

Capitaine**P2-5 Calcul de chargement****Durée : 2 heures**

Est autorisé l'usage des calculatrices non programmables sans mémoire alphanumérique et des calculatrices avec mémoire alphanumérique et/ou avec écran graphique qui disposent d'une fonctionnalité "mode examen" conforme.

Glossaire :

GZ : Bras de levier du couple de redressement

P : Déplacement du navire

Kx : Distance verticale du point « x » à la ligne de base

Xx : Distance longitudinale du point « x » à la perpendiculaire arrière

Yx : Distance latérale du point « x » au plan longitudinale de symétrie

L_{PP} : Longueur entre perpendiculaires

T_{PPAR} : Tirant d'eau à la perpendiculaire arrière

T_{PPAV} : Tirant d'eau à la perpendiculaire avant

T_{PPMIL} : Tirant d'eau à la perpendiculaire milieu

T_X : Tirant d'eau au point « x »

ρ : Masse volumique en t.m⁻³

M_{CL} : Moment des carènes liquides ($\sum \rho \cdot l$) en t.m

Comité national de sélection des sujets 20256199_C_P25.docx

Les deux questions portent sur un navire vraquier, dont les extraits du dossier de stabilité sont donnés en **ANNEXE SUPPORT 1**. Les deux questions sont indépendantes.

1^{re} QUESTION (valeur = 8)

Le navire vraquier a une longueur entre perpendiculaire $L_{PP} = 140$ m, un déplacement initial $P_0 = 15\,763$ t, et une coordonnée verticale du centre de gravité solide initial $KG_{0s} = 11,7$ m. Le navire arrive dans un port la masse volumique de l'eau de mer est $\rho = 1,025$ t·m⁻³. Il doit y charger de la cargaison en vrac dans trois cales, selon le tableau ci-dessous (les trois cales sont vides à l'arrivée).

Numéro de la cale	Masse de la cargaison (t)	Kg de la cargaison (m)	Remarques
2	1691,18	9,2	Complètement remplie
3	2058,82	9,6	Complètement remplie
4	à déterminer	à déterminer	Partiellement remplie

Une pesée du navire est effectuée en fin d'escale afin de déterminer la masse chargée dans la cale 4. À la fin des opérations commerciales, les tirants d'eau sont lus :

$T_{PPAR} = 8,07$ m, $T_{PPMIL} = 7,86$ m, $T_{PPAV} = 7,65$ m.

La gîte est nulle.

1 (valeur = 1)

Calculer le tirant d'eau moyen du navire et indiquer si la déformation est en arc ou en contre-arc.

2 (valeur = 3)

Déterminer la masse de la cargaison chargée dans la cale 4 en tenant compte d'une consommation de combustible de $p = 19,39$ t pendant l'escale.

3 (valeur = 2)

Calculer la coordonnée verticale du centre de gravité du volume de cargaison dans la cale 4, sachant que :

- le volume de cargaison dans la cale 4 est $1987,28 \text{ m}^3$;
- le centre de gravité est situé au centre géométrique du volume de cargaison ;
- la cale 4 a une forme parallélépipédique, de longueur $18,93 \text{ m}$ et de largeur de 21 m ;
- le fond de la cale se situe 1 m au-dessus de la ligne de base ;
- la cargaison est répartie uniformément en cale.

4 (valeur = 2)

Calculer la nouvelle coordonnée verticale du centre de gravité solide du navire KG_{1s} , après les opérations commerciales.

La hauteur du centre de gravité du combustible consommé pendant l'escale est de $0,5 \text{ m}$.

On donne la hauteur du centre de gravité de la cargaison dans la cale 4 : $Kg = 3,5 \text{ m}$.

2^e QUESTION (valeur = 12)

Un navire vraquier a une longueur entre perpendiculaire $L_{PP} = 140 \text{ m}$, un déplacement $P_1 = 20\,964,2 \text{ t}$ et un centre de gravité solide $KG_{1s} = 10,73 \text{ m}$. Le moment des carènes liquides est $M_{CL} = 10\,062,82 \text{ t}\cdot\text{m}$.

1 (valeur = 0,5)

Calculer la coordonnée verticale du centre de gravité du navire en tenant compte des carènes liquides, KG_{1f} .

2 (valeur = 3)

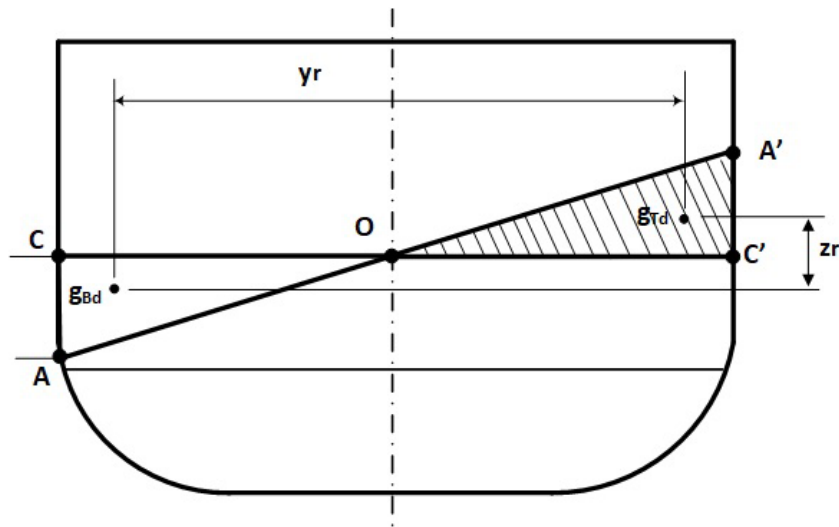
Tracer la courbe de bras de levier de redressement GfZ (courbe de stabilité statique).

Les extraits de la table pantocarène sont fournis en **ANNEXE SUPPORT 1**.

3 (valeur = 2)

Vérifier si le navire satisfait les quatre critères réglementaires de stabilité fournis en **ANNEXE SUPPORT 2**.

Un ripage de cargaison survient dans la cale 4, qui était partiellement remplie. Une masse de 367,71 t, de forme prismatique droite à base triangulaire, se déplace de bâbord vers tribord sur toute la longueur de la cale, suivant le schéma de principe ci-dessous :



On note g_{Bd} le centre de gravité avant le ripage et g_{Td} le centre de gravité après le ripage.

Les coordonnées sont :

- g_{Bd} : $K_{g_{Bd}} = 4,33$ m ; $Y_{g_{Bd}} = - 7,00$ m.
- g_{Td} : $K_{g_{Td}} = 7,66$ m ; $Y_{g_{Td}} = 7,00$ m.

4 (valeur = 1)

Déterminer la distance transversale y_r et la distance verticale z_r du déplacement du centre de gravité de la cargaison affectées par le ripage.

5 (valeur = 1)

Calculer le MSITf après le ripage.

6 (valeur = 3)

À l'aide de la courbe de stabilité statique tracée à la question 2, déterminer l'angle de gîte du navire après le ripage. La variation verticale du centre de gravité du navire due au ripage est négligée.

7 (valeur = 1,5)

Hachurer la réserve de stabilité après ripage sur la courbe de stabilité statique utilisée précédemment. Il n'y a pas d'angle d'envahissement avant 60°.

Nota :

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence. De même, si cela le (la) conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il (elle) doit la (ou les) mentionner explicitement.

La copie rendue ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, il convient de s'abstenir de signer ou d'identifier le document.

ANNEXE SUPPORT 1

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN

1. Table des éléments hydrostatiques donnée pour une masse volumique $\rho = 1,025 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$

T (m)	P (t)	XF (m)	XB (m)	KM _T (m)	TPC (t/cm)	MTC (t.m/cm)
7,80	20 701	66,6	69,9	12,15	37,3	340,9
7,90	21 077	66,0	69,5	12,12	37,6	346,7
8,00	21 456	65,5	69,2	12,10	37,9	350,5
8,10	21 838	65,1	68,9	12,07	38,2	356,8

T = tirant d'eau

P = déplacement, calculé pour une masse volumique de l'eau de mer de $1,025 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$;

XB = distance du centre de carène à la perpendiculaire arrière ;

XF = distance du centre de la flottaison à la perpendiculaire arrière ;

KM_T = hauteur du métacentre transversal au-dessus de la quille ;

TPC = Tonne Par Centimètre – alourdissement du navire pour un centimètre d'enfoncement ;

MTC = moment longitudinal pour faire varier l'assiette d'un centimètre (moment unitaire longitudinal).

2. Table pantocarène donnant KN en fonction de la gîte et du déplacement du navire, pour une assiette nulle et une masse volumique $\rho = 1,025 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$

P(t)	Angle de gîte (degrés)					
	10	20	30	40	50	60
20 964,2	2,11	4,17	6,07	7,65	8,80	9,70

ANNEXE SUPPORT 2

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN

Critère 1. Aire sous la courbe $[30^{\circ} ; 40^{\circ}] > 0,03 \text{ m.rad}$

Critère 2. $GfZ > 0,2 \text{ m}$ pour $\varphi > 30^{\circ}$

Critère 3. GfZ_{max} pour $\varphi > 25^{\circ}$

Critère 4. $GfMT > 0,15 \text{ m}$