE]$ sur le triangle pour en déduire les valeurs intermédiaires à respecter.

Il faut faire de même avec les varangues de l'avant mais avec une amplitude moindre.

Le trébuchet



La différence entre l'ouverture du maître-couple et celle du couple de balancement avant est connue par les proportions du navire.

Pour connaître les variations d'ouverture intermédiaires, le constructeur utilise un autre artifice que le triangle. Il construit un cercle de rayon cette différence d'ouverture. Les deux arcs AB et BC sont subdivisés en parties de longueurs égales.

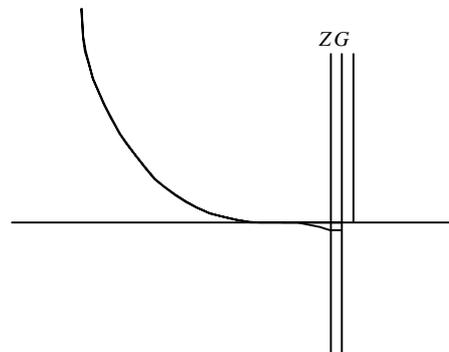
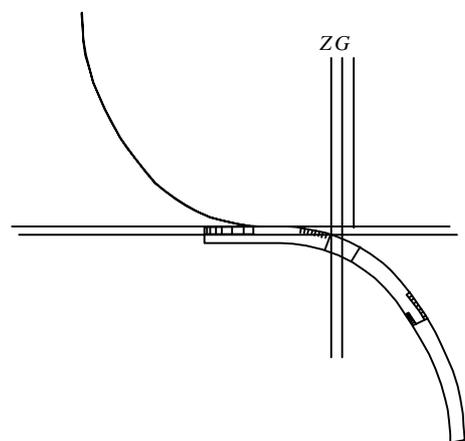
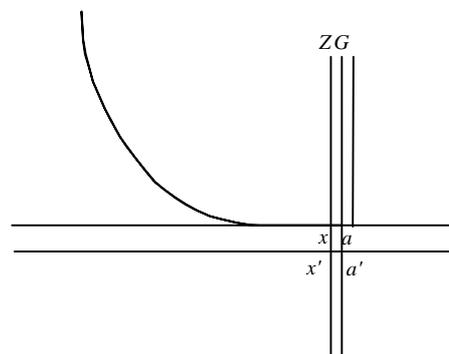
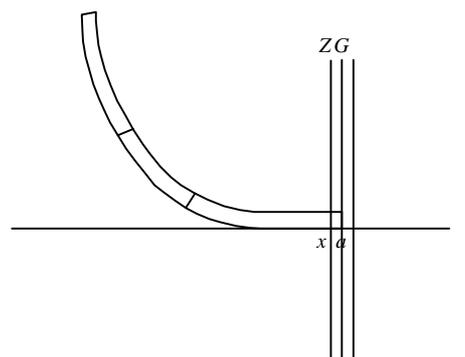
Les segments rejoignant les deux subdivisions repèrent sur EB les différentes graduations à reporter sur le trébuchet. Chacun de ces trébuchements correspondra au trébuchement d'un des couples (de la plus faible au maître couple à la plus forte pour le couple de balancement avant ou couple de lof).

Le trébuchement est, selon *La Madeleine*, identique entre l'avant du maître couple et l'arrière (mais cela peut dépendre des proportions à donner au navire).

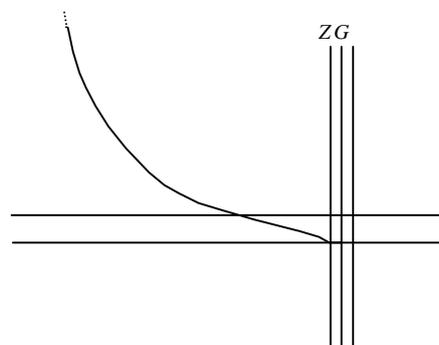
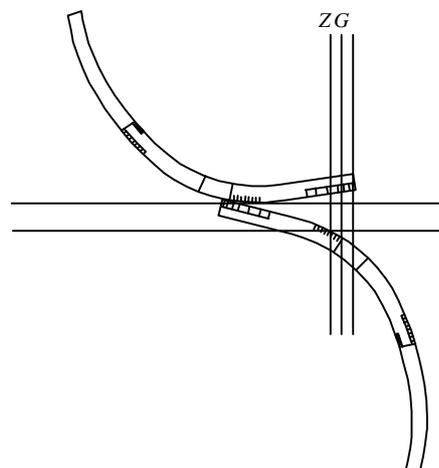
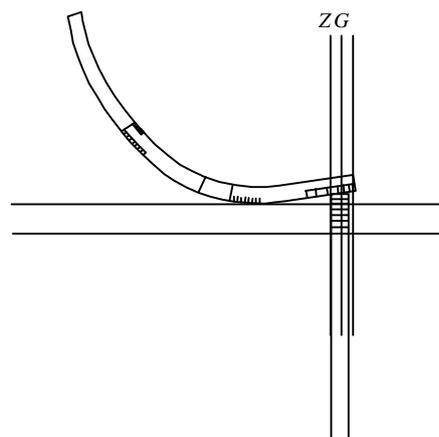
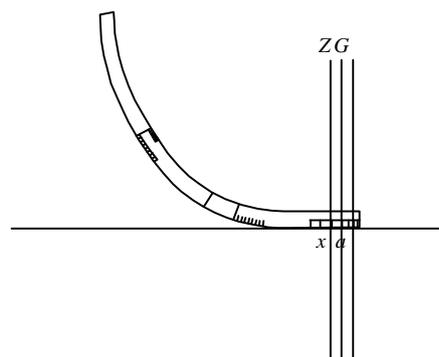
Dans la réalité, il y a souvent approximation. En relation avec la progression des valeurs observées sur le grand arc de cercle, il n'y a que très peu de variation de trébuchement entre les 4 premiers couples. Tout le trébuchement se répartit entre le 4^{ème} couple et le maître-couple.

Pratique du maître-gabarit, de la tablette et du trébuchet.

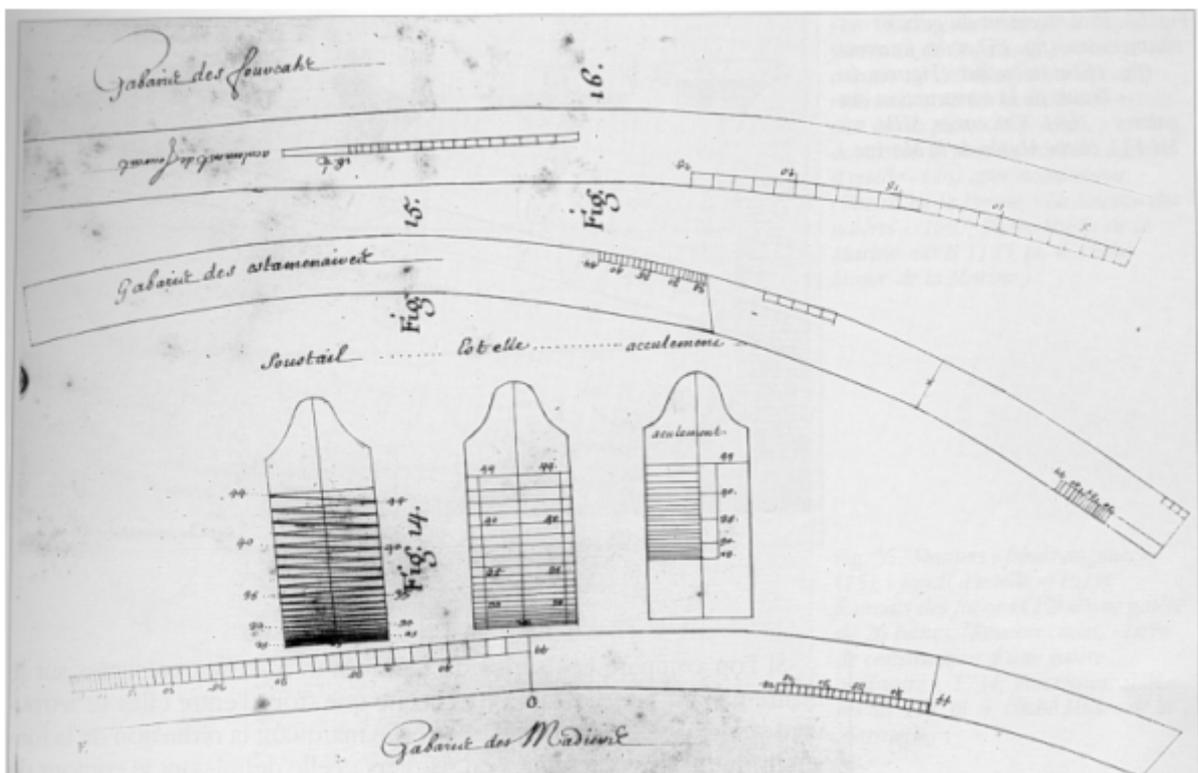
Pour le maître couple



Pour un autre couple (le 4^{ème} par exemple)

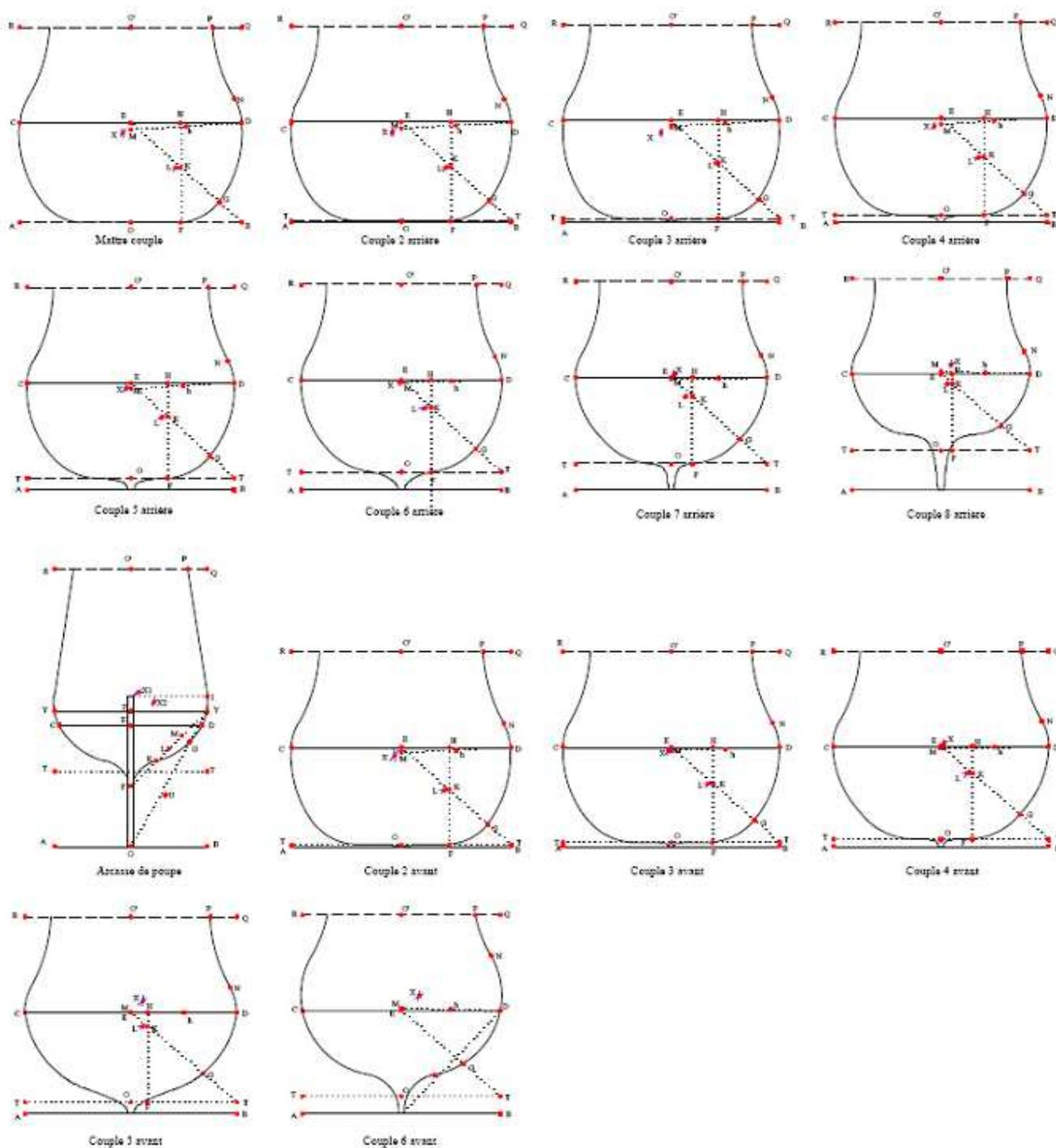


- 1) Construction des lignes de base et installation du maître gabarit sur le plat de varangue de façon à ce que l'extrémité commence sur l'axe de symétrie du navire.
- 2) Utilisation du trébuchet (pas sur le maître-couple) pour relever cette marque de la graduation associée sur le trébuchet.
On marque l'acculement sous le plat de varangue.
- 3) Le constructeur prend le maître-gabarit, le renverse, marque la graduation gH associée au bord supérieur gauche ici de la quille. Il trace alors le couple en ayant ajusté le gabarit tangentielllement à la partie supérieure.
- 4) Le constructeur peut alors tracer le contour inférieur du couple.
Il reste à pratiquer une dernière opération, celle de l'augmentation de la hauteur de l'allonge pour les autres couples que le maître-couple. Le constructeur prend sur le maître gabarit l'augmentation correspondant à la 4^{ème} marque de la graduation Ro et la reporte sur le sommet du couple.

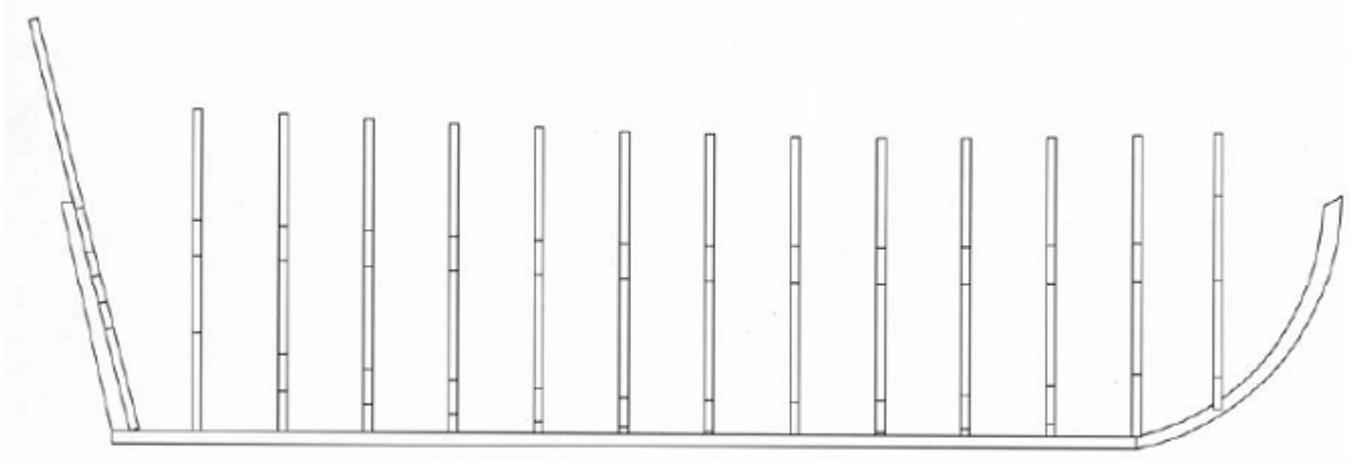


gabarit des madriers, des estamentaires et des fourcats d'une galère de 26 bancs.
Chaque gabarit porte les marques servant à réaliser la modification de la figure du maître-couple.
Figures du *Traité de la construction des galères*, vincennes, cliché Musée de la Marine.

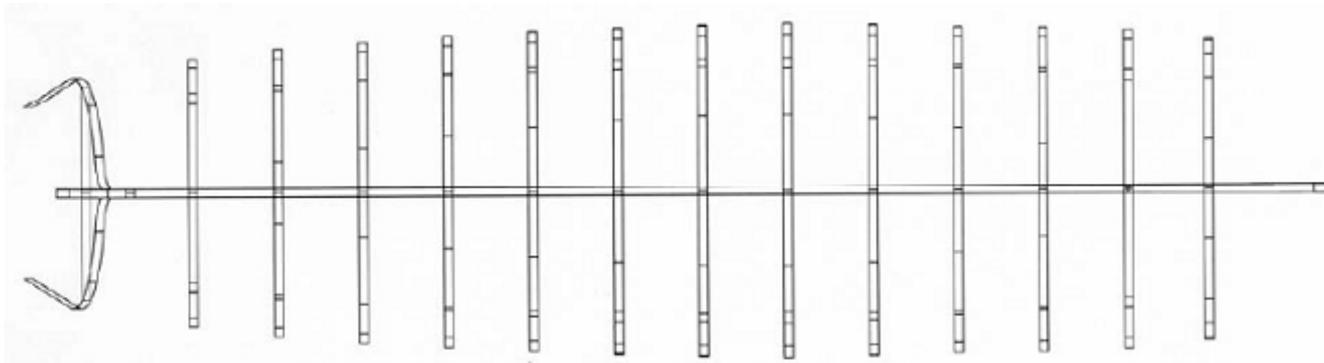
Tracé et étude d'un vaisseau de 115' de quille
 (d'après *L'architecture navale* du Sr Dassié -1677-)



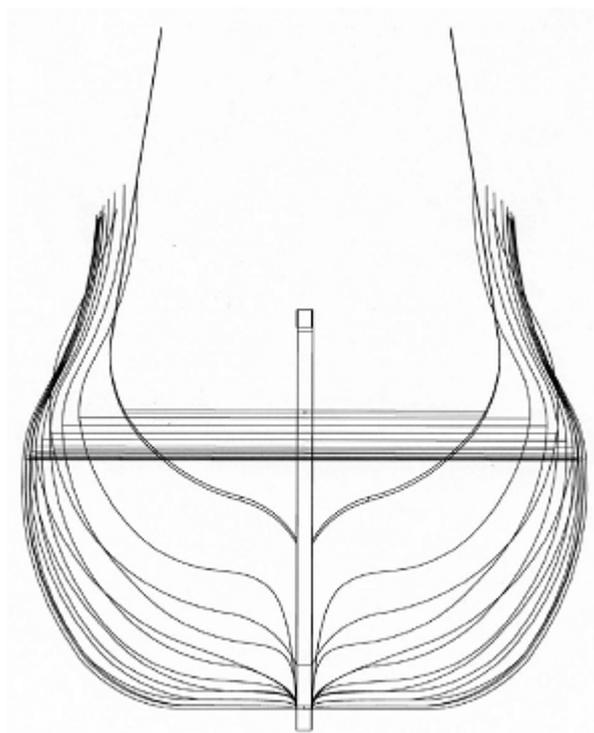
Vue de profil



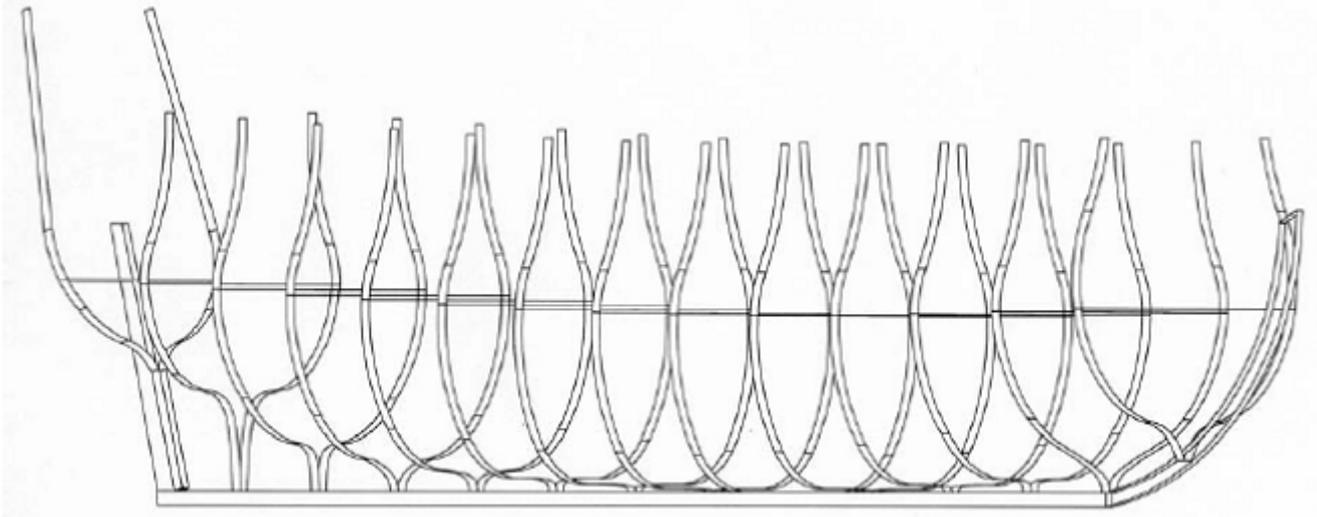
Vue de dessus



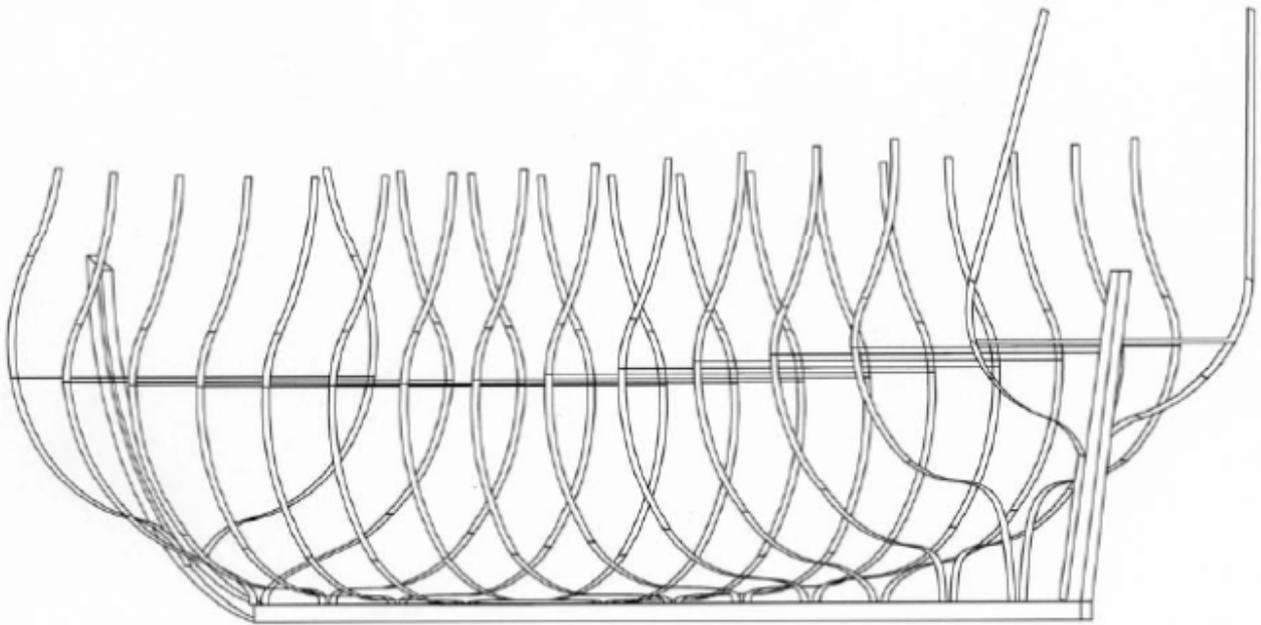
Vue de l'avant



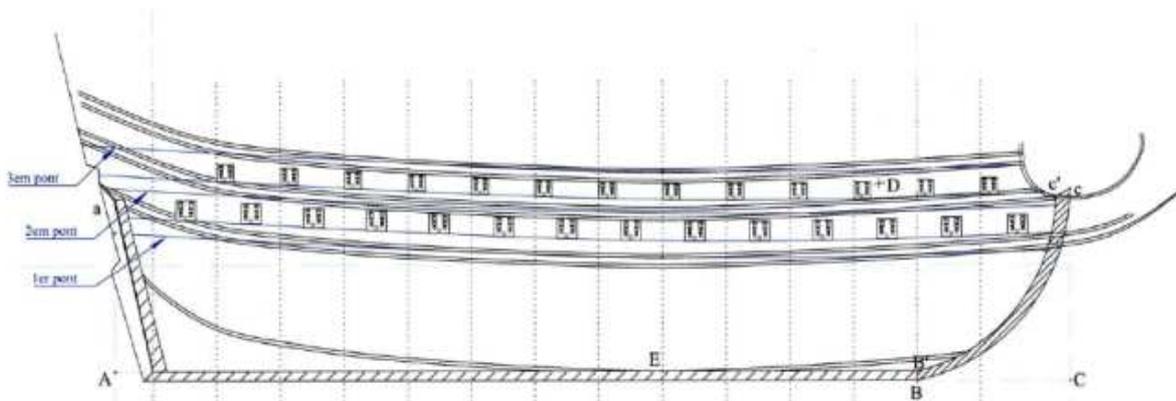
Vue 3/4 avant tribord



Vue 3/4 arrière bâbord



Navire



Une autre méthode de conception repose sur le maître-couple, les couples de balancement et les lisses. C'est P. Bouguer qui évoque cette méthode de construction. Il faut placer aux bons endroits sur la quille, (noter la non symétrie entre l'avant et l'arrière sur la figure ci-dessous) le maître couple, les deux couples de balancement

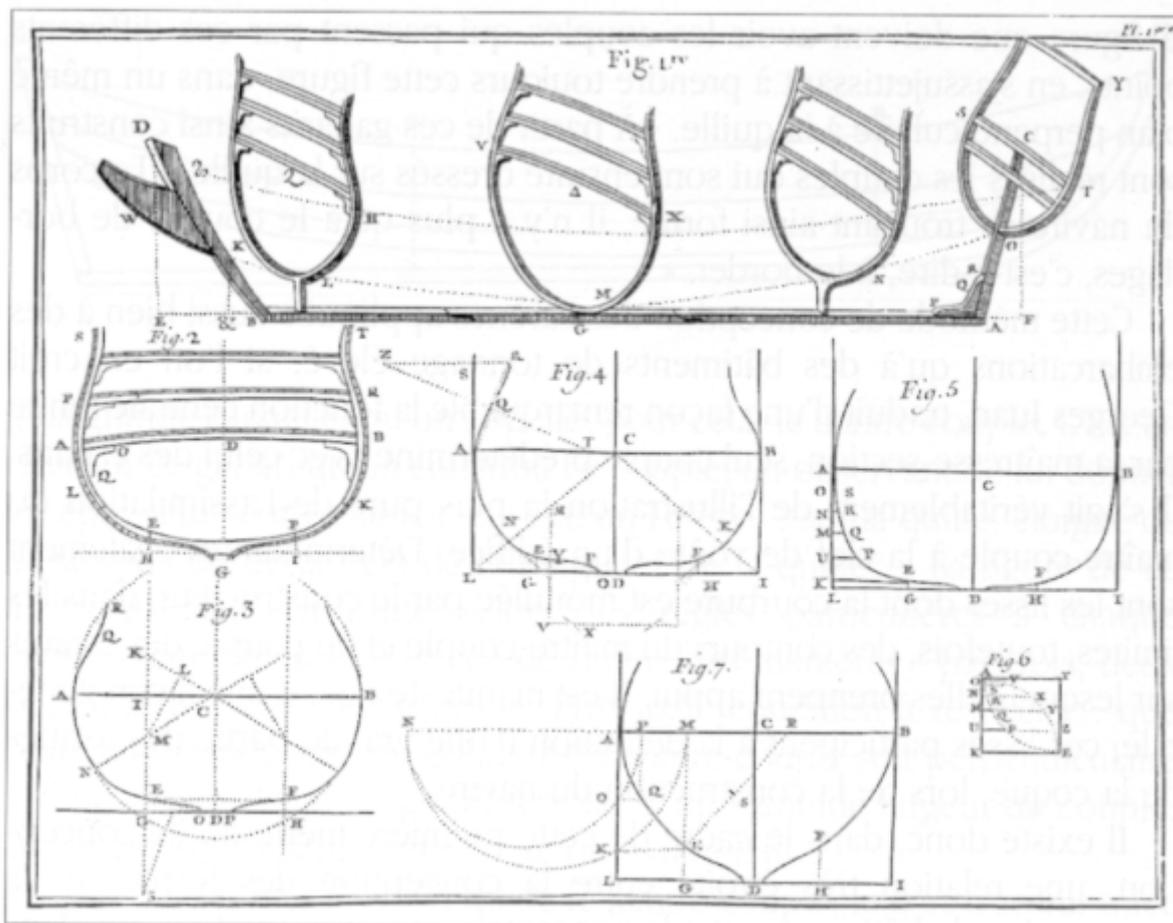


Figure du traité de P. Bouguer, *Traité du navire, de sa construction et de ses mouvements*, Paris, 1746

"On ne fait plus ensuite que tendre de longues tringles ou règles de bois flexibles d'une couple à l'autre, et on apprend par les contours qu'elles prennent les dimensions ou les diverses longueurs qu'il faut donner aux couples intermédiaires".

On pouvait en tendant plus ou moins ces lisses donner plus ou moins de convexité au navire.

Les deux quarts de cercles permettent de construire les rétrécissements des couples concernés.

sources :

- *Le maître-gabarit, la tablette et le trébuchet, essai sur la conception non-graphique des carènes du Moyen-Age au XX^e siècle*, Eric Rieth, Editions du cths, 1996.

- reproduction des ouvrages de Georges Fournier, *l'Hydrographie*, 1643 et *L'architecture navale* du Sr Dassié, 1677, disponibles sur <http://perso.wanadoo.fr/vieillemarine/index.htm>