Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

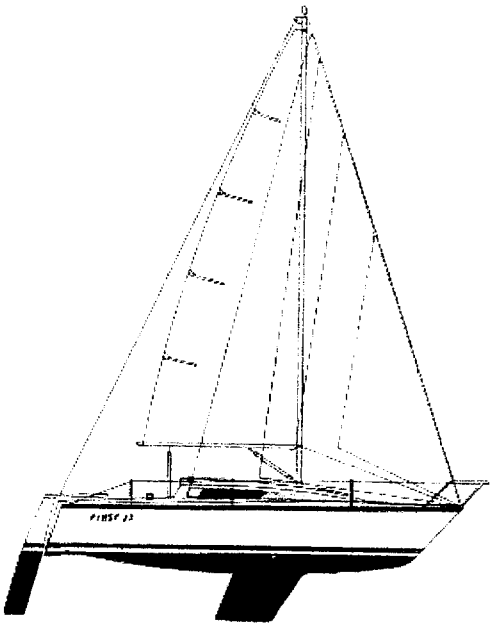
Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS MN, veuillez visiter :
btsmn.fr/annales-sujets-et-corriges

BTS CONSTRUCTION NAVALE

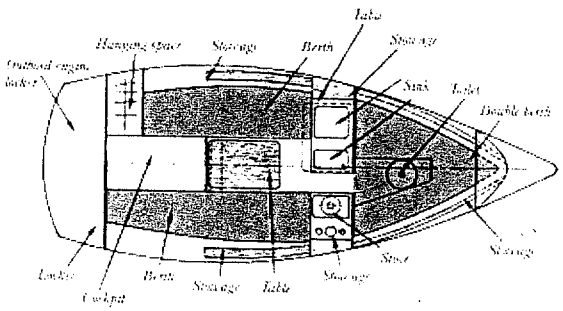
U - 41 ÉTUDE DU NAVIRE

MISE EN SITUATION

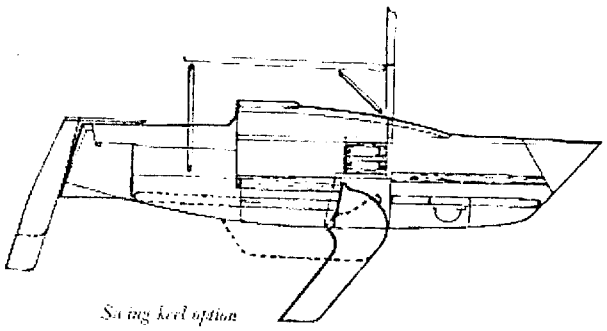
Soit le navire de plaisance, voilier habitable en PRVT de 22 pieds.



Sail plan



General layout



Swing keel option

L'étude sur ce navire de plaisance porte sur:

- La terminologie du navire de plaisance .
- La détermination des éléments hydrostatiques de la carène.
- L'évaluation de la stabilité à l'état intact.
- La réglementation concernant le calcul de l'angle d'envahissement.

BTS CONSTRUCTION NAVALE

U - 41 ÉTUDE DU NAVIRE

VOILIER HABITABLE DE 22'

Sur le plan des formes du voilier habitable de 22' où la flottaison en charge maximale est la H3.

1 Représentez et donnez les valeurs des éléments géométriques suivants relevés sur le plan des formes en complétant le tableau (***annexe 1***) :

1-1 La longueur de la coque L_H

1-2 La largeur hors membres de la coque B_H

1-3 Le creux

1-4 Le bouge

1-5 Le tirant d'eau version quillard.

1-6 L'élancement avant.

1-7 Le déplacement calculé dans la question ci-après.

2 Déterminer pour la carène à la flottaison de **référence H3**, masse de charge maximale m_{LDC}, les éléments hydrostatiques.

On utilisera la méthode des trapèzes pour le calcul approché des aires planes et on procédera comme pour un cahier de déplacement en utilisant la trame de l'***annexe 2*** qui sera complétée dans un premier temps par les facteurs ¼ et ½ .

Pour ce faire on demande de déterminer:

2-1 La valeur des équidistances h et λ des sections horizontales et verticales des lignes d'eau et des couples de tracé (la longueur entre perpendiculaires est de 5,800 m et la profondeur de carène est de 0,360 m).

2-2 La correction des aboutissements de lignes d'eau sans altérer la surface de chaque ligne d'eau [Cf. remarque (b)].

2-3 Le relevé des demi-ouvertures [Cf. remarque (a)]..

2-4 La surface fictive puis réelle de la flottaison [Cf. remarque (c)].

2-5 Le volume fictif puis réel de la carène sans appendice limité à la H3 [Cf. remarque (c)]..

2-6 La position réelle du centre de carène [Cf. remarques (c) et (d)]..

2-7 Le centre de surface de la flottaison de référence H3 [$LCF = (D/\Sigma)\lambda$].

2-8 Le rayon métacentrique transversal réel [$\rho = [((C/3)/V)h]$.

2-9 Le rayon métacentrique longitudinal réel [$R = ((Q- \Sigma LCF^2)/V) (\lambda^2/h)$].

2-10 Le déplacement du navire (densité 1,025).

2-11 Le déplacement par centimètre d'immersion à la flottaison en charge.

2-12 Le coefficient prismatique de la carène.

Remarques :

(a) Le relevé des demi-ouvertures se fera sur le vertical, sauf pour les corrections d'aboutissement, et les cotes relevées seront arrondies au millimètre supérieur. Ces valeurs exprimées en mètre à l'échelle 1 :1 figureront dans le tableau ***annexe 3***.

(b) La correction des aboutissements se fera sur le calque ***annexe 2*** (faire apparaître votre méthode de correction sur le calque) et sera repérée par un astérix dans le tableau du relevé des demi-ouvertures ***annexe 3.***

(c) La méthode de calcul, les calculs intermédiaires et les relations utilisées doivent apparaître sur votre feuille de copie.

(d) Le référentiel du navire C0, H0, CL

3 A partir des résultas obtenus par informatique concernant ce voilier en condition minimum de navigation m_{MSC} ***annexe 4***

3-1 Démontrez en utilisant une silhouette verticale à main levée du voilier que :

$$\mathbf{GZ = KN - KG \sin\theta}$$

3-2 Que représente la colonne FSM dans l'***annexe 4*** et justification de la valeur.

3-3 Tracez la courbe des bras de levier de redressement (1cm = 10°; 1cm = 0,05 m).

3-4 En utilisant cette courbe donnez la valeur du GMT.

3-5 Calculez la réserve de stabilité en mètre radian.

3-6 Donnez l'angle de disparition de stabilité ϕ_V.

4 La prise d'air pour le moteur thermique est située à :

x_D=1,65m ; y_D'=0,9m ; z_D=1,09m

4-1 Reportez sur le plan des formes ***annexe 1*** en couleur bleue les coordonnées de la prise d'air.

Pour la condition minimum de navigation m_{MSC}, :

4-2 Donnez la longueur et la largeur à la flottaison.

4-3 Donnez les franc-bords avant, milieu et arrière.

4-4 Calculez l'angle d'envahissement ϕ_D par la méthode approchée améliorée de la nome ISO 12217-2 fournie en ***annexe 5***.

TABLEAU DU CAHIER DE DÉPLACEMENT

CNE4EN **ANNEXE 3**

Relevé des ½ ouvertures des lignes d'eau

Lignes d'eau / Couples	H3	H2	H1	H0	Ω	Ω . f	Ordonnées des lignes d'eau par les facteurs	Ordonnées des lignes d'eau par le carré des facteurs	Cube des ordonnées des lignes d'eau
C0									
C1									
C2									
C3									
C4									
C5									
C6									
C7									
C8									
C9									
C10									
Σ					V	M	D	Q	C
Σ . f					m				

Nom : Prénom : N° :

DONNÉES INFORMATIQUES

REFERENCE	WEIGHT (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
Condition minimum de navigation	1,30	0,150	2,767	0,000	0,000

Draft at LCF	=	0,318 m	TRIM	=	0,000 m
LCF	=	2,630 m	Draft at AP	=	0,318 m
LCB	=	2,768 m	Draft at MP	=	0,318 m
LCG	=	2,768 m	Draft at FP	=	0,318 m
MCT	=	0,016 t. m	KML	=	8,540 m
KMT	=	1,409 m	GMT	=	1,259 m

LOADING CONDITION : Condition minimum de navigation m_{MSC}

HEEL (deg)	DMID (m)	TRIM (m)	LCB (m)	YB (m)	KB (m)	KN (m)
0.0	0.318	0.000	2.767	0.000	0.208	0.000
5.0	0.315	-0.002	2.768	0.105	0.213	0.123
10.0	0.306	-0.017	2.768	0.206	0.226	0.242
20.0	0.269	-0.092	2.767	0.388	0.275	0.459
30.0	0.200	-0.218	2.779	0.531	0.341	0.631
40.0	0.083	-0.409	2.778	0.654	0.426	0.775
50.0	-0.097	-0.705	2.789	0.746	0.518	0.877
60.0	-0.397	-1.138	2.807	0.797	0.592	0.911
70.0	-0.974	-1.959	2.829	0.821	0.650	0.891
85.0	-6.087	-8.437	2.855	0.834	0.720	0.790
90.0	99.999	0.000	2.861	0.835	0.742	0.742
95.0	-7.418	-8.385	2.864	0.834	0.763	0.687
100.0	-4.042	-4.109	2.867	0.832	0.782	0.625
110.0	-2.337	-1. 940	2.877	0.821	0.816	0.486
120.0	-1. 759	-1.143	2.857	0.808	0.847	0.330
130.0	-1. 461	-0.709	2.841	0.788	0.877	0.165
140.0	-1.277	-0.425	2.819	0.761	0.906	0.000
150.0	-1.150	-0.220	2.797	0.719	0.937	-0.154
160.0	-1. 060	-0.064	2.776	0.647	0.970	-0.276
170.0	-1. 004	0.041	2.758	0.493	1.008	-0.311
180.0	-0.995	0.058	2.761	0.000	1. 046	0.000

EXTRAIT NORME ISO 12217-2 : 1999(F)

Méthodes de calcul de l'angle d'envahissement ϕ_D

Une quelconque des méthodes suivantes peut être utilisée.

1 Calcul théorique

L'angle d'envahissement est très précisément déterminé par des calculs sur ordinateur, en utilisant les formes de coque obtenues par le plan des formes. La plupart des logiciels de calcul de stabilité sont prévus pour déterminer l'angle de gîte pour lequel des points de coordonnées données s'immergent. En conséquence, si les moments de redressement peuvent être déterminés à l'aide d'un programme de calcul, les angles d'envahissement peuvent être déterminés en même temps.

2 Méthode approchée pour déterminer les angles d'envahissement jusqu'à 60°

La méthode approchée suivante peut être utilisée pour estimer l'angle d'envahissement, mais elle est seulement valable pour des angles inférieurs à environ 60° :

$\phi_D = \tan^{-1} (z_D / y_D')$
où
z_D est la hauteur du point d'envahissement au dessus de la flottaison, exprimée en mètres;

y_D' est la distance transversale, exprimée en mètres, du point d'envahissement à l'axe du bateau.

Tableau 6,1 - Méthode approchée pour la détermination de l'angle d'envahissement

(z_D / y_D')	ϕ_D	(z_D / y_D')	ϕ_D
	degrés		degrés
0,10	5,7	0,80	38,7
0,15	8,5	0,85	40,4
0,20	11,3	0,90	42,0
0,25	14,0	0,95	43,5
0,30	16,7	1,00	45,0
0,35	19,3	1,05	46,4
0,40	21,8	1,10	47,7
0.45	24,2	1.15	49.0
0.50	26,6	1,20	50.2
0.55	28,8	1,30	52,4
0,60	31.0	1,40	54,5
0,65	33,0	1,50	56,3
0,70	35,0	1,60	58,0
0,75	36.9	1,70	59.5

3 Méthode approchée améliorée pour le calcul des grands angles d'envahissement

Cette méthode est valable pour des angles d'envahissement de l'ordre de 50° à 100°, et particulièrement pour les ouvertures situées à l'intérieur de la périphérie du navire.

a) Avant d'utiliser cette méthode. vérifier que $\phi_D > 50°$ en utilisant 2.

b) Calculer

$$C_{d.60} = 0{,}577\ z_D + 0{,}5\ B_{WL} - Q - X_2$$

où

$Q = 0{,}5774\ F$;

$F = 0{,}25(F_F + 2F_M + F_A)$;

où

F_F est le franc-bord au pont avant ;

F_M est le franc-bord au pont milieu ;

F_A est le franc-bord au pont arrière ;

$X_2 = (C_7^{\,2} - C_8^{\,2})^{0,5} - C_7$.

$C_7 = (0{,}325\ F + Q.k) / k$;

$C_8 = (0{,}333\ b.F + 0{,}4\ Q.F + k.Q^2 - 0{,}000985\ m_{MSC}/L_M) /k$;

$k = 0{,}2165 \sin \alpha / \sin \beta$;

$\alpha = \tan^{-1} (2\ Tc / B_{WL})$;

$\beta = 60° - \alpha$;

$b = (B_H - B_{WL}) /2$;

Tc est le tirant d'eau de la coque seule ;

$L_M = (L_H + L_{WL}) /2$

c) Calculer

$$C_{d.90} = 0{,}5\ B_{WL}. - X_1$$

où

$X_1 = [(C_5 / C_4)^2 - C_6 / C_4]^{0,5}. - C_5 / C_4$;

$C_4 = 0{,}1\ Tc / B_{WL}.$;

$C_5 = 0{,}3268\ F$;

$C_6 = 0{,}35\ F(B_H - B_{WL}) - 0{,}000985\ m_{MSC} / L_M$;

d) Calculer

$$\phi_D = 60 + \frac{30\,(C_{d.60} - y_D')}{(C_{d.60} - C_{d.90})}$$

Liste de symboles utilisés CNE4EN **ANNEXE 6**

B	Centre de carène
C0	Couple de construction du navire situé à la perpendiculaire arrière
D	Tirant d'eau
DMID	Tirant d'eau à la perpendiculaire milieu (Draft at MP)
f	Facteur (nombre indiquant le numéro du couple ou de la ligne d'eau)
G	Centre de gravité du navire
GMT	Distance métacentrique transversale initiale
GZ	Bras de levier de redressement
H3	Ligne de flottaison N°3
K	Point d'intersection entre la base line et la center line
KB	Distance du centre de carène à la H0
KG	Distance du centre de gravité du navire à la H0
KML	Distance du métacentre longitudinal à la H0
KMT	Distance du métacentre tranversal à la H0
KN	Perpendiculaire abaissée de K sur la normale à la flottaison passant par B
LCB	Longueur du centre de carène à la perpendiculaire arrière
LCF	Longueur du centre de flottaison à la perpendiculaire arrière
LCG	Longueur du centre de gravité du navire à la perpendiculaire arrière
m_{LDC}	Masse du navire en condition minimum de navigation
m_{MSC}	Masse du navire en condition de charge maximale
V	Volume de carène
YB	Position du centre de carène par rapport à la center line
YG	Position du centre de gravité du navire par rapport à la center line
ϕ_D	Angle d'envahissement
θ	Angle de gîte du navire
Σ	Demi-aire de ligne d'eau
Ω	Demi-aire de couple

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.