

ÉPREUVE D'ÉTUDE ET CONCEPTION
U- 41 SOUS-ÉPREUVE ÉTUDE DU NAVIRE

DOCK FLOTTANT

Durée : 4 heures

Coefficient : 2,5 (50 points)

Aucun document autorisé

COMPOSITION DU DOSSIER :

Mise en situation : page 1/1

Texte et questions : pages 1/4 , 2/4, 3/4, 4/4

Documents :

Document 1 Géométrie du dock flottant

Document 2 Plan de capacité du dock flottant

Document 3 Tableau récapitulatif

Chemise à rendre avec :

- Vos **copies numérotées** (1/n, 2/n,3/n....)
- Document 3 Tableau récapitulatif dûment complété

BTS CONSTRUCTION NAVALE

ÉPREUVE D'ÉTUDE ET CONCEPTION

MISE EN SITUATION

Le dock ci-dessous est utilisé pour des navires qui doivent caréner, subir une visite ou une réparation sur ses œuvres vives.

Les navires en question entrent par flottaison dans le radier du dock flottant qui est immergé grâce au ballastage de ses capacités.

Le déballastage du dock permet d'émerger complètement le navire à l'intérieur de son radier. On comprend l'importance de l'étude de stabilité transversale, dans les différentes phases de ballastage et déballastage de ce dock flottant.



BTS CONSTRUCTION NAVALE

ÉPREUVE DE CONNAISSANCE DU NAVIRE

A partir des données ci-après on demande d'étudier la stabilité transversale d'un dock flottant avec un navire devant être mis au sec lors des différentes opérations de ballastage.

Avertissement

Les notations indicées par :

D concernent le **D**ock

N concernent le **N**avire

B concernent le **B**allastage

T concernent l'ensemble Dock + Ballastage + Navire

Exemples : Σ_D = surface de flottaison du dock

$K_D G_T$ = hauteur du centre de gravité de l'ensemble (navire + dock ballasté) par rapport à la ligne de base du dock.

La masse volumique de l'eau de mer : $\rho_{EM} = 1\,025 \text{ kg/m}^3$

L'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$

A) Étude du dock seul

Caractéristiques du dock (cf. document 1 et document 2)

Déplacement du dock lège	$\Delta_{DO} = 23\,000 \text{ t}$
Position du centre de gravité du dock lège en longueur.....	$X_{GO} = 138,5 \text{ m}$
Position du centre de gravité du dock lège en hauteur.....	$K_D G_O = 9,5 \text{ m}$
Tirant d'eau max.....	$T_{\text{maxi}} = 17 \text{ m}$
Tirant d'eau max. admissible avec le navire échoué et asséché ...	$T_{\text{adm}} = 4,9 \text{ m}$

Question 1 Donnez une définition des termes ci-après concernant ce dock :

- œuvres vives
- table des capacités
- stabilité transversale

Question 2 Déterminez les caractéristiques dimensionnelles et le déplacement maximum des navires pouvant être mis au sec par ce dock.

Données hydrostatiques relatives au dock seul

a - 1° Volume déplacé du dock ∇_D

$$\begin{aligned} \text{si } T_D < 5,5 \text{ m} & \quad \nabla_D = 17\,894 T_D \quad (\text{m}^3) \\ \text{si } T_D = T_1 = 5,5 \text{ m} & \quad \nabla_1 = 98\,418 \quad (\text{m}^3) \\ \text{si } T_D > 5,5 \text{ m} & \quad \nabla_D = 2\,770 T_D + 83\,183 \quad (\text{m}^3) \end{aligned}$$

a - 2° Centre de carène du dock : position en hauteur $K_D B_D$

$$\begin{aligned} \text{si } T_D < 5,5 \text{ m} & \quad K_D B_D = \frac{T_D}{2} \quad (\text{m}) \\ \text{si } T_D > 5,5 \text{ m} & \quad K_D B_D = \frac{T_D}{2} \cdot \left[1 - \frac{\nabla_1}{\nabla_D} \right] + \frac{T_1}{2} \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

a - 3° Inertie de la surface de flottaison : (on néglige la présence des tins)

$$\begin{aligned} \text{si } T_D < 5,5 \text{ m} & \quad I_x(\Sigma_D) = 6\,222\,947 \quad (\text{m}^4) \\ \text{si } T_D > 5,5 \text{ m} & \quad I_x(\Sigma_D) = 2\,465\,642 \quad (\text{m}^4) \end{aligned}$$

a - 4° Ballastage : h = hauteur d'eau dans les capacités de ballastage (en m)

Poids de ballast :

$$\begin{aligned} h < 5,5 \text{ m} & \quad P_B = 183,416 h \quad (\text{MN}) \\ h = h_1 = 5,5 \text{ m} & \quad P_{1B} = 1\,008,79 \quad (\text{MN}) \\ h > 5,5 \text{ m} & \quad P_B = 28,39 h + 852,63 \quad (\text{MN}) \end{aligned}$$

Hauteur du centre de gravité du ballast : $K_D G_B$

$$\begin{aligned} h < 5,5 \text{ m} & \quad K_D G_B = h / 2 \quad (\text{m}) \\ h > 5,5 \text{ m} & \quad K_D G_B = \frac{h_1}{2} + \frac{h}{2} \left[1 - \frac{P_{1B}}{P_B} \right] \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

a - 5° Hauteur du centre de gravité G^* du sous ensemble dock + ballast : $K_D G^*$.

$$K_D G^* = \frac{2\,185 + P_B \cdot K_D G_B}{230 + P_B}$$

a - 6° Correction de carènes liquides :

$$\begin{aligned} h < 5,5 \text{ m} & \quad \delta G_{CL} = \frac{388\,934}{\nabla_D} \quad (\text{m}) \\ h > 5,5 \text{ m} & \quad \delta G_{CL} = \frac{5\,770}{\nabla_D} \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

Question 3 Démontrez que pour un tirant d'eau $T_D > 5,5$ m l'inertie de la surface de flottaison du dock est : $I_x(\Sigma_D) = 2\,465\,642 \text{ m}^4$

Question 4 Calculez le tirant d'eau du dock seul lorsque ses ballasts sont vides.

Question 5 Donnez les expressions numériques de $K_D M_D$ en fonction de T_D seulement.

5-1 pour $T_D < 5,5$ m.

5-2 pour $T_D > 5,5$ m.

B) Étude du navire mis au sec

Caractéristiques du navire mis au sec

Longueur entre perpendiculaires	$L_{PP} = 250 \text{ m}$
Déplacement	$\Delta_N = 51\,250 \text{ t}$
Hauteur du centre de gravité	$K_N G_N = 17 \text{ m}$
Tirant d'eau moyen correspondant	$T_N = 5 \text{ m}$
Inertie de la surface de flottaison	$I_x (\Sigma_N) = 1,333 \cdot 10^6 \text{ m}^4$
(supposée constante quelque soit le tirant d'eau T_N)	

Données hydrostatiques relatives au navire mis au sec :

b - 1° Volume déplacé du navire ∇_N en fonction du tirant d'eau : $\nabla_N = 10\,000 T_N$

Remarque : T_N = tirant d'eau du navire donc rapporté à sa ligne de base.

b - 2° Position en hauteur du centre de carène du navire : $K_N B_N = \frac{T_N}{2}$

Question 6 Déterminez pour $T_N = 5 \text{ m}$ le module de stabilité transversal initial du navire seul ($P_N \cdot G_N M_N$) en MN.m.

C) Étude de l'ensemble navire + dock ballasté

Question 7 Calculez le tirant d'eau minimum du dock T_{DE} permettant l'échouage du navire.

Question 8 Pour $7,3 \text{ m} < T_D < T_{De}$ et en tenant compte que $T_N = T_D - 7,3$ trouvez les expressions :

8-1 du volume de carène de l'ensemble $\nabla_T = f(\nabla_N, \nabla_D)$.

8-2 du poids de l'ensemble $P_T = f(P_N, \nabla_D, P_B)$.

8-3 de l'inertie de la surface de flottaison $I_x (\Sigma_T) = f[I_x (\Sigma_N), I_x (\Sigma_D)]$.

8-4 de la hauteur du centre de carène $K_D B_T = f(K_D B_N, K_D B_D, \nabla_T, \nabla_D, \nabla_N)$

8-5 de la hauteur du centre de gravité $K_D G_T = f(K_D G^*, P^*, \nabla_T, \nabla_N, K_D G_N)$

G^* = barycentre des centres de gravité du dock léger et du ballast

$P^* = P_{D0} + P_B$

8-6 du module de stabilité de l'ensemble lorsque le navire échoue :

$$P_T G_{CLT} M = f(P_N, G_N M_N, P^* G_{CL}^* M)$$

Justifiez cette dernière réponse.

8-7 Pour $T_D = 7,30$ m et T_{DE} , effectuez les calculs et donnez les résultats qui seront consignés dans le tableau (document 3) et, sur feuille de copie la manière dont ils sont obtenus.

D) Équilibrage du dock

Le navire arrive avec une assiette de 2,80 m (navire sur cul) et une gîte de 3° sur tribord. Pour pouvoir s'échouer convenablement on considère que le navire doit avoir une assiette relative par rapport au dock de 0,30 m ainsi qu'une gîte nulle par rapport au dock.

Question 9 Déduire l'assiette et la gîte à donner au dock pour remplir les conditions énoncées ci-dessus.

Question 10 En tenant compte des données ci-dessous calculez la distance métacentrique longitudinale correspondant à $T_D = 12,3$ m.

Question 11 Calculez le moment inclinant longitudinal et le moment inclinant transversal à appliquer pour réaliser les conditions énoncées ci-dessus.

Caractéristiques du dock seul juste avant l'échouage et l'équilibrage :

$\nabla_D = 117\,254 \text{ m}^3$	$K_D B_D = 3,74 \text{ m}$
$K_D M_D = 24,77 \text{ m}$	$K_D G^* = 3,96 \text{ m}$
$h = 5,3 \text{ m}$	$G_{CL}^* M_D = 17,49 \text{ m}$
$P_B = 971,85 \text{ MN}$	$P^* G_{CL}^* = 2,102 \cdot 10^4 \text{ MN.m}$

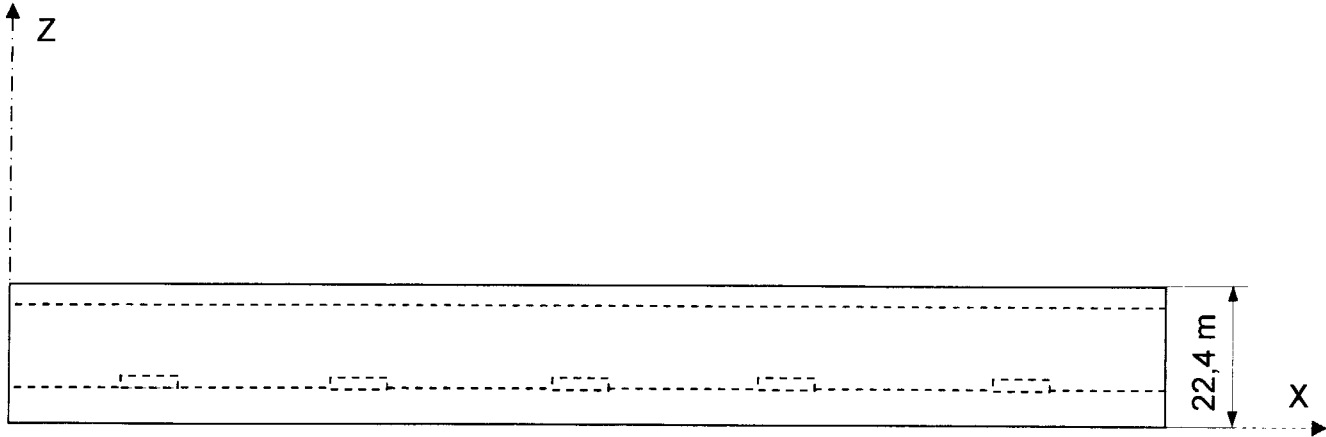
L'influence des carènes liquides est ici négligeable (96,4 % du remplissage)

E) Échantillonnage du dock

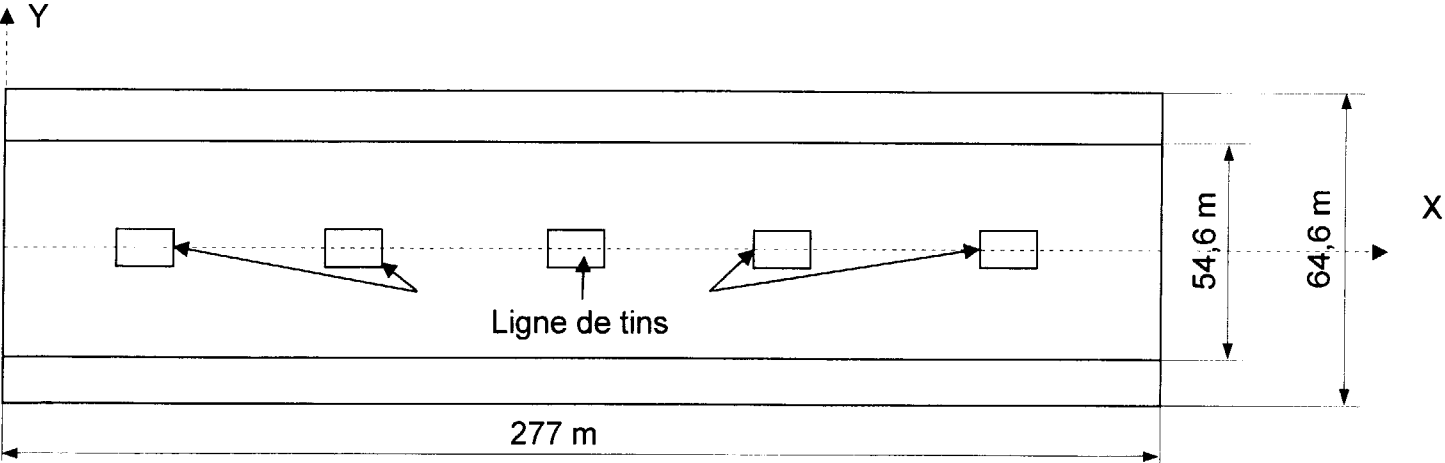
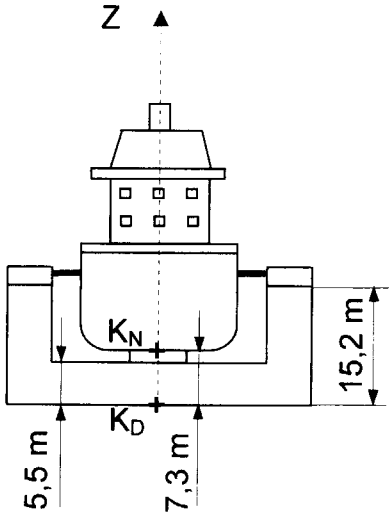
Question 12 Connaissant le déplacement, la répartition des poids par mètre de longueur de l'ensemble navire plus dock ainsi que les éléments BONJEAN relatifs au dock.

Donnez la méthode de calcul pour valider l'échantillonnage de la coupe au maître du dock.

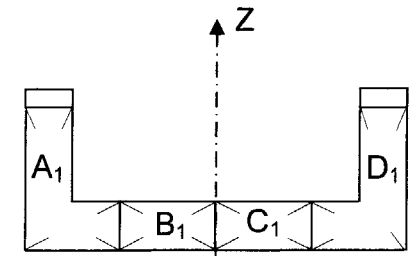
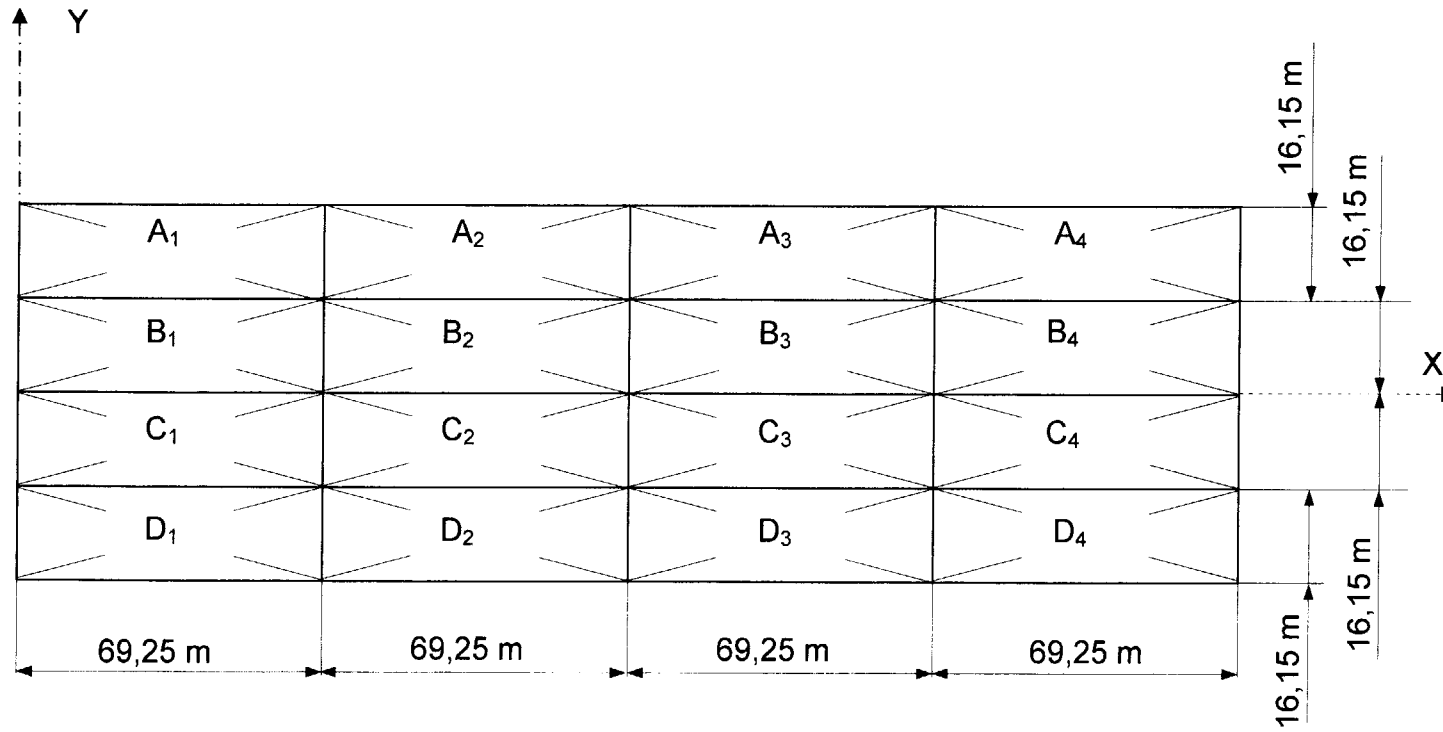
GÉOMÉTRIE DU DOCK FLOTTANT



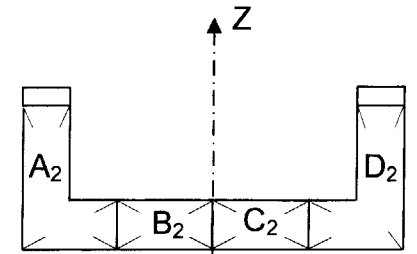
Dock vide



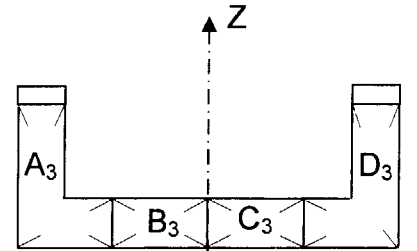
PLAN DE CAPACITÉ DU DOCK



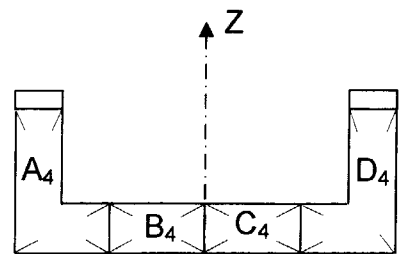
Couple 3



Couple 8



Couple 13



Couple 18

Question 8-7 Tableau récapitulatif des résultats pour l'ensemble navire + dock au tirant d'eau du dock de 7,3 m

T_D	∇_D	∇_N	∇_T	$K_D B_D$	$K_D B_N$	$K_D B_T$	$I_x (\Sigma_T)$	$K_D M_T$	P_B	h	$K_D G_B$	$K_D G_T$	$G_T G_{CLT}$	$K_D G_{CLT}$	$G_{CLT} M$	$P_T \cdot G_{CLT} M$
(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴)	(m)	(MN)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MN.m)
7,30																
T_{DE}																

- T_D Tirant du dock
- ∇_D Volume du dock
- ∇_N Volume du navire
- ∇_T Volume du navire + dock
- $K_D B_D$ Centre de carène du dock par rapport à la 0H du dock
- $K_D B_N$ Centre de carène du navire par rapport à la 0H du dock
- $K_D B_T$ Centre de carène du navire + dock par rapport à la 0H du dock
- $I_x (\Sigma_T)$ Inertie de la surface de flottaison du navire + dock
- $K_D M_T$ Distance du métacentre transversal du navire + dock par rapport à la 0H du dock
- P_B Poids de ballast
- h Sonde de ballast
- $K_D G_B$ Distance du centre de gravité du ballast par rapport à la 0H du dock
- $K_D G_T$ Distance du centre de gravité du navire + dock par rapport à la 0H du dock
- $G_T G_{CLT}$ Distance du centre de gravité fluide due aux carènes liquides
- $K_D G_{CLT}$ Distance du centre de gravité fluide par rapport à la 0H du dock
- $G_{CLT} M$ Distance métacentrique transversale du navire + dock
- $P_T \cdot G_{CLT} M$ Module de stabilité transversale du navire + dock

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE

Nom :

.....

N° :

.....