

Un navire d'une longueur entre perpendiculaires de L = 161,4 m., d'un déplacement P = 19537 t, flotte en eau de mer de densité d = 1,026.

Les coordonnées de son centre de gravité KG = 10,568 m et sont LCG = 77,632.

Un extrait des documents hydrostatiques indique :

P	T	LCB	LCF	KMT	KML	KB
20454,000	7,300	77,972	72,430	11,340	284,550	3,958
19298,000	7,000	78,294	73,010	11,550	285,390	3,771

Calculer :

- 1) le poids nécessaire pour enfoncer le navire de 1 cm., le TPC,
- 2) le moment nécessaire pour faire varier la différence de 1 cm, le MTC,
- 3) les tirants d'eau,
- 4) le module de stabilité initiale transversal et la distance métacentrique initiale transversale.

1) Calcul du TPC.

Le tableau des éléments hydrostatiques du navire nous donne le déplacement pour un tirant d'eau de 7,30 m et un déplacement pour un tirant d'eau de 7,00 m.

Différence des déplacements :

$$20454 - 19298 = 1156 \text{ t}$$

Différence des tirants d'eau :

$$7,30 - 7,00 = 0,30 \text{ m}$$

soit

$$1156 \text{ t pour } 0,30 \text{ m ou } 30 \text{ cm.}$$

ainsi

$$\text{TPC} = 1156 / 30 \text{ ou } \text{TPC} = 38,5 \text{ t/cm}$$

2) Calcul du MTC.

$$\text{MTC} = \text{MSIL} / (100 \times L_{PP}) \text{ avec } \text{MSIL} = P \times \text{GM}_L \text{ ou } \text{MSIL} = P \times (\text{KM}_L - \text{KG})$$

$$P = 19537 \text{ t.}$$

$$\text{KG} = 10,568 \text{ m}$$

$$\text{KM}_L \text{ doit être extrait du tableau hydrostatique } \text{KM}_L = 285,216 \text{ m}$$

Données d'entrée	P	T	LCB	LCF	KMT	KML	KB
20454,000	20454,000	7,300	77,972	72,430	11,340	284,550	3,958
19537,000	19537,000	7,062	78,227	72,890	11,507	285,216	3,810
19298,000	19298,000	7,000	78,294	73,010	11,550	285,390	3,771

Ainsi

$$\text{MSIL} = 19537 \times (285,216 - 10,568) \text{ ou } \text{MSIL} = 5291401,08$$

$$\text{MTC} = 5371698,15 / 16140 \text{ ou } \text{MTC} = 332,82 \text{ t.m/cm}$$

3) Calcul des tirants d'eau.

$$\text{Diff} = ((\text{LCB} - \text{LCG}) / (\text{KML} - \text{KG})) \times L \text{ ou } \text{Diff}_{cm} = P \times ((\text{LCB} - \text{LCG}) / \text{MTC})$$

et

$$T_{AV} = T_{F-} - ((\text{Diff} / L_{PP}) \times (L_{PP} - \text{LCF}))$$

$$T_{AR} = T_{F+} + ((\text{Diff} / L_{PP}) \times \text{LCF})$$

Ainsi

$$\text{Diff} = 0,35 \text{ m ou } \text{Diff}_{cm} = 35,457 \text{ cm}$$

et

avec TF = 7,062 et LCF = 72,890 extraits du tableau hydrostatique

$$T_{AV} = 6,870 \text{ m } T_{AR} = 7,22 \text{ m}$$

4) Calcul du MSIT et de KMT.

Dans le formulaire nous trouvons la formule suivante :
 $MSIT = P \times GM_T$ avec $GM_T = KM_T - KG$

$KG = 10,568$ m est donné $KM_T = 11,507$ m est extrait du tableau hydrostatique.
 $GM_T = 0,939$ m et $MSIT = 18345,24$ t.m

En fin d'opérations commerciales les tirants d'eau relevés sont :

$T'_{AV} = 6,50$ m et $T'_{AR} = 7,90$ m, $GM_T = 0,54$ m.

Calculer :

- 1) le poids de la marchandise embraquée,
- 2) les nouvelles coordonnées du centre de gravité.

1) Poids de la marchandise embraquée.

Utiliser les données du tableau hydrostatique (rappelons que nous ne devons entrer dans ce tableau qu'avec le T_F .)

- a) Dans un premier temps nous allons extraire du tableau hydrostatique la LCF, avec le T'_{MOY} et calculerons la Diff de tirants d'eau après chargement.
- b) Avec cette nouvelle LCF nous calculerons T_F avec : $T_F = T_{AR} - ((Diff / L_{PP}) \times LCF)$
- c) puis revenir dans le tableau avec T_F en entrée et extraire le nouveau déplacement.
- d) faire la différence P avant chargement et P' après chargement.

a) $T'_{MOY} = (T'_{AR} + T'_{AV}) / 2$ soit $T'_{MOY} = 7,20$ m et $Diff = T_{AR} - T_{AV}$ soit $Diff = 1,40$ m

Données d'entrée	LCF
7,300	72,430
7,200	72,623
7,000	73,010

$LCF = 72,623$ m

b) $T_F = T_{AR} - ((Diff / L_{PP}) \times LCF)$ soit $T_F = 7,27$ m

c)

Données d'entrée	P
7,300	20454,000
7,270	20338,400
7,000	19298,000

d)

$P' = 20338,4$ t d'où $P' - P = 20338,4 - 19537 = 801,4$ t.

Poids de la marchandise embarquée 801,4 t.

2) Calcul des nouvelles coordonnées de G, soit KG et LCG.

Calcul de KG : avec $GM_T = KM_T - KG$

avec $GM_T = 0,54$ m (donné) et $KM_T = 11,361$ m extrait du tableau hydrostatique.

Données d'entrée	P	KMT
7,300	20454,000	11,340
7,270	20338,400	11,361
7,000	19298,000	11,550

Ainsi $KG = 10,82$ m

Calcul de LCG : avec $Diff = ((LCB - LCG) / (KML - KG)) \times L$
soit $LCG = LCB - ((Diff / L) \times KML - KG)$

KML = 284,634 m et LCB 78,004 m sont extrait du tableau hydrostatique KG = 10,82 m calculé plus haut.

Données d'entrée	P	LCB	KML
7,300	20454,000	77,972	284,550
7,270	20338,400	78,004	284,634
7,000	19298,000	78,294	285,390

Ainsi LCG = 75,62 m

On déplace à bord un colis de 100 t. Calculer l'effet sur la stabilité et sur la position d'équilibre du navire sachant que ce colis est élevé de 30 mètres, déplacé de 100 mètres sur l'avant et à 10 mètres sur tribord.

Un mouvement de poids est étudié en suivant les trois déplacements dans l'ordre, ne sont demandés que les effets du 1) et 3) :

- 1) mouvement vertical variation du MSIT,
- 2) mouvement longitudinal : assiette et tirants d'eau
- 3) mouvement transversal : gîte

1) Calcul du nouveau MSIT.

Le poids est élevé donc diminution du MSIT. Le MSIT sera réduit du produit $p \times z$ (distance d'élévation) :

soit : $100 \times 30 = 3000 \text{ t.m}$

$MSIT = P \times GM_T$ avec $P = 20338 \text{ t}$ et $GMT = 0,54$ soit $MSIT = 10982,52 \text{ t.m}$

d'où

$MSIT' = MSIT - (p \times z)$ ou $MSIT' = 7982,52 \text{ t.m}$

3) Calcul de la gîte.

$\tan \Theta = p \times y / MSIT'$ soit $\tan \Theta = 0,13$ ou $\Theta = 7^\circ$ sur tribord