

**Capitaine 500**

**P2-2 Stabilité**

**Durée : 1 h 30 min**

-----

*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.*

**1<sup>re</sup> QUESTION (valeur = 10)**

Un navire de longueur entre perpendiculaires  $L_{pp} = 81$  m, dans un port en eau de densité 1,025, sans gîte, a pour tirants d'eau  $T_{ar} = 2,68$  m et  $T_{av} = 2,50$  m.

La distance du centre de gravité du navire par rapport à la ligne d'eau zéro est égale à 5,16 m.

Il n'y a pas de perte de stabilité par effet de carènes liquides.

Le tableau des valeurs hydrostatiques dans une eau de densité 1,025 et pour ce navire sans différence est donné en **ANNEXE SUPPORT 2**.

1 (valeur = 2)

Calculer le déplacement du navire (P1).

2 (valeur = 2)

Après déchargement d'un lot dont le centre de gravité se trouve à 3,92 m de la ligne d'eau zéro, navire sans gîte, on note les tirants d'eau suivants  $T_{ar} = 2,61$  m et  $T_{av} = 2,39$  m.

Calculer le nouveau déplacement du navire (P2).

3 (valeur = 1)

Calculer le poids (p) du fret débarqué.

**Comité national de sélection des sujets 20237256 P2 2.docx**

4 (valeur = 3)

Déterminer, après déchargement, la position du centre de gravité du navire (KG, LCG, TCG).

5 (valeur = 2)

Le navire appareille dans ces conditions pour se rendre dans un port situé en eau de rivière. Les consommations durant la traversée sont négligeables. Déterminer les nouveaux tirants d'eau après le passage en eau douce de densité 1,000.

**2<sup>e</sup> QUESTION (valeur = 4)**

Ce même navire se trouve dans un port où la densité de l'eau de mer est  $d = 1,025$ .

Dans ces conditions, les éléments navire sont donnés ci-dessous :

- Le déplacement  $P = 1284$  t.
- La distance métacentrique transversale  $GM_t = 0,90$  m.
- Le navire présente une gîte de  $6^\circ$  sur bâbord.
- La perte de stabilité due aux carènes liquides est de  $90$  t·m.

Afin de supprimer la gîte, on envisage de faire un transfert transversal d'eau de mer entre les deux capacités suivantes : un ballast tribord dont le centre de gravité est à  $2,5$  m du plan longitudinal, et un ballast bâbord dont le centre de gravité est également situé à  $2,5$  m du plan longitudinal.

1 (valeur = 0,5)

Préciser le sens du transfert.

2 (valeur = 3,5)

Calculer le volume d'eau de mer à transférer d'un ballast vers l'autre.

3<sup>e</sup> QUESTION (valeur = 6)

Le déplacement d'un navire est de 1150 t, dans un port en eau de densité 1,025.

La position verticale du centre de gravité du navire est  $KG = 4,83$  m.

L'état des soutes est :

Liquide	Densité	Moment quadratique de la surface libre (en m <sup>4</sup> )
Eau douce	1,00	102
Diesel oil	0,85	150
Huile	0,90	85

Tableau des bras de levier de redressement KN, en mètres (données pantocarènes) :

Gîte (°)	0	10	20	30	40	50	60	70
KN (m)	0	0,91	1,94	2,92	3,72	4,18	4,20	4,13

1 (valeur = 2)

Tracer la courbe des bras de levier de redressement GZ corrigée de l'effet des carènes liquides.

Construire la courbe des bras de levier de redressement sur l'**ANNEXE À COMPLÉTER 1**.

**On prendra en abscisse 2 cm pour 10° et en ordonnée 1 cm pour 10 cm de bras de levier.**

2 (valeur = 1)

Déterminer graphiquement la valeur de la distance métacentrique initiale corrigée des effets de carènes liquides (GfMt).

3 (valeur = 2)

Le mouvement de 20 tonnes de matériel vers tribord sur une distance de 8 mètres provoque une gîte importante.

Tracer sur le même graphique des bras de levier de redressement de l' **ANNEXE À COMPLÉTER 1**, la courbe des bras de levier inclinant correspondant à ce mouvement de cargaison.

4 (valeur = 1)

Déterminer graphiquement la gîte à l'équilibre due à ce mouvement de cargaison.

*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

## TABLEAU DES SYMBOLES POUVANT ÊTRE UTILISÉS EN STABILITÉ DU NAVIRE

Ab	Définition	Unité
$\theta$	Angle d'inclinaison transversal (gîte)	°
<b>B</b>	Centre de carène	
<b>B</b>	Plus grande largeur du navire	m
<b>D</b>	Différence	m
<b>F</b>	Centre à la flottaison	
<b>G</b>	Centre de gravité	
<b>GM<sub>L</sub></b>	Distance métacentrique longitudinale	m
<b>GM<sub>T</sub></b>	Distance métacentrique transversal	m
<b>GZ</b>	Moment du couple de redressement	
<b>I</b>	Moment d'inertie d'une surface libre	m <sup>4</sup>
<b>K</b>	Point, sur la ligne d'eau OH, origine des distances verticales	
<b>K<sub>x</sub></b>	Distance verticale du point « x » / ligne de base	m
<b>LC<sub>x</sub></b>	Distance longitudinale du point « x » / PP <sub>AR</sub>	m
<b>L<sub>OA</sub></b>	Longueur hors tout du navire	m
<b>L<sub>PP</sub></b>	Longueur entre perpendiculaires	m
<b>M<sub>L</sub></b>	Métacentre longitudinal	
<b>MSIL</b>	Module de stabilité initial longitudinal	m.t
<b>MSIT</b>	Module de stabilité initial transversal	m.t
<b>M<sub>T</sub></b>	Métacentre transversal	
<b>MTC</b>	Moment nécessaire pour une variation de tirant d'eau de 1 cm	
<b>P</b>	Déplacement	t
<b>PP<sub>AR</sub></b>	Perpendiculaire arrière	
<b>PP<sub>AV</sub></b>	Perpendiculaire avant	
<b>PP<sub>mil</sub></b>	Perpendiculaire milieu	
<b>T<sub>AR</sub></b>	Tirant d'eau arrière	m
<b>T<sub>AV</sub></b>	Tirant d'eau avant	m
<b>TC<sub>x</sub></b>	Distance transversale du point « x » / axe milieu (td + / bd -)	m
<b>T<sub>mil</sub></b>	Tirant d'eau milieu	m
<b>T<sub>moy</sub></b>	Tirant d'eau moyen	m
<b>TPC</b>	Poids nécessaire pour enfoncer le navire de 1 cm	t
<b>T<sub>x</sub></b>	Tirant d'eau au point « x »	m
<b>X<sub>x</sub></b>	Distance longitudinale du point « x » / PP <sub>AR</sub>	m
<b>Y<sub>x</sub></b>	Distance transversale du point « x » / l'axe milieu du navire (td + / bd -)	m
<b>Z<sub>x</sub></b>	Distance verticale du point « x » / ligne de base	m
$\alpha$	Angle d'inclinaison longitudinal (assiette)	°
$\pi$	Poussée d'Archimède	t
$\varpi$	Densité du liquide porteur (eau de mer)	
$\varpi.l$	Carène liquide	t.m

**ANNEXE SUPPORT 2**

**NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN**

**Eléments hydrostatiques pour le navire sans différence**

<b>T (m)</b>	<b>V (m3)</b>	<b>P (t)</b>	<b>LCF (m)</b>	<b>LCB (m)</b>	<b>KB (m)</b>	<b>KMT (m)</b>	<b>KML (m)</b>
<b>2.40</b>	<b>1001</b>	<b>1026</b>	<b>39.82</b>	<b>43.70</b>	<b>1.67</b>	<b>10.87</b>	<b>358.3</b>
<b>2.50</b>	<b>1085</b>	<b>1112</b>	<b>39.72</b>	<b>43.40</b>	<b>1.74</b>	<b>10.58</b>	<b>348.8</b>
<b>2.60</b>	<b>1179</b>	<b>1208</b>	<b>39.63</b>	<b>43.10</b>	<b>1.80</b>	<b>10.29</b>	<b>338.9</b>
<b>2.70</b>	<b>1253</b>	<b>1284</b>	<b>39.54</b>	<b>42.86</b>	<b>1.86</b>	<b>10.01</b>	<b>329.0</b>

T : Tirant d'eau du navire en F

V : Volume de carène

P : Déplacement du navire en eau de mer de densité 1.025

LCF : Position longitudinale de F par rapport à la perpendiculaire arrière

LCB : Position longitudinale de B par rapport à la perpendiculaire arrière

KB : Position verticale de B par rapport à la ligne d'eau zéro

KMT : Position verticale du métacentre transversal au-dessus de la ligne d'eau zéro

KML : Position verticale du métacentre longitudinal au-dessus de la ligne d'eau zéro

NUMERO DE PLACE :

**NE RIEN INSCRIRE AU DESSUS DE CETTE LIGNE (sauf n° de place)**

---

**ANNEXE À COMPLÉTER 1**

**Document à rendre avec la copie d'examen**