

Officier chef de quart passerelle**P3-3 2 Stabilité****Durée : 1 h 30 min**

Est autorisé l'usage d'une calculatrice de poche y compris une calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique à condition que son fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

1^{re} QUESTION (valeur = 10)

Un navire de longueur entre perpendiculaires LPP = 165 m se trouve dans un port en eau de densité 1,025.

Il est sans gîte. Les tirants d'eau sur les perpendiculaires arrière et avant valent respectivement :

- TAR = 8,80 m
- TAV = 8,16 m.

La position verticale du centre de gravité du navire au-dessus de la ligne OH est VCG = 8,54 m.

Le moment de l'ensemble des effets de carènes liquides est évalué à 2 300 t.m.

Les éléments nécessaires aux calculs figurent en annexes supports 1 et 2.

1 (valeur = 4)

Calculer le déplacement du navire à l'appareillage ainsi que la position longitudinale du centre de gravité du navire (LCG).

2 (valeur = 1)

Déterminer la distance métacentrique initiale transversale corrigée de l'effet de carène liquide.

3 (valeur = 2)

Construire la courbe représentative des bras de levier de redressement en fonction de la gîte.

4 (valeur = 1)

Vérifier les critères suivants de stabilité :

- Angle correspondant au bras de levier de redressement maximum supérieur à 25° .
- Bras de levier de redressement à 30° supérieur à 0,20m.

5 (valeur = 2)

On envisage un ripage latéral de cargaison survenant brutalement à partir de la position droite, équivalent à un déplacement transversal de 500 tonnes sur une distance de 13 mètres.

5.1 (valeur = 0.5)

Tracer la courbe des bras de levier du moment inclinant correspondant au ripage.

5.2 (valeur = 1)

Déterminer la gîte d'équilibre que prendrait le navire après amortissements des oscillations.

5.3 (valeur = 0.5)

Déterminer à l'aide du graphique, la valeur maximale que pourrait atteindre la gîte, d'un point de vue dynamique.

2^e QUESTION (valeur = 10)

Un navire de longueur entre perpendiculaires LPP = 165 m se trouve dans un port où la densité de l'eau de mer est $d = 1,025$.

Les poids se répartissent à bord de la façon suivante :

Désignation	Poids (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t.m)
Navire lège	8 300	74,05	0	7,23	-
Combustible et huile	2 000	99,00	+ 0,30	2,75	1300
Ballasts eau de mer	800	110,00	- 0,75	2,80	500
Eau douce	300	17,00	- 2,80	5,20	100
Chargement	13 800	90,50	0	9,80	-

LCG, TCG et VCG sont les distances respectives des poids :

- à la perpendiculaire arrière ;
- au plan longitudinal de symétrie du navire (sens positif vers bâbord) ;
- à la ligne d'eau zéro.

FSM (Free Surface Moment) est le moment des pertes de stabilité provoquées par les carènes liquides.

Les éléments nécessaires aux calculs figurent en annexes supports 1 et 2.

1 (valeur = 2)

Calculer le déplacement et la position du centre de gravité du navire.

2 (valeur = 3)

Calculer les tirants d'eau sur perpendiculaires avant et arrière du navire, la distance métacentrique initiale transversale (compte tenu des carènes liquides) et la valeur de la gîte du navire.

3 (valeur = 1)

Pour redresser la gîte, on dispose de 2 ballasts symétriques disposés à bâbord et tribord. Leurs centres de volume sont éloignés de 19,70 mètres.

Calculer le volume d'eau de mer qu'il faut transférer entre ces deux ballasts pour annuler la gîte.

Ce transfert ne fait pas varier la côte verticale du centre de gravité du navire et n'entraîne pas de carène liquide supplémentaire.

4 (valeur = 1)

Pour régler l'assiette du navire, on dispose des peaks avant et arrière. Leurs centres de volume sont distants de 152,00 m.

Calculer le volume d'eau de mer qu'il faut transférer entre les deux peaks pour obtenir une différence de 0,50 m.

Ce transfert ne fait pas varier la côte verticale du centre de gravité du navire et n'entraîne pas de carène liquide supplémentaire.

5 (valeur = 3)

Le navire doit se rendre dans un port en eau saumâtre (densité = 1,010).

La consommation estimée pendant la traversée entre les deux ports est équivalente au débarquement de 480 t de la position $LC_g = 38,50$ m ; $V_{cg} = 1,60$ m ; $T_{cg} = 0,0$ m.

Les carènes liquides sont considérées comme inchangées.

Calculer les tirants d'eau sur perpendiculaires prévus à l'accostage et déterminer la hauteur métacentrique initiale transversale corrigée des carènes liquides à l'arrivée.

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 vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

ANNEXE SUPPORT 1

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN

Table des éléments hydrostatiques du navire

(Pour une eau de mer de densité 1,025 et une assiette nulle)

T (m)	P (t)	LCB (m)	KB (m))	KML (m)	KMT (m)	LCF (m)
7,50	21841,1	86,062	3,878	233,749	9,324	83,701
7,60	22155,4	86,028	3,929	231,826	9,313	83,603
7,70	22470,3	85,993	3,981	230,013	9,304	83,497
7,80	22785,9	85,957	4,033	228,310	9,298	83,388
7,90	23102,3	85,921	4,085	226,717	9,293	83,272
8,00	23422,1	85,864	4,138	226,036	9,291	83,070
8,10	23740,3	85,825	4,191	224,911	9,290	82,922
8,20	24059,4	85,785	4,242	223,795	9,290	82,778
8,30	24379,4	85,745	4,295	222,684	9,293	82,637
8,40	24700,3	85,703	4,347	221,585	9,297	82,498
8,50	25022,5	85,662	4,399	220,498	9,301	82,361
8,60	25345,0	85,619	4,452	219,436	9,308	82,225
8,70	25669,8	85,571	4,505	219,389	9,316	82,000
8,80	25995,2	85,524	4,557	218,591	9,323	81,860
8,90	26321,0	85,477	4,610	217,821	9,333	81,721
9,00	26647,7	85,430	4,663	217,076	9,343	81,583

T : tirant d'eau au centre de gravité de la surface de flottaison ;

P : déplacement du navire ;

LCB : distance du centre de carène à la perpendiculaire arrière ;

KB : distance du centre de carène à la ligne d'eau 0H ;

KML : distance du métacentre initial longitudinal à la ligne d'eau 0H ;

KMT : distance du métacentre initial transversal à la ligne d'eau 0H ;

LCF : distance du centre de gravité de la surface de flottaison à la perpendiculaire arrière.

ANNEXE SUPPORT 2

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN

PANTOCARENES

Le tableau suivant est un extrait des données pantocarènes KN en mètres.

T (m)	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
8,10	1,635	3,317	5,110	6,794	7,945	8,718	9,051	9,014	8,650
8,20	1,633	3,312	5,103	6,777	7,938	8,708	9,042	9,007	8,648
8,30	1,631	3,308	5,095	6,760	7,930	8,698	9,033	9,001	8,647
8,40	1,630	3,305	5,089	6,741	7,922	8,688	9,024	8,994	8,645
8,50	1,629	3,302	5,084	6,723	7,913	8,677	9,014	8,988	8,644
8,60	1,628	3,300	5,078	6,705	7,904	8,667	9,005	8,981	8,642

T : tirant d'eau au centre de gravité de la surface de flottaison ;

θ (°) = angle d'inclinaison du navire.

KN (m) = bras de levier de redressement, correspondant à une assiette nulle et à une côte nulle du centre de gravité du navire.