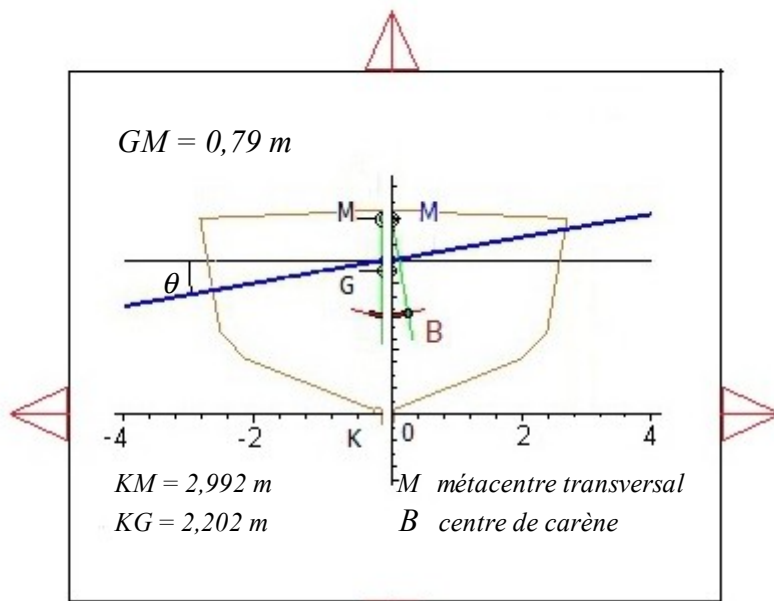


EQUILIBRE DU NAVIRE

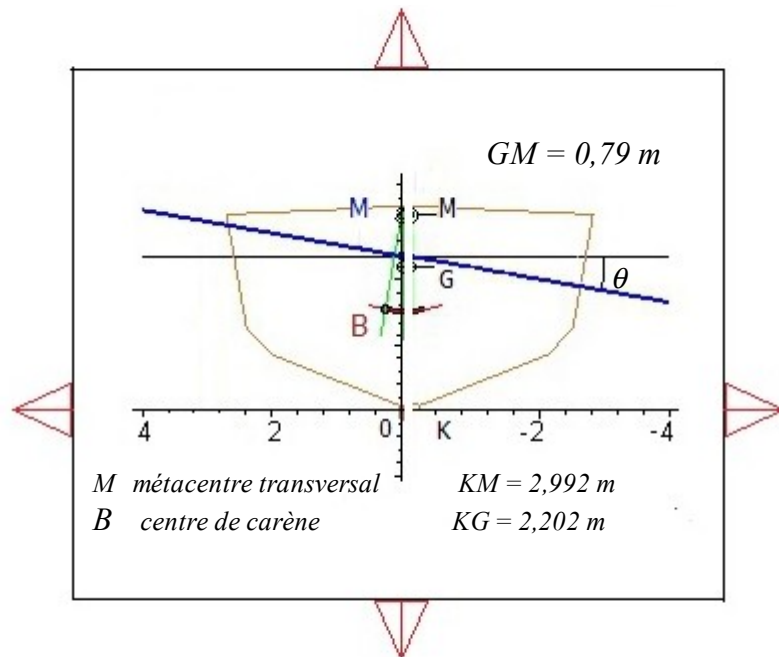
Cette maquette d'ornement et d'initiation, à imprimer au format A4, représente les éléments caractéristiques de la géométrie du flotteur aux petites inclinaisons.

Sa construction nécessite :

- un grand bâton de colle et un petit bidon de colle forte vinylique
- un paquet de feuilles bristol au format A4 blanc uni et une chemise cartonnée de couleur rouge
- une bonne paire de ciseaux, un cutter et une équerre
- un chiffon propre pour le lissage des pièces et un rouleau de papier ménager
- un sous-main de découpage et des feuilles de magazines pour l'encollage

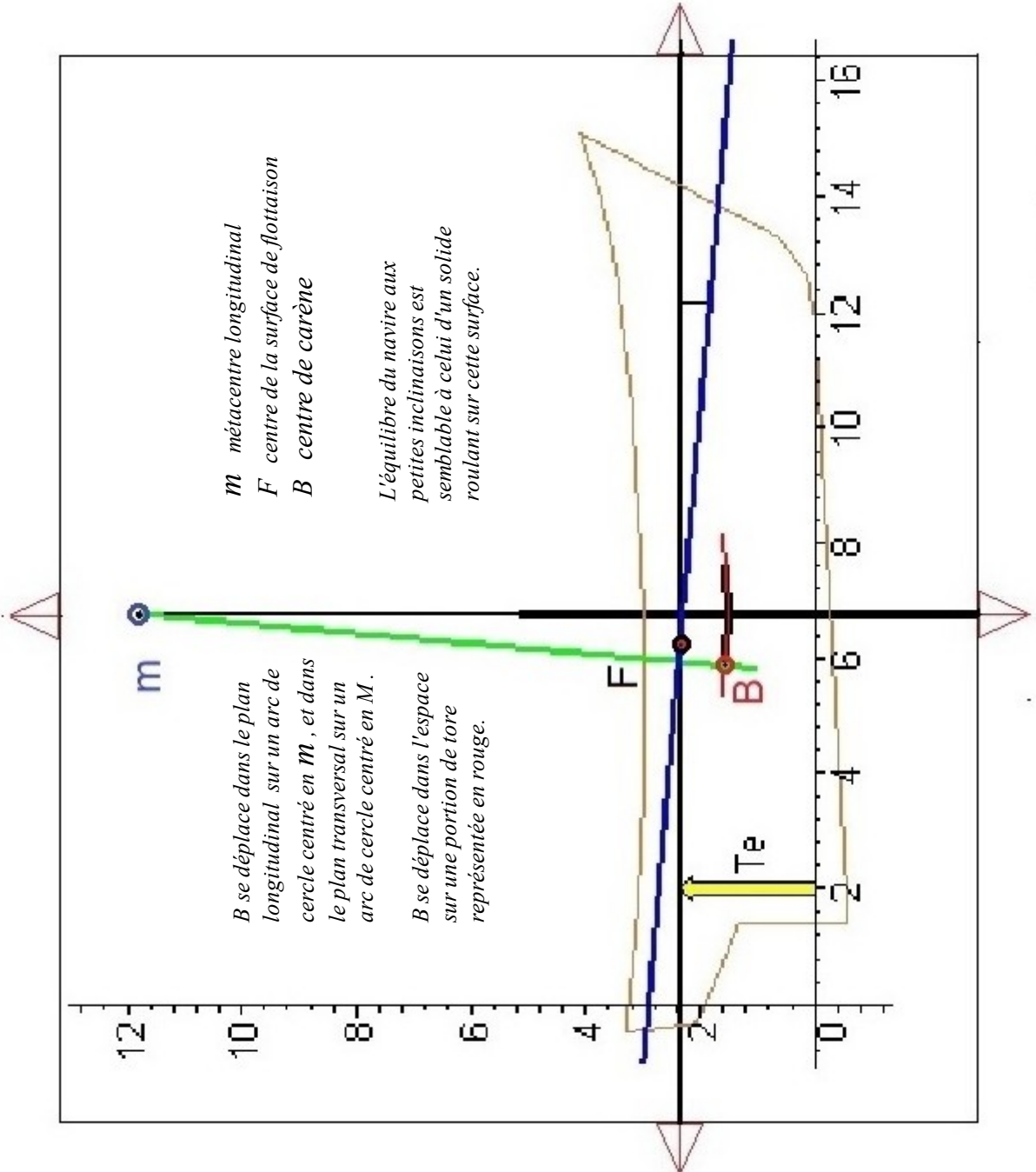


A

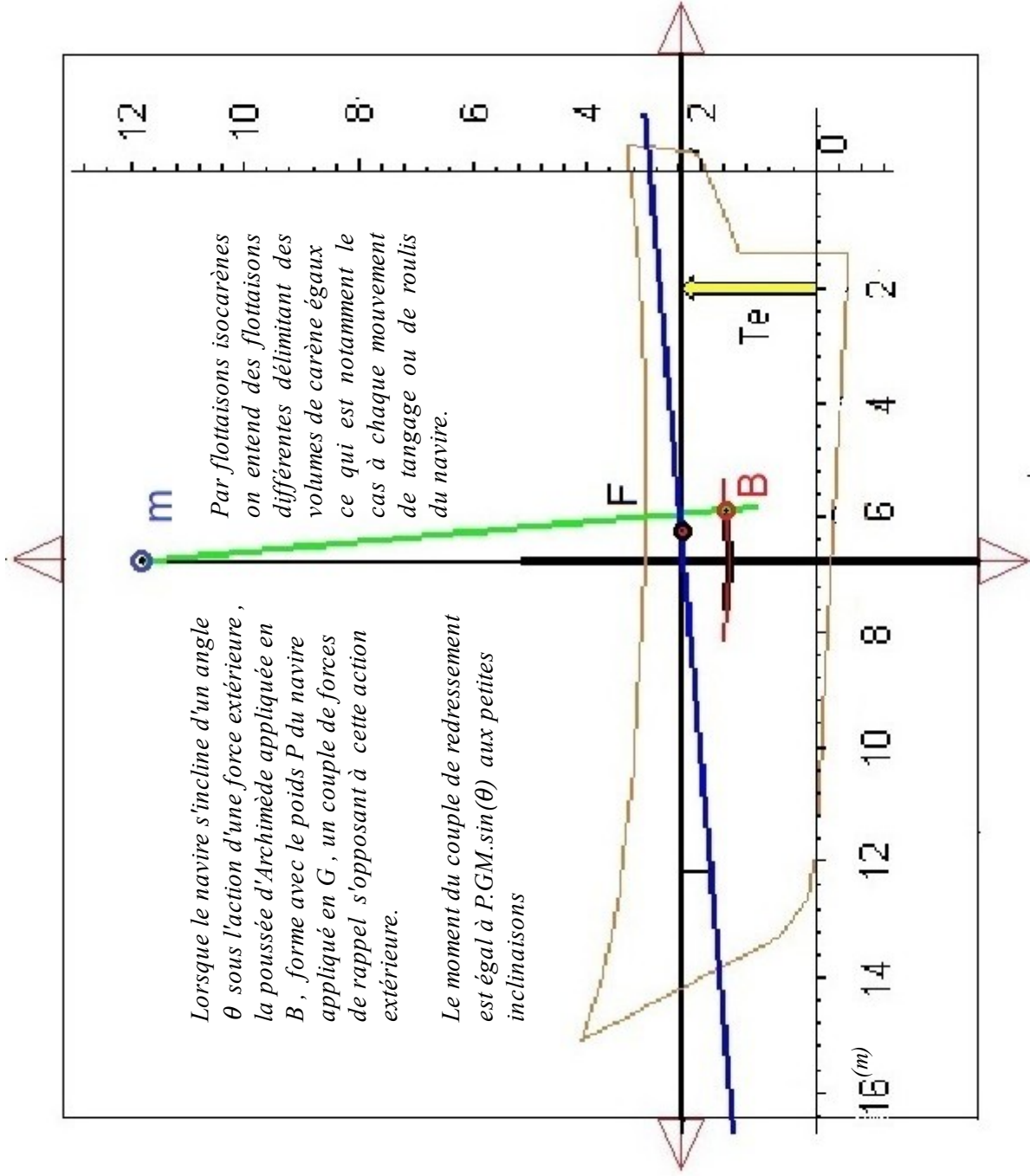


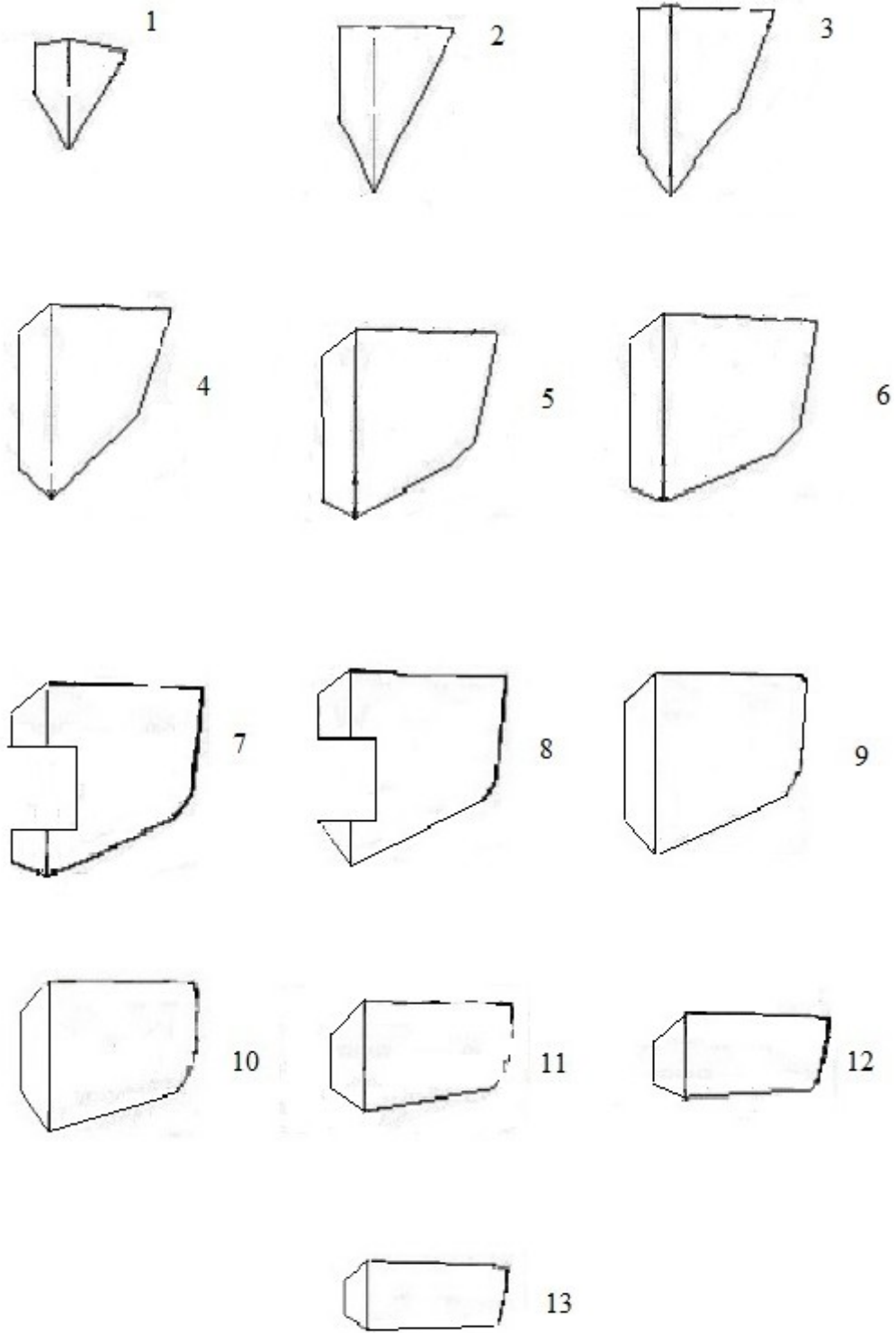
B

C

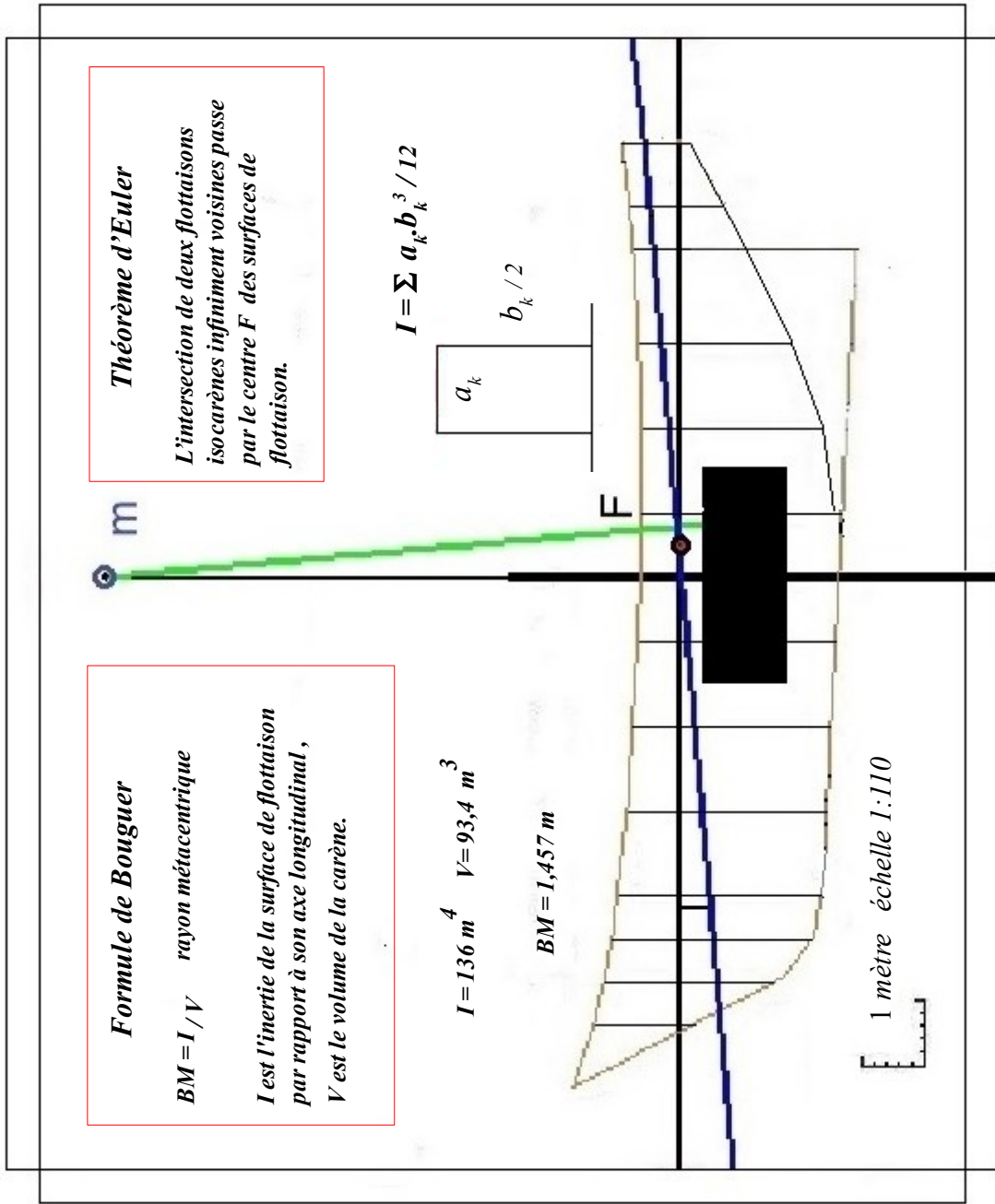


D





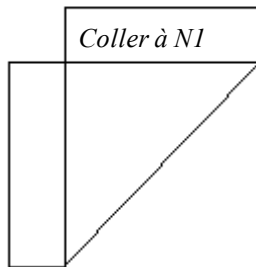
E



F

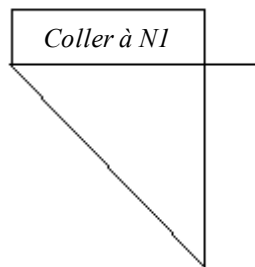
S1

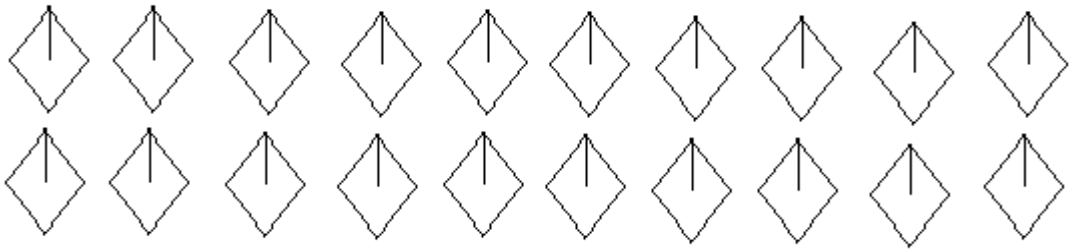
Coller sur F à l'avant du navire



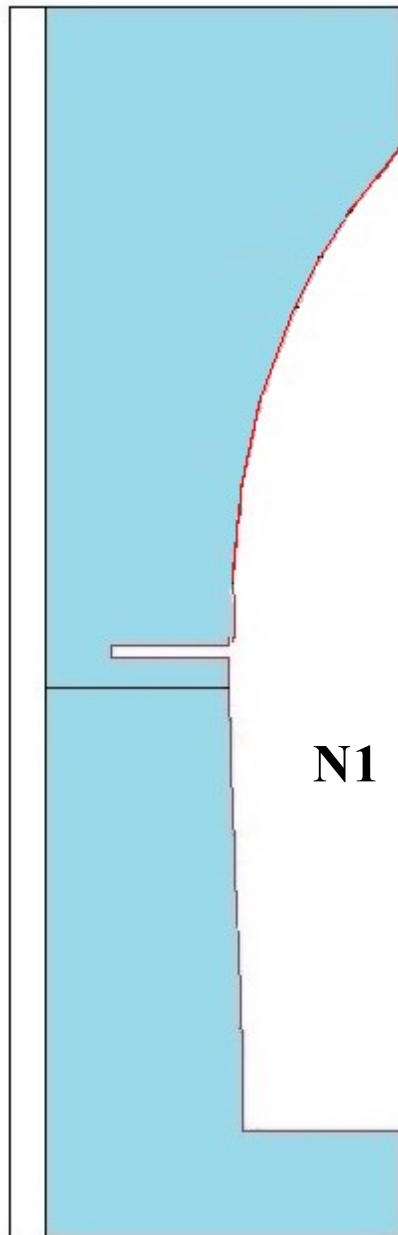
S2

coller sur F à l'arrière du navire





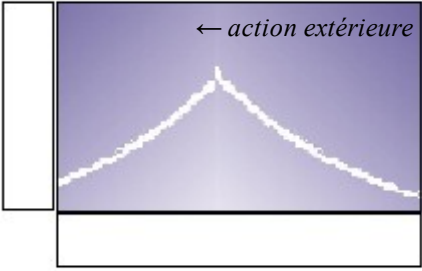
O



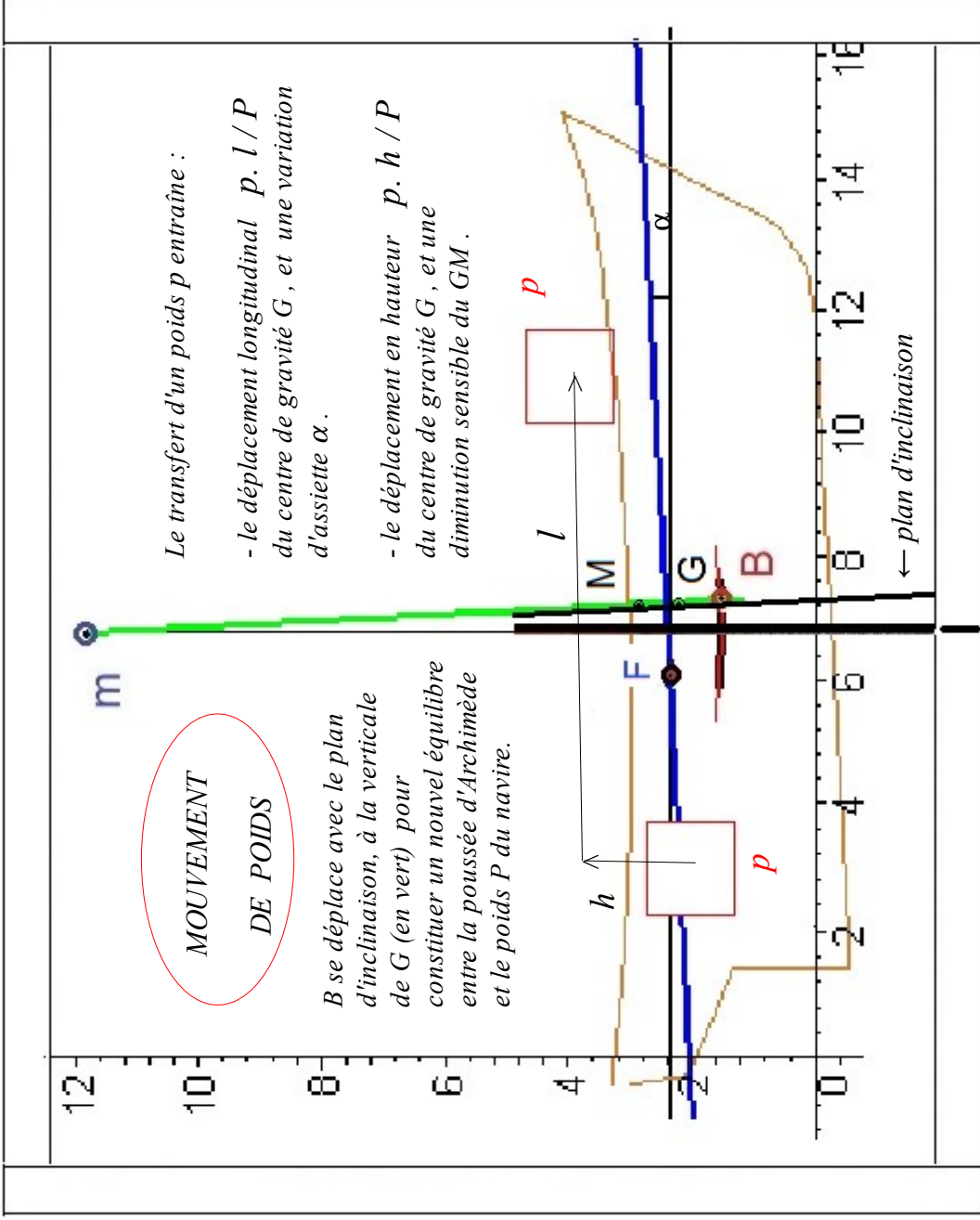
N1

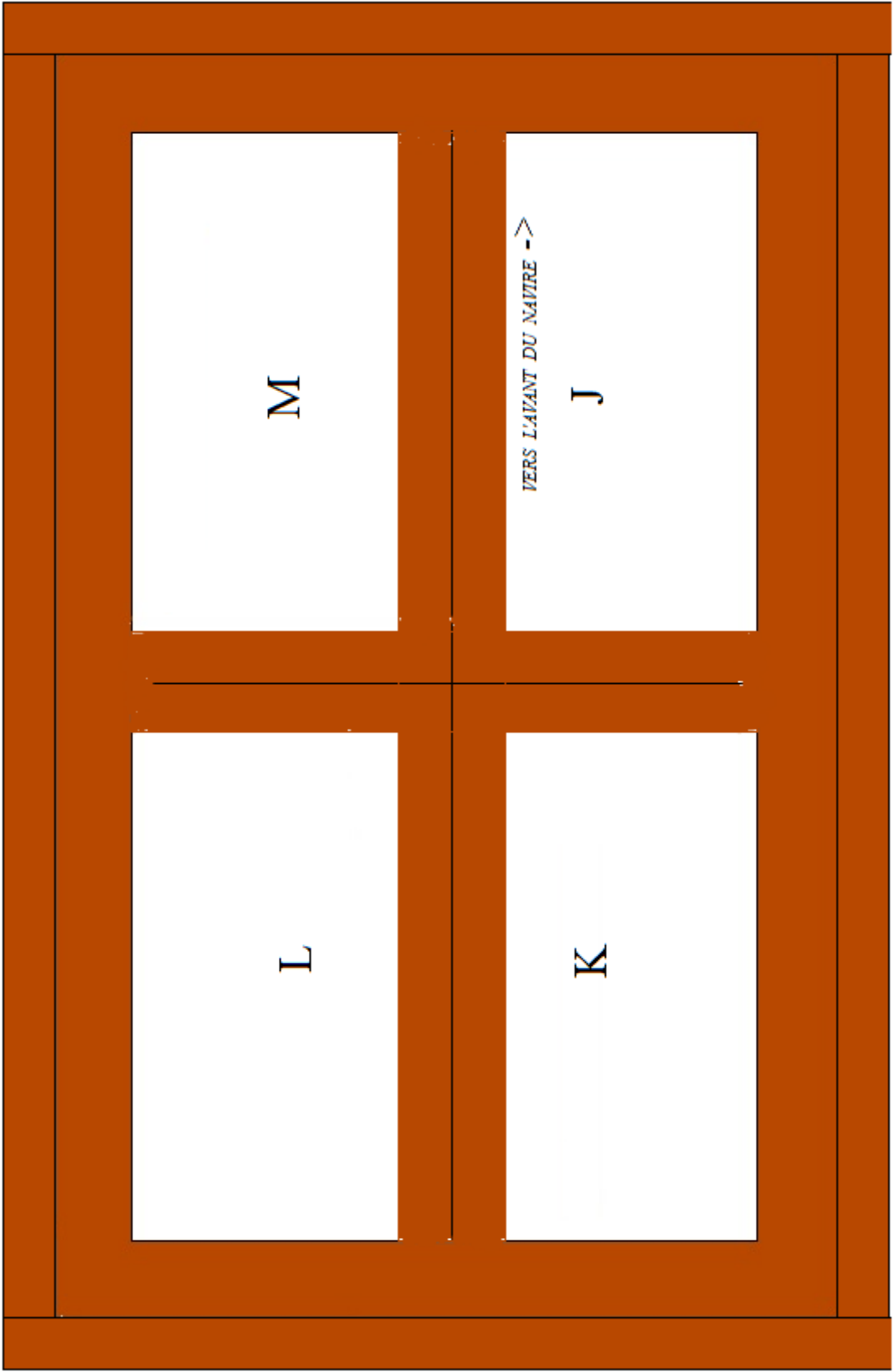


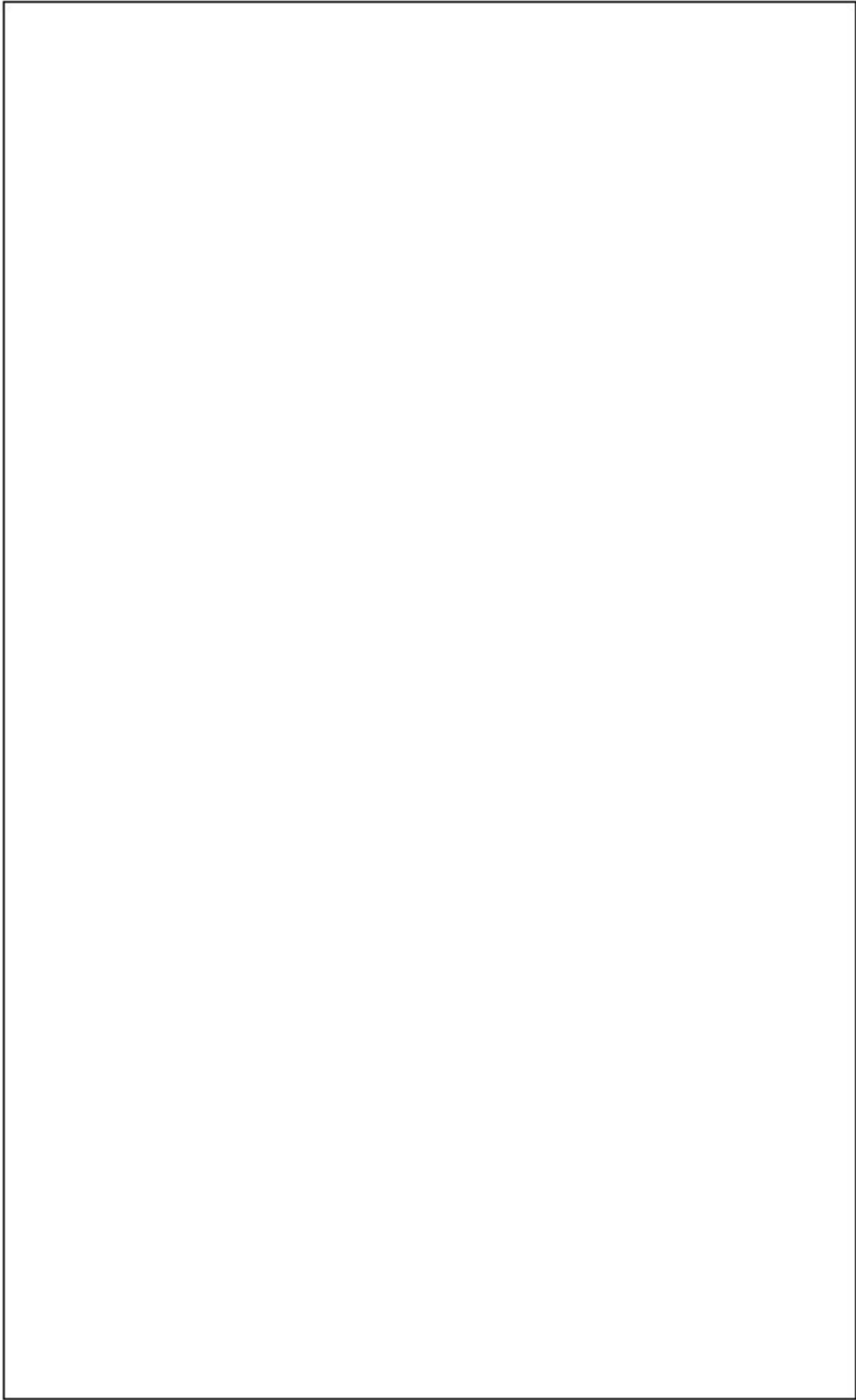
G



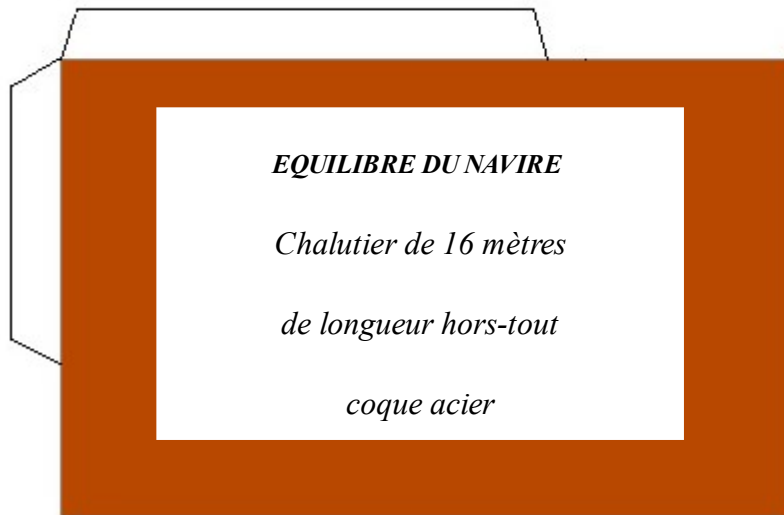
Q



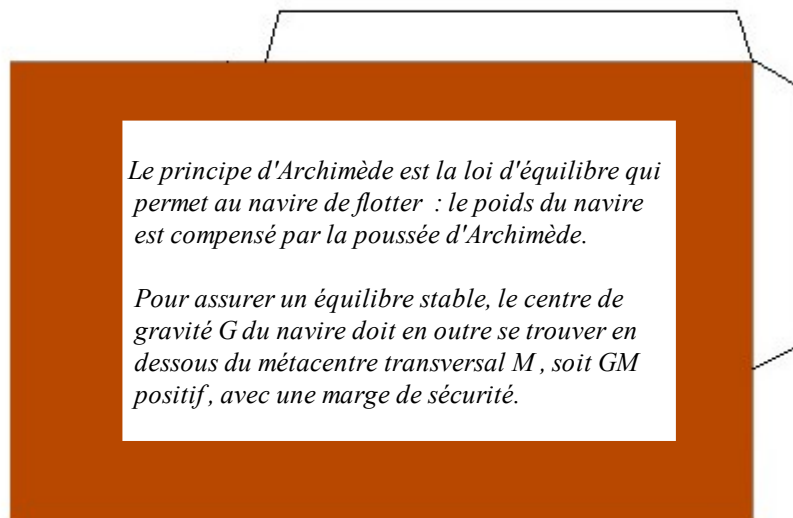




U



J



K

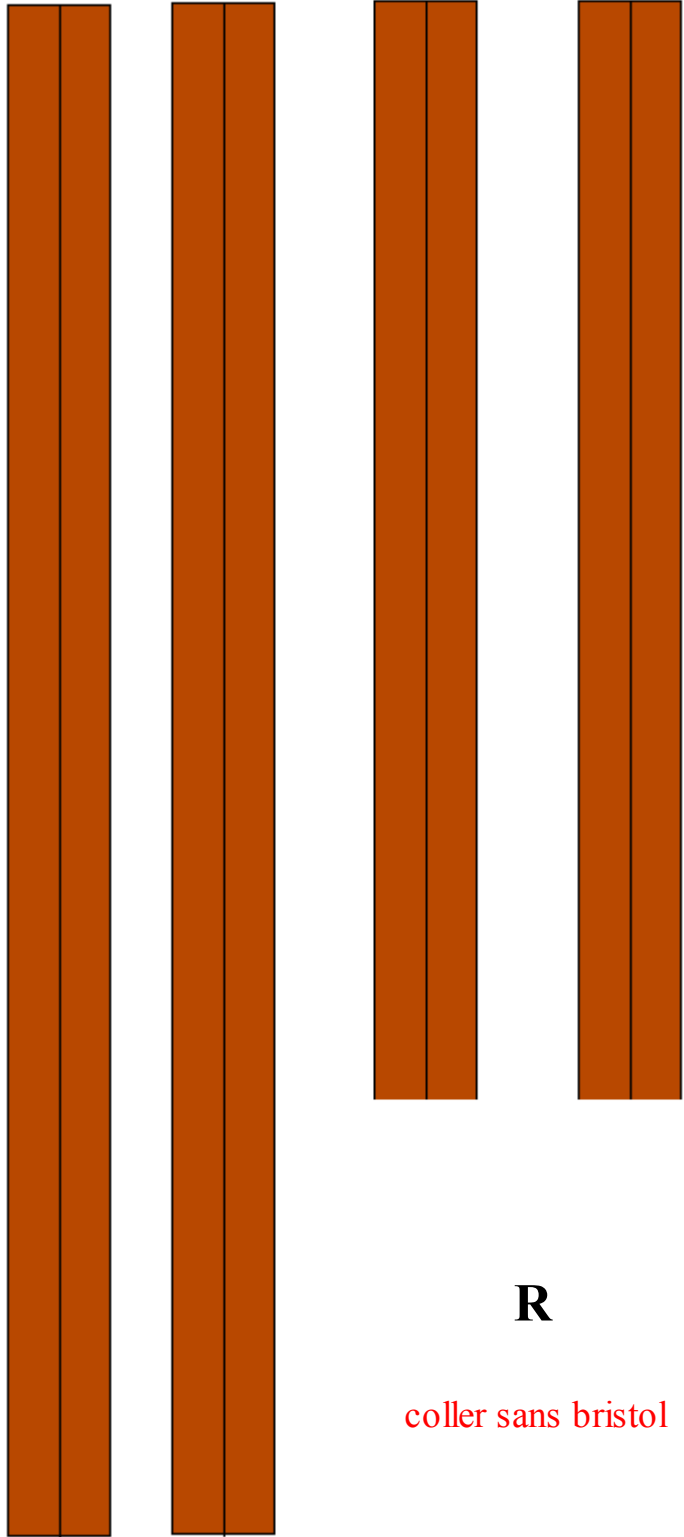
Te	V	LCB	LCF	KB	BM	KM	Bm
(m)	(m ³)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2.300	89.42	6.785	6.163	1.489	1.512	3.002	10.566
2.320	90.74	6.776	6.167	1.501	1.497	2.998	10.454
2.340	92.07	6.767	6.171	1.513	1.482	2.995	10.345
2.360	93.40	6.758	6.175	1.525	1.467	2.992	10.239
2.380	94.74	6.750	6.179	1.537	1.453	2.990	10.136
2.400	96.07	6.742	6.183	1.549	1.439	2.988	10.035

L

Données hydrostatiques :

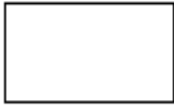
- Tirant d'eau **Te**
- Volume de carène **V**
- Position longitudinale du centre de carène **LCB**
- Position longitudinale du centre de surface de flottaison **LCF**
- Hauteur du centre de carène **KB**
- Rayon métacentrique transversal **BM**
- Hauteur du métacentre transversal **KM**
- Rayon métacentrique longitudinal **Bm**

M



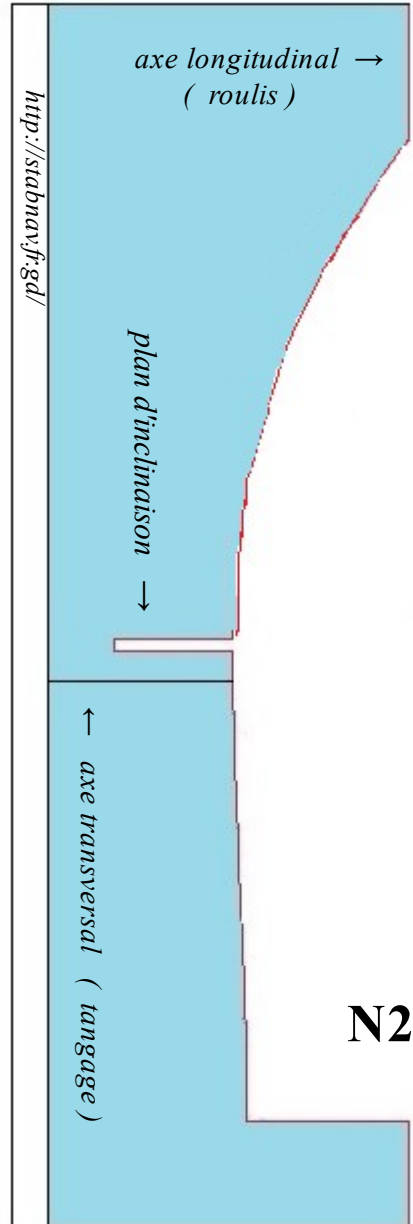
R

coller sans bristol



H

découper sans bristol



coller sans bristol

Le navire et son chargement

	poids (t)	VCG (m)	LCG (m)
NAVIRE LEGE	70,303	2,192	6,705
Gazole	13,280	1,900	7,610
Nourrice	0,390	2,500	8,500
Huile	0,250	2,000	8,500
Liquide en circuit	0,200	0,800	8,000
Eau douce	1,300	0,900	11,000
Glace	3,000	1,800	3,500
Equipage	0,450	4,100	8,000
Vivres	0,300	2,000	12,000
Matériel de pêche	3,720	3,482	5,588
Pontée de poisson	2,500	3,100	4,300
DEPLACEMENT	poids (t) 95,693	KG (m) 2,202	LCG (m) 6,720

coller sans bristol

P

MONTAGE

Recommandations générales : éviter soigneusement toute trace de colle sur les faces imprimées. Utiliser un chiffon propre pour lisser les collages. Placer les pièces sur une feuille propre de magazine à chaque encollage. Pour faciliter le pliage, passer sur la ligne la lame d'un cutter, face inverse au pliage. Veiller au sens du pliage et passer la lame sur l'avant ou l'arrière de la pièce selon les cas, en traçant une ligne au crayon si nécessaire. Plier ensuite en appuyant uniformément sur la ligne avec le bord d'une équerre.

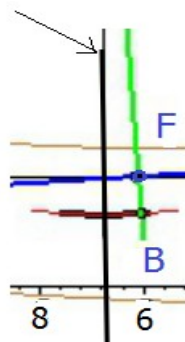
1) Imprimer les 12 premières pages sur feuilles de bristol . Découper grossièrement les pièces avec une marge d'environ un centimètre sur les bords. Coller ensuite uniformément toutes les pièces sur une seconde épaisseur de bristol à la colle en bâton. Après séchage , découper soigneusement les contours. La précision du découpage conditionnera le juste positionnement des éléments respectifs. Les triangles à l'extérieur des cadres de **A**, **B** , **C** et **D**, servent à positionner les pièces. Ils doivent être conservés et leurs pointes découpées soigneusement au cutter.

2) Imprimer les pages 13 , 14 et 15 portant la mention « coller sans bristol » sur des feuilles de papier ordinaire.

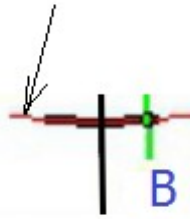
3) Découper dans la chemise cartonnée, un rectangle de carton rouge aux dimensions du gabarit **H**. Ce petit élément représente la surface de déplacement du centre de carène aux petites inclinaisons.

4) Coller les éléments **A** et **B** du plan d'inclinaison faces opposées, en respectant la coïncidence de la pointe des triangles. Mettre sous presse sous une pile de livres, puis enlever les triangles après séchage. Faire de même avec les éléments **C** et **D** du plan longitudinal .

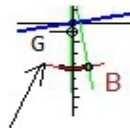
5) Couper aux ciseaux la bordure de la ligne noire tracée sur les faces **C/D** , **F** , **G** et **T**. Évider au cutter le rectangle noir sur la face **F** .



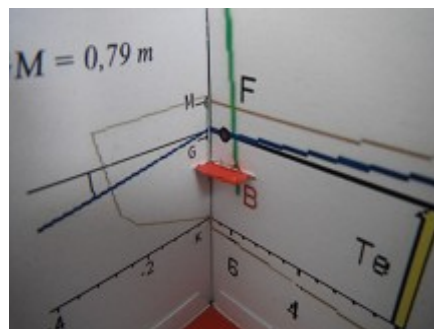
6) Faire au cutter une fente en arc de cercle sur le tracé de la courbe de déplacement du centre de carène de l'élément longitudinal **C/D**. Ne pas appuyer trop fort sur la lame pour ne pas risquer de riper avec le cutter et de se blesser. Utiliser la longueur du rectangle **H** pour mesurer précisément la longueur de la fente. Cette opération délicate nécessite d'affiner patiemment la taille de la fente en arc de cercle à celle du rectangle **H**, en courbant légèrement la surface de **H**.



7) Faire de même sur le plan d'inclinaison **A/B**. Utiliser la largeur du rectangle **H** pour mesurer précisément la longueur de la fente.



8) Ajuster les éléments en glissant perpendiculairement le plan d'inclinaison **A/B** dans la fente verticale du plan longitudinal **C/D**. A ce stade, les petites fentes en arc de cercle, pour l'introduction de **H**, doivent coïncider parfaitement. Introduire **H** dans l'élément **A/B**, puis glisser le tout dans **C/D**.

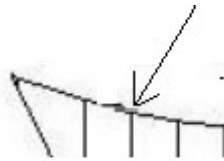


9) Découper les éléments du socle **I**, **J**, **K**, **L** et **M**, puis placer **J**, **K**, **L** et **M** sur **I**, en pliant vers le haut les languettes (passer la lame du cutter sur la face inverse de la pièce), et en respectant les indications sur le socle. Ne pas plier tout de suite les bords du socle. Laisser un petit espace entre les languettes pour l'insertion du modèle **AB/CD**. Coller **J**, **K**, **L** et **M** sur **I**, à la colle vinylique.

10) Insérer l'assemblage **AB/CD** dans la base du socle dans l'espace ménagé entre les languettes, en décalant très légèrement le plan d'inclinaison **A/B** sur le côté tribord, de manière à rendre visible son axe vertical, et en plaçant l'inscription « $GM = 0,79 \text{ m}$ » sur le côté bâbord.

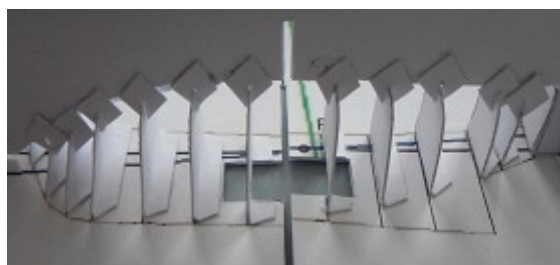
11) Coller à la colle vinylique, les éléments supérieurs du socle à l'assemblage **AB/CD** et à la base **I**, en vérifiant la perpendicularité des plans à l'équerre. Réajuster la position de **H** au centre du modèle. Terminer le socle en rabattant ses bords vers le bas (passer la lame du cutter sur la face imprimée) . Découper et coller l'habillage **R** en bordure du socle. Coller à l'intérieur le renfort **U**.

12) Découper les couples **E** de la demi-coque , ainsi que l'élément **F**. Rabattre les bordures de **F** sur la face avant de la pièce (passer la lame du cutter sur la face inverse) . Plier les languettes des demi-couples (passer la lame du cutter sur la face imprimée), puis positionner chaque demi-couples **E** sur **F** , par rapport au livet de pont et sur le trait vertical , en respectant l'ordre de la numérotation. Coller les languettes des demi-couples à la colle vinylique.



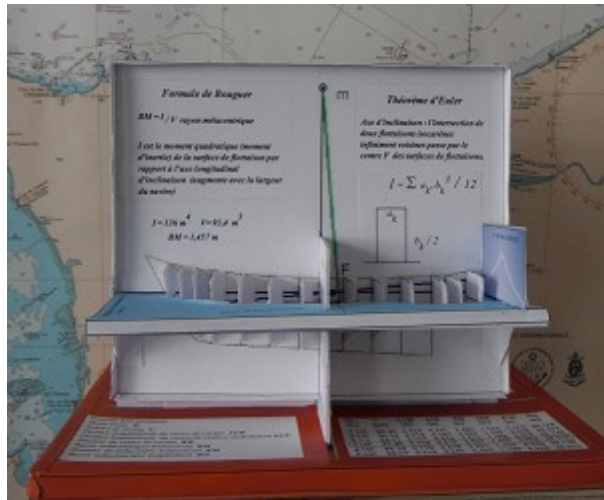
13) Découper le plan d'eau **N1** et rabattant la bordure extérieure vers le bas (passer la lame du cutter sur la face imprimée). Positionner **N1** perpendiculairement à **F**. Placer **F** sur le modèle **AB/CD** pour cette opération , de manière à ce que la fente de **N1** coïncide avec le plan d'inclinaison. Ajuster précisément la position du plan d'eau en reprenant très légèrement son découpage intérieur, si nécessaire. Fixer celui-ci perpendiculairement à **F** , sur la ligne noire de flottaison en laissant apparaître celle-ci. Utiliser pour cela l'équerre **S1** à l'avant du navire et **S2** à l'arrière, en les collant à **F** et **N1**, en dessous de **N1**.

14) Découper les goussets de fixation **O** , des demi-couples **E** à l'élément **N1**. Découper au cutter la fente des goussets, puis les insérer dans les demi-couples , en les collant à la colle vinylique sur la face inférieure de **N1** et aux demi-couples. Ajuster la position de chaque gousset de manière à obtenir des couples perpendiculaires à **F**. Veiller également à la position en hauteur , pour ne pas vriller le plan d'eau.



Le demi-couple n° 13 est collé à **N1** sans gousset , au moyen d'une petite équerre de papier . Après séchage de l'ensemble , découper **N2** sans collage préalable au bristol et coller sur **N1**. Cette pièce permet de cacher d'éventuelles traces de colle sur **N1** et de réduire l'espace en bordure de la surface de flottaison.

Coller la vague **Q** sur le plan d'eau, à l'arrière du navire. Cet élément peut également être collé à l'étape 13.



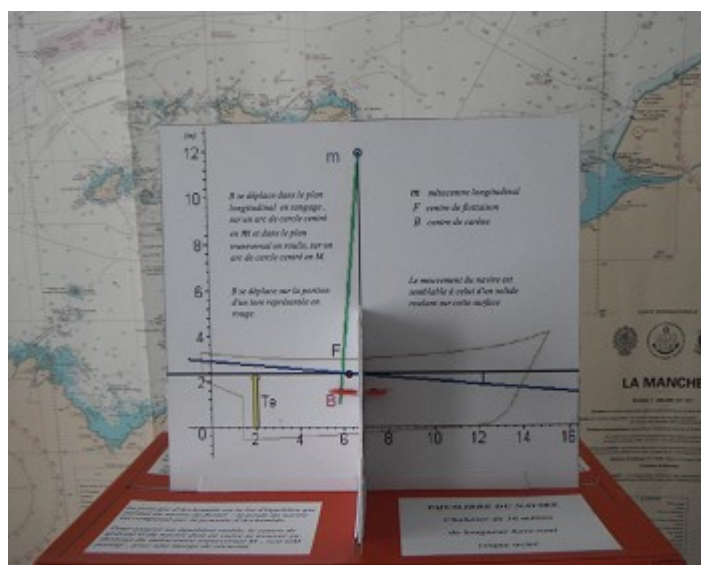
15) Découper la photo **G** du navire, puis plier les bordures vers l'arrière de la face imprimée (passer la lame du cutter sur la face imprimée). Rabattre et coller les languettes de manière à obtenir un couvercle. Découper Le récapitulatif de chargement **P** et coller celui-ci à l'intérieur du couvercle. Reprendre la fente d'insertion après séchage.



16) Découper le descriptif de mouvements des poids **T** et procéder comme avec la photo **G**.

17) Placer la photo **G**, **T** et **F/N** sur le modèle **AB/CD**. La photo du navire, le descriptif de mouvements des poids et la demi-coque sont amovibles, de manière à rendre visible le modèle.

18) Finition : passer éventuellement deux fines couche de vernis brillant aérosol, en faisant un essai préalable sur une chute de papier imprimé.



Il est probable qu'Archimède connaissait déjà, au-delà de son fameux principe, la notion de stabilité initiale d'un navire, comme en témoigne la construction des navires de son époque. Mais ce n'est qu'au dix-huitième siècle que les fondements théoriques de la stabilité ont été formulés, grâce aux travaux du mathématicien Euler et surtout, de l'hydrographe et architecte naval Pierre Bouguer.

Le naufrage du grand navire de guerre Vasa, qui chavira au cours de son voyage inaugural à la sortie du port de Stockholm, illustre le dilemme de ses concepteurs. Comment assigner une limite raisonnable au problème de la stabilité, en la conciliant par ailleurs à d'autres qualités nautiques ou d'exploitation ? La réponse réside en partie dans le concept de métacentre.

Pour que l'équilibre du navire soit stable, le centre de gravité du navire doit se trouver en dessous du métacentre transversal. La hauteur GM du métacentre par rapport au centre de gravité, doit être positive avec une certaine marge de sécurité. L'analogie du culbuto permet de comprendre simplement ce type d'équilibre. Dans la pratique, le GM requis se situe aux environs du mètre et diminue significativement pour les grands navires. Il ne faut pas oublier que le poids du navire est également un facteur de stabilité, car il augmente le moment du couple de redressement.

Une bonne stabilité initiale n'est toutefois pas garante d'une stabilité aux grands angles d'inclinaison. Il faut pour cela prendre en compte d'autres paramètres, comme le franc-bord, la courbe des bras de leviers de redressement et la réserve de stabilité.