



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BTS CONSTRUCTION NAVALE

SESSION 2009

ÉPREUVE D'ÉTUDE ET CONCEPTION

Sous-épreuve U42 : Étude d'un élément du navire

ÉTUDE DU GOUVERNAIL SUR UN NAVIRE À PASSAGERS

Temps alloué : 4 heures

Coefficient 2,5 : 50 pts

Tous documents et calculatrices autorisés

Le sujet comporte **4 parties indépendantes** :

- | | |
|--|---------------|
| 1. Analyse de plans | 11 pts |
| 2. Échantillonnage de la mèche des safrans | 18 pts |
| 3. Étude de l'appareil à gouverner | 11 pts |
| 4. Conception du support de vérin | 10 pts |

Composition du sujet :

		Format
Texte du sujet : feuilles jaunes	<i>Pages 1/4 à 4/4</i>	A4
Documents techniques et réponses : feuilles blanches.		
▪ Présentation du navire	<i>Document 1</i>	A3
▪ Plan jaumière et transmission	<i>Document 2</i>	A1
▪ Plan safran	<i>Document 3</i>	A1
▪ Règlement BV gouvernail	<i>Document 4</i>	A4
▪ Documentation technique appareils à gouverner LS	<i>Document 5 pages 1/5 à 5/5</i>	A4
▪ Document réponse 1 ^{ère} et 2 ^{ème} partie	<i>Document réponse 6</i>	A4
▪ Document réponse 3 ^{ème} partie	<i>Document réponse 7</i>	A4
▪ Document réponse 4 ^{ème} partie	<i>Document réponse 8</i>	A2

Documents à rendre :

Les documents réponse 6 à 8 sont à rendre même s'ils ne sont pas complétés.

Présentation (voir documents 1 à 3)

L'étude porte sur le gouvernail d'une vedette en aluminium de 200 passagers pour le lac Léman. Le plan d'ensemble et les caractéristiques générales du navire sont définis sur le *document 1*.

Le gouvernail (plans *documents 2 et 3*) est constitué :

- de 2 safrans en acier.
- de 2 tubes de jaumière en aluminium soudés à la structure du navire par l'intermédiaire de 2 caissons de jaumière (tribord et bâbord).
- d'un système de transmission composé de 2 bras de mèche et d'une barre de liaison.
- d'un appareil à gouverner hydraulique dont le vérin hydraulique est monté sur la mèche tribord.
- d'une barre franche de secours à monter sur l'extrémité de mèche bâbord.

Notes aux candidats :

- les 4 parties d'étude sont indépendantes, il est néanmoins préférable de traiter la 1^{ère} partie (analyse de plans) en début d'épreuve.
- des résultats intermédiaires en gras sont donnés dans les parties 2 et 3.

1. Analyse de plans (documents 1 à 3)

1.1. Définir la position des axes de mèche par rapport à la PPAR et par rapport à la CL.

1.2. Analyse des caissons de jaumière (document 2). Ceux-ci sont délimités d'une part par le bordé (fond et tableau arrière) et d'autre part par 4 tôles ajoutées (1 tôle horizontale supérieure, 2 tôles longitudinales et 1 tôle transversale avant).

1.2.1. Quelle est l'épaisseur des tôles ajoutées des caissons ?

1.2.2. Compléter le tableau du *document réponse 6* en précisant pour chaque tôle du caisson bâbord:

- le numéro de pièce référencé sur le *document 2*
- l'élément de référence permettant de positionner la tôle : BL, CL ou PPAR.
- la position des différentes tôles par rapport à son élément de référence (cote en mm).

1.2.3. Quelle est la nature des raidisseurs de la tôle supérieure (en transversal et en longitudinal)?

1.2.4. Justifier l'utilisation de 2 pièces intermédiaires 2026 et 2027 permettant le soudage du tube de jaumière sur son caisson.

1.3. Analyse des safrans.

1.3.1. Définir l'épaisseur du bordé ainsi que celle des raidisseurs.

1.3.2. Comment sont réalisées les soudures des bordés bâbord et tribord sur les raidisseurs? Justifier l'utilisation de techniques de soudage différentes sur les 2 bordés.

1.3.3. La mèche est réalisée en 2 parties. Comment est réalisé l'assemblage de la mèche supérieure et inférieure? Pourquoi réaliser la mèche en 2 parties?

1.3.4. Quels sont les organes réalisant le guidage de la mèche dans le tube de jaumière sur les paliers supérieurs et inférieurs?

1.3.5. Quel est le rôle de la chemise inox sur la mèche au niveau du palier inférieur?

2. Vérification réglementaire de l'échantillonnage de la mèche de safran

Données :

- Vitesse d'échantillonnage en marche avant $V = 30 \text{ km/h}^*$
- Masse volumique de l'eau douce $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Caractéristiques mécaniques de l'acier XC18S : $R_e = 290 \text{ Mpa}$, $470 < R_m < 650 \text{ Mpa}$
- Critère de résistance de Von-Mises (adopté par le calcul réglementaire)
- Profil du safran NACA 0017
- Mention de navigation : zone abritée (sheltered area)

*La vitesse maxi en marche arrière étant 2 fois plus faible qu'en marche avant, on considérera la marche avant comme échantillonnante pour le safran.

2.1. Détermination des caractéristiques géométriques du safran

2.1.1. Relever ou calculer les différentes dimensions du safran utiles pour le calcul réglementaire (*document 3*) et pour cela remplir le tableau du *document réponse 6*. Les cotes a et b sont définies à mi-portée des paliers. D1 et D2 représentent les diamètres de la mèche au niveau des paliers.

2.1.2. En déduire:

- la corde moyenne $L_g = 1/2(L_{g\text{maxi}} + L_{g\text{mini}})$ en m
- la compensation moyenne $L_c = 1/2(L_{c\text{maxi}} + L_{c\text{mini}})$ en m
- la surface S d'un safran (surface grisée sur *document réponse 6*) en m^2
- la surface de compensation S_c (surface en avant de l'axe de mèche) en m^2
- l'allongement $A = \frac{H^2}{S}$

2.2. Calcul de la charge hydrodynamique sur le safran

La charge hydrodynamique R_H en N est donnée réglementairement par $R_H = \frac{1}{2} \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \cdot n_R \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$ avec :

- r_1 coefficient de forme = $\frac{A+2}{3}$ où A = allongement du safran et $r_1 \leq 2$.
- r_2 coefficient de profil (voir *document 4*)
- r_3 coefficient de vitesse (voir *document 4*)
- n_R coefficient de navigation (voir *document 4*)
- ρ masse volumique de l'eau en kg/m^3
- S surface du safran en m^2
- V vitesse du navire en m/s

Calculer la résultante hydrodynamique R_H en N

Pour la suite du problème, on prendra $R_H = 18500 \text{ N}$

2.3. Calcul réglementaire du moment de torsion M_t sur la mèche du safran

Le moment de torsion M_t sur la mèche est donné par $M_t = R_H \cdot r$

où r, distance en m de R_H à l'axe de rotation de la mèche, est la plus grande des 2 valeurs:

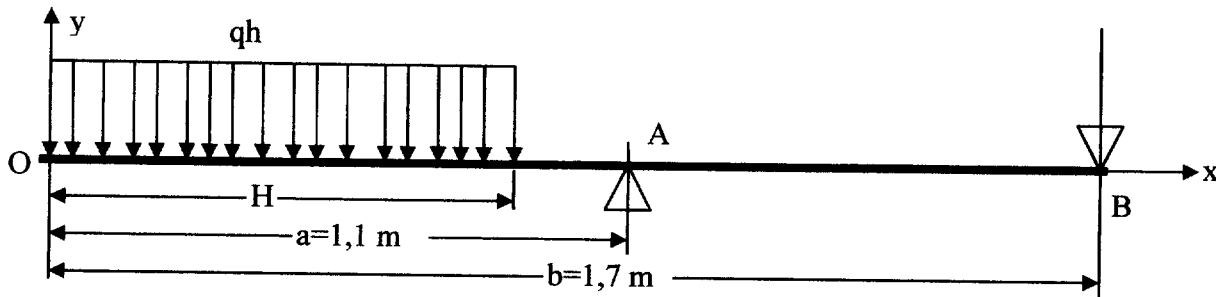
$$r = L_g \cdot \left(0,33 - \frac{S_c}{S}\right) \text{ et } r = 0,1 \cdot L_g$$

avec : L_g valeur en m de la corde moyenne du safran, S surface du safran et S_c surface de compensation.

2.3.1. Calculer le moment de torsion M_t en N.m

2.3.2. Calculer, pour ce safran, le moment de torsion qu'il y aurait dans la mèche sans compensation. Conclure.

2.4. Calcul du moment fléchissant $M_fz(x)$ et de l'effort tranchant $Ty(x)$ sur un safran avec sa mèche
Le safran avec sa mèche est assimilé à une poutre en appui sur chaque palier, la charge hydrodynamique R_H est supposée uniformément répartie sur la hauteur H du safran.



- 2.4.1. Calculer la charge hydrodynamique répartie q_h en N/m
- 2.4.2. Calculer les réactions aux appuis Y_A et Y_B (on prendra pour a et b les valeurs indiquées ci-dessus).
- 2.4.3. Calculer et tracer les diagrammes de l'effort tranchant $Ty(x)$ et du moment fléchissant $M_fz(x)$.
- 2.4.4. Donner les valeurs de M_fz et Ty aux points A et B.

Pour la suite du problème on prendra : $M_t = 1040$ N.m, $M_fz = 11655$ N.m en A et $M_fz = 0$ en B.

2.5. Calcul règlementaire du diamètre D de la mèche

Le diamètre D de la mèche en mm ne doit pas être inférieur à : $D = 4,2(M_t.k_1)^{1/3} \cdot \left[1 + \frac{4}{3} \left(\frac{M_fz}{M_t} \right)^2 \right]^{1/6}$

- k_1 coefficient de matériau défini sur le *document 4*
- M_t et M_fz exprimés en N.m

- 2.5.1. Calculer les diamètres règlementaires D_1 et D_2 minimum. Conclure par rapport aux diamètres effectifs de la mèche.
- 2.5.2. Calculer au niveau du palier inférieur la contrainte normale maxi due au moment fléchissant et la contrainte tangentielle maxi due au moment de torsion. Calculer la contrainte combinée de Von-Mises. En déduire le coefficient de sécurité adopté par le calcul règlementaire pour l'échantillonnage de la mèche.

3. Étude de l'appareil à gouverner (document 5)

L'appareil à gouverner hydraulique est constitué (*document 5 pages 1/5 et 2/5*):

- d'un vérin hydraulique double tige 4 monté sur le bras de mèche tribord.
- d'une pompe manuelle 1 actionnée par la barre à roue.
- d'un groupe hydraulique 2 actionné par un moteur électrique.

Le gouvernail peut fonctionner suivant 3 configurations :

- *Configuration 1 pilote automatique*: le gouvernail est actionné par le groupe hydraulique 2
- *Configuration 2 mode manuel*: le gouvernail est actionné par la pompe manuelle 1
- *Configuration 3 barre franche de secours*: le gouvernail est actionné par une barre franche montée sur la mèche bâbord.

3.1. Étude du schéma hydraulique (document 5 page 2/5)

- 3.1.1. Donner le nom et la fonction des organes 7, 8 et 9 du schéma hydraulique.

3.1.2. Compléter le *document réponse 7* pour les 3 configurations :

- en surlignant en rouge les conduites de circulation d'huile
- en indiquant par des flèches le sens de circulation
- en complétant le raccordement au niveau de l'organe 7 sans représenter les vannes à la sortie du groupe hydraulique
- en précisant l'état de la vanne 3 (ouverte ou fermée)

3.1.3. Pour quelle(s) configuration(s) le vérin doit-il être obligatoirement double tige? Justifier.

3.2. Choix des organes hydrauliques

3.2.1. Choix du vérin. L'amplitude du mouvement du safran est de 70° , le calcul de l'appareil à gouverner est fait à la vitesse d'exploitation du navire soit 25 km/h. À l'aide de la notice constructeur (*document 5 page 3/5*), calculer le couple C que doit délivrer l'appareil à gouverner par l'intermédiaire du vérin. Choisir le vérin à l'aide du *document 5 page 4/5*.

On admet maintenant que le vérin choisi est le vérin VHM 60 DT 300 (course 300mm, diamètre du piston 60mm, diamètre de la tige 28mm).

3.2.2. Choix de la pompe manuelle. On désire effectuer la course totale du safran avec 8 tours maxis de barre à roue. Calculer le volume d'huile en cm^3 que doit débiter la pompe pour une course complète du vérin. Choisir alors la pompe qui convient à l'aide du *document 5 page 5/5*.

3.2.3. Choix du groupe hydraulique. On désire effectuer la course totale du safran en moins de 10s. Calculer le dédit minimal de la pompe du groupe hydraulique. Choisir alors le groupe hydraulique à l'aide du *document 5 page 1/5*. En admettant un rendement global du groupe hydraulique de 0.85, calculer la puissance électrique nécessaire pour alimenter le groupe.

4. Conception du support de vérin (document réponse 8)

Dans cette étude on se propose de concevoir le support de vérin interposé entre le vérin et le caisson de jaumière tribord.

Cahier des charges :

- Le support de vérin sera réalisé par une structure mécano-soudée en aluminium composée :
 - d'une platine horizontale d'épaisseur 10mm
 - de raidisseurs verticaux d'épaisseur 5mm
- Le vérin hydraulique choisi est le vérin Lecomble et Schmitt VHM 60 DT 300 (voir *document 5 page 4/5*).
- Une cale de réglage de 6mm est intercalée entre le vérin et son support
- L'axe du vérin est à 192mm au dessus de la face supérieure du caisson (tôle 2003 *document 2*).
- On sera vigilant, afin de permettre la transmission correcte des charges, d'aligner la structure du support à celle du caisson.

Travail à réaliser sur document réponse 8:

- 4.1. À l'aide du *document 5 page 4/5*, représenter l'axe du vérin en position neutre sur la vue de dessus et la vue à C0+550. Indiquer toute la cotation permettant de positionner cet axe.
- 4.2. À l'aide du *document 5 page 4/5*, représenter les 4 trous de fixation du vérin sur le support sur la vue de dessus. Indiquer toute la cotation permettant de positionner ces 4 trous.
- 4.3. Concevoir le support de vérin sur les 4 vues en indiquant toute la cotation.