

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION  
DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

**SESSION DE JUIN 2001**

Durée : 5h

Coefficient :3

**EPREUVE DE MECANIQUE ET RESISTANCE DES MATERIAUX  
APPLIQUEES A LA TECHNOLOGIE DES CELLULES ET DES SYSTEMES**

---

**TEXTE DU SUJET**

Ce dossier comprend 5 pages numérotées de 1 à 5

**« Incident de vol »**

---

*Un mécanicien au sol ayant « forcé » le dispositif de verrouillage de la porte de soute, cette dernière s'est ouverte dès la fin du décollage. La différence de pression entre la cabine passagers et la soute a créé un effondrement du plancher entraînant la détérioration de la timonerie des commandes de profondeur.*

Suite à cet incident, votre direction vous charge d'étudier, (si une pareille méprise était faite par un mécanicien), la réaction de la structure des avions utilisés par votre compagnie.

Le sujet consiste en une étude partielle de ce problème. Il est composé de trois parties qui pourront être traitées d'une manière indépendante :

**1<sup>ère</sup> partie** : Etude de l'effondrement possible du plancher

**2<sup>ème</sup> partie** : Etude partielle du système de verrouillage de la porte de soute

**3<sup>ème</sup> partie** : Dessin d'un levier du système de verrouillage.

**Afin de faciliter la correction, il vous est demandé de rédiger les trois parties sur des copies séparées.**

**TOUTES LES REPONSES DEVRONT ETRE JUSTIFIEES.**

**Première partie**

### Etude de l'effondrement du plancher

---

Les documents 1,2,3 et 4 définissent brièvement la constitution du plancher cabine passagers.

---

Nous pouvons envisager les hypothèses suivantes :

- 1- rupture des plaques du plancher
- 2- rupture des poutres transversales par flexion
- 3- rupture des bielles verticales par flambage
- 4- rupture des rivets de fixation des poutres transversales par cisaillement

**Nous limiterons notre étude aux hypothèses 3 et 4.**

---

Le document 5 définit une modélisation mécanique simplifiée d'une poutre transversale.

**Hypothèses :**

- on supposera le problème plan
- La poutre est encastree à chacune de ses extrémités
- Le poids de la poutre est négligé
- Torseur associé à la liaison encastrement en A : 
$$\begin{pmatrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & M_A \end{pmatrix}_{A\bar{x}\bar{y}\bar{z}}$$
- Torseur associé à la liaison encastrement en B : 
$$\begin{pmatrix} X_B & 0 \\ Y_B & 0 \\ 0 & -M_B \end{pmatrix}_{B\bar{x}\bar{y}\bar{z}}$$
- On admettra que  $X_A = X_B = 0$
- Par raison de symétrie  $Y_A = Y_B$  et  $M_A = M_B$
- $\|\vec{F}\| = 2640\text{N}$  compte-tenu de la charge de la cabine et de la différence de pression.
- On admettra que  $M_A = \frac{15F}{8} \times 4,7$ (en m.N)

1- Etudier l'équilibre de la poutre, et en déduire,  $Y_A$ ,  $Y_B$ ,  $M_A$  et  $M_B$

Nous allons maintenant étudier le risque de rupture des bielles verticales par flambage.

**Hypothèses :**

- On supposera que les bielles encaisseront la totalité des efforts  $Y_A$  et  $Y_B$
  - Les bielles seront considérées comme des tubes :
    - Diamètre extérieur : 30mm
    - Epaisseur : 2mm
    - Longueur : 1260mm
    - $R_{pc}$  : résistance pratique à la compression : 800MPa
    - $\lambda_c$  : élancement critique de la poutre : 100
    - Le document 3 montre que les bielles sont en liaison pivot à chaque extrémité.
- 2- Calculer l'élancement de la biele. ( Voir document 6 )  
 3- Déterminer la force admissible. ( Voir document 7 )  
 4- La biele va-t-elle résister en toute sécurité au flambage ?

Nous allons maintenant étudier le risque de rupture des rivets par cisaillement.

**Hypothèses :**

Le document 8 définit la modélisation mécanique de la fixation de la poutre sur la structure. ( schéma non à l'échelle ).

- Elle est réalisée par l'intermédiaire de 10 rivets de diamètre 4mm
  - $R_{pg}$  : résistance pratique au cisaillement : 260 MPa
  - On admettra que les rivets encaissent uniquement  $M_A$  ou  $M_B$ . C'est à dire  $\sum \vec{M}_{Fe/A}^i = \vec{M}_A$
  - $F_2 = 3 F_1$  ;  $F_3 = 5 F_1$  ;  $F_4 = 7 F_1$  ;  $F_5 = 9 F_1$
- 5- Déterminer les efforts de cisaillement sur chaque rivet  
 6- Quels sont les rivets les plus sollicités ?  
 7- Les rivets résisteront-ils en toute sécurité ?

**Deuxième partie**

**Etude partielle du système de verrouillage de la porte de soute**

Le document 9 montre une vue d'ensemble d'une porte de soute. Il montre qu'à partir d'une puissance d'entrée fournie par le mécanicien, nous obtenons 4 puissances de sortie identiques sur 4 tiges de verrouillage.

Le document 10 représente un schéma cinématique du système de verrouillage d'une tige de verrouillage. Il est composé de :

- La structure de la porte supposée fixe 0
- Un guignol 1 en liaison pivot d'axe  $\overline{Az}$  avec 0
- Une bielle 2 en liaison pivot d'axe  $\overline{Bz}$  avec 1 et en liaison pivot d'axe  $\overline{Cz}$  avec 3
- Un guignol 3 en liaison pivot d'axe  $\overline{Dz}$  avec 0 et en liaison pivot d'axe  $\overline{Ez}$  avec 4
- Une bielle 4 en liaison pivot d'axe  $\overline{Gz}$  avec 5
- Une tige de verrouillage 5 en liaison glissière avec 0
- On supposera les mouvements plans
- Le schéma est à l'échelle 1 : 2
- On supposera le rendement égal à 1
- $\|\vec{V}_{5/0}^H\| = 3\text{cm/s}$
- Le mécanicien exerce sur le levier 6, qui commande la rotation de 1, un couple de 2 forces  $\|\vec{F}\| = 50\text{N}$ .

Méthode de résolution graphique. On se placera à l'instant  $t$  défini par la figure.

Exécuter les constructions sur le document 10

- 1- Déterminer  $\vec{V}_{5/0}^G$  et en déduire  $\vec{V}_{4/0}^G$
- 2- Déterminer le support de  $\vec{V}_{3/0}^E$  ainsi que celui de  $\vec{V}_{4/0}^E$  et en déduire ces deux vecteurs
- 3- En déduire  $\vec{V}_{3/0}^C$  puis  $\vec{V}_{2/0}^C$
- 4- Déterminer le support de  $\vec{V}_{1/0}^B$  ainsi que celui de  $\vec{V}_{2/0}^B$  et en déduire ces deux vecteurs
- 5- En déduire  $\vec{\Omega}_{1/0}$
- 6- Déterminer la puissance fournie par le mécanicien et en déduire la puissance au niveau de chaque tige de verrouillage.
- 7- En déduire la valeur de la force agissant sur la tige 5

**Troisième partie**

**Dessin d'un levier du système de verrouillage**

Le document 11 définit le dessin du guignol 3 en vue de face complétée par des sections.

- Echelle 1 : 1
- Cette pièce est d'origine de fonderie.

**Travail demandé :**

Sur le document réponse, représenter à l'échelle 2 : 1, la perspective isométrique ombrée du guignol 3 à main levée.

Ce document réponse, afin de vous aider dans vos tracés, est quadrillé et les points A, B et C sont déjà mis en place ainsi que le repère de référence.

Le document 12 rappelle la technique de la perspective isométrique, le document 13 montre un exemple de perspective isométrique ombrée.