

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION
DES
MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION DE JUIN 2004

**Epreuve : U4 : Mécanique et résistance des matériaux appliquées à la
technologie des cellules et des systèmes**

1^{ère} partie : Mécanique et résistance des matériaux

Durée : 5h

Coefficient : 3

Matériels autorisés :

- Calculatrice réglementaire
- Guide du dessinateur
- Guide du calcul en mécanique
- Matériel habituel du dessinateur
- Tous documents autorisés

Ce dossier comprend :

- un dossier intitulé « Texte du sujet »
- un dossier intitulé « Dossier documents »
- un dossier intitulé « Dossier documents réponses »

Avant de commencer l'épreuve, les candidats sont invités à vérifier que le dossier est complet.

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION
DES
MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION DE JUIN 2004

**Epreuve : U4 : Mécanique et résistance des matériaux appliquées à la
technologie des cellules et des systèmes**

1^{ère} partie : Mécanique et résistance des matériaux

Durée : 5h

Coefficient : 3

TEXTE DU SUJET

Ce dossier comporte 11 pages numérotées de 1 à 11

Vous travaillez dans le service de maintenance « grande visite » d'un avion civil en fin de potentiel d'exploitation. Suite à une fausse manœuvre, un camion citerne a détérioré la porte-escalier arrière de l'avion. N'ayant pas de pièces de rechange, votre supérieur hiérarchique vous charge de préparer le dossier technique, qui sera présenté à la D.G.A.C pour l'obtention de l'agrément de réparation, pour les pièces suivantes :

- Remplacement des vérins de manœuvre
- Remplacement des marches escamotables de l'escalier
- Remplacement des équerres d'articulation de l'escalier

Le document 1 représente une photo de l'escalier avant l'accident.

Le sujet consiste en une étude partielle de ce travail. Il comporte trois parties indépendantes. (Temps conseillé pour la lecture du sujet : 30mn)

1^{ère} partie : Etude mécanique afin de déterminer certaines caractéristiques que devront posséder les vérins de rechange. (Temps conseillé : 2h)

2^{ème} partie : Etude mécanique d'une marche d'escalier afin de vérifier qu'elle pourra résister en toute sécurité. (Temps conseillé : 1h45)

3^{ème} partie : Dessin en perspective à main levée d'une équerre d'articulation afin de pouvoir constituer un dossier prévoyant sa fabrication. (Temps conseillé : 45mn)

TOUTES LES REPONSES DEVRONT ETRE JUSTIFIEES

Afin de faciliter la correction, il vous est demandé de rédiger les deux premières parties sur des copies différentes et la troisième partie sur le document réponse adéquat.

Avant de remettre votre copie, bien vérifier que vous avez joint toutes les feuilles et les documents réponses que vous désirez rendre.

Le candidat est invité à formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour répondre aux questions posées

1^{ère} partie

Etude mécanique afin de déterminer certaines caractéristiques que devront posséder les vérins de rechange.

Les parties A, B et C pourront être traitées d'une manière indépendante

A - Détermination de l'effort minimum que devra exercer chaque vérin pour manœuvrer l'escalier en toute sécurité.

Dossiers à consulter :

Document 2 : perspective de l'escalier **20** et des vérins **A** et **B**

Document 3 : vue suivant $\vec{F}$ de l'escalier **20** seul à un instant t pendant la phase de remontée.

Hypothèses et données :

- le mouvement de remontée étant relativement lent, on considérera que l'escalier est en **équilibre** à chaque instant t .
- pendant la phase de remontée l'angle β varie très peu. On pourra donc, en première approximation, considérer que $\beta = \text{constante} = 25^\circ$ pendant le mouvement de remontée.
- Pendant la phase de remontée, l'angle α varie de -38° à $+22^\circ$
- $0\vec{x}_0\vec{y}_0\vec{z}_0$ base associée à la structure de l'avion supposée fixe
- $0\vec{x}_1\vec{y}_1\vec{z}_1$ base associée aux vérins **A** et **B** supposée fixe
- $0\vec{x}_{20}\vec{y}_{20}\vec{z}_{20}$ base associée à l'escalier **20**
- La liaison globale $L_{0/20}$ est composée de :
 - $L_{0/20}$ en E_1 : linéaire annulaire parfaite de centre E_1 d'axe $E_1\vec{z}_0$
 - $L_{0/20}$ en E_2 : linéaire annulaire parfaite de centre E_2 d'axe $E_2\vec{z}_0$
- La liaison $L_{A/20}$ en D_1 : linéaire annulaire parfaite de centre D_1 d'axe $D_1\vec{z}_0$
- La liaison $L_{B/20}$ en D_2 : linéaire annulaire parfaite de centre D_2 d'axe $D_2\vec{z}_0$
- Soit $\{\tau_{A/20}\}_{\text{en } D_1}$ le torseur associé à l'action mécanique due à la liaison $L_{A/20}$ en D_1 , dont les éléments de réduction sont :

$$\begin{cases} \vec{S}_{A/20} = \vec{F}_{A/20} \\ \vec{M}_{D_1}^t = \vec{0} \end{cases}$$
- Soit $\{\tau_{B/20}\}_{\text{en } D_2}$ le torseur associé à l'action mécanique due à la liaison $L_{B/20}$ en D_2 , dont les éléments de réduction sont :

$$\begin{cases} \vec{S}_{B/20} = \vec{F}_{B/20} \\ \vec{M}_{D_2}^t = \vec{0} \end{cases}$$

- Soit $\{\tau_{E_1 \text{ de } 0/20}\}$ le torseur associé à la liaison $L_{0/20}$ en E_1 dont les éléments de réduction en E_1 sont :
$$\begin{cases} \vec{S}_{0/20 \text{ en } E_1} = \vec{F}_{0/20 \text{ en } E_1} \\ \vec{M}_{0/20 \text{ en } E_1} = \vec{0} \end{cases}$$
- Soit $\{\tau_{E_2 \text{ de } 0/20}\}$ le torseur associé à la liaison $L_{0/20}$ en E_2 dont les éléments de réduction en E_2 sont :
$$\begin{cases} \vec{S}_{0/20 \text{ en } E_2} = \vec{F}_{0/20 \text{ en } E_2} \\ \vec{M}_{0/20 \text{ en } E_2} = \vec{0} \end{cases}$$
- Poids $\vec{P}$ tel que : $\|\vec{P}\| = 2500\text{N}$

Questions posées

- 1- Montrer que, si 20 est en équilibre, $\{\tau_{A/20}\}_{\text{en } D_1} = \{\tau_{B/20}\}_{\text{en } D_2}$ et $\{\tau_{E_1 \text{ de } 0/20}\} = \{\tau_{E_2 \text{ de } 0/20}\}$. Si vous n'arrivez pas à le démontrer, vous l'admettez pour les questions suivantes.
- 2- Etudiez l'équilibre de 20 à un instant t quelconque, et en déduire $\vec{F}_{A/20}$ en fonction de α .
Conseil : il n'est pas nécessaire d'écrire toutes les équations d'équilibre pour répondre à la question posée. Il suffit d'écrire l'équation de moment par rapport à l'axe $0\vec{z}_2$.
- 3- Pour quelle valeur de α , $\vec{F}_{A/20}$ aura une norme maximale ? En déduire cette valeur maximale c'est-à-dire quelle sera la valeur minimum de l'effort que devra exercer le vérin pour monter l'escalier en toute sécurité.

B- Détermination de la pression minimum que devra exercer le fluide hydraulique sur la tige de piston 2 du vérin pour monter l'escalier en toute sécurité. Calcul du réglage du tarage du clapet de surpression du circuit hydraulique alimentant les vérins.

Dossiers à consulter :

- Document 4 : Dessin d'ensemble du vérin
- Document 5 : Dessin de définition de la tige de piston 2 du vérin
- Document 6 : Dessin de la tige de piston 2 du vérin à l'instant t de la phase de montée où l'action du vérin sur l'escalier est maxi.
- Document 7 : Dessin d'un tronçon de longueur dx de la tige de piston 2 du vérin

Hypothèses et données :

- le mouvement de remontée étant relativement lent, on considérera que la tige du vérin est en **équilibre** à chaque instant t.

- pendant la phase de remontée l'angle β varie très peu. On pourra donc, en première approximation, considérer que $\beta = \text{constante} = 25^\circ$ pendant le mouvement de remontée.

- On se placera à l'instant t où l'action du vérin sur l'escalier est maxi

- A cet instant $x = 175\text{mm}$

- Tige de piston 2 du vérin : Cette tige est en acier de poids $\bar{P}_2$ tel que $\|\bar{P}_2\| : 37\text{N}$

- La liaison globale $l_{1/2}$ est composée :

- $l_{1/2}$ en A : linéaire annulaire de centre A d'axe $A\bar{x}_1$ avec frottement

$$\text{dont le torseur associé est } \begin{pmatrix} X_A = f(Y_A) & | & 0 \\ Y_A & | & 0 \\ Z_A = 0 & | & 0 \end{pmatrix}_{A\bar{x}_1\bar{y}_1\bar{z}_1}$$

- $l_{1/2}$ en B : linéaire annulaire de centre B d'axe $B\bar{x}_1$ avec frottement

$$\text{dont le torseur associé est } \begin{pmatrix} X_B = f(Y_B) & | & 0 \\ Y_B & | & 0 \\ Z_B = 0 & | & 0 \end{pmatrix}_{B\bar{x}_1\bar{y}_1\bar{z}_1}$$

- Facteur de frottement $\mu = 0,46$. (anciennement coefficient de frottement)

- On admettra que l'action mécanique du fluide hydraulique sur la tige de piston 2 du vérin peut être considérée comme la somme de deux actions mécaniques :

- Action mécanique sur la surface latérale de la tige du vérin de torseur associé $\{\tau_1\}$
- Action mécanique sur l'épaule de la tige du vérin de torseur associé $\{\tau_2\}$
- Soit p la pression exercée par le fluide hydraulique.

- On admettra que l'action mécanique maxi qu'exercera l'escalier sur la tige de piston

2 du vérin a un torseur associé :

$$\begin{cases} \bar{S}_{enD} = +13158 \bar{x}_1 \text{ en N} \\ \bar{M}_{enD}^t = \vec{0} \end{cases}$$

- Pour des raisons de sécurité, la pression de tarage du clapet de surpression devra être égale à la pression minimum nécessaire à la montée de l'escalier majorée de 10%

Questions posées

- 1- Définir le sens de X_A et de X_B
- 2- Exprimer X_A en fonction de Y_A et X_B en fonction de Y_B
- 3- En isolant un tronçon de longueur dx tendant vers 0 de la tige du vérin, montrer que le torseur $\{\tau_1\}$ est un torseur nul. Si vous n'y arrivez pas, vous admettrez ce résultat pour les questions suivantes.
- 4- Montrer que le torseur $\{\tau_2\}$ est un glisseur tel que
$$\begin{cases} \vec{S}_2 = -F_c \vec{x}_1 \\ \vec{M}_C^t = \vec{0} \end{cases}, \text{ exprimer } F_c \text{ en fonction de } p.$$
- 5- Etudier l'équilibre de la tige du vérin, et en déduire la valeur de p , que vous exprimerez en PSI (pound square inch). (Rappel : 1PSI = 0,0069 MPa).
Conseils : Traduire le théorème fondamental de la statique en A dans le repère $A\vec{x}_1\vec{y}_1\vec{z}_1$
- 6- Quelle devra être la pression de tarage du clapet de surpression exprimée en PSI ?

**C- Détermination des caractéristiques du matériau de la tige de piston 2 du vérin.
Déterminer le réglage du débit du fluide hydraulique pour la montée de l'escalier.**

Dossiers à consulter :

- Document 5 : Dessin de définition de la tige de piston 2 du vérin
- Document 8 : Diagramme de l'effort normal et coefficient de concentration de contrainte.

Hypothèses et données :

- Les résultats de la partie B montrent que l'on peut négliger, en première approximation, le poids de la tige du vérin et l'influence des frottements.
- Compte tenu de cette hypothèse, on admettra que le diagramme de l'effort normal dans le cas le plus défavorable est celui donné par le document 8, et que la tige de piston 2 est soumise à une sollicitation de traction.
- Coefficient de sécurité minimum $s = 1,5$
- Le mouvement de remontée de l'escalier doit se faire pendant une durée de 8 à 10 secondes. On admettra que le mouvement réel nécessitera un débit du fluide hydraulique équivalent à celui qu'il faudrait choisir si le mouvement de remontée était un mouvement uniforme pendant une durée de 10 secondes.
- La course du vérin pendant le mouvement de remontée est de 250mm.
- C'est le même circuit hydraulique qui alimente les deux vérins.

Questions posées

- 1- Sans tenir compte du phénomène de concentration de contrainte, quelle est la section la plus sollicitée ? Définir la répartition des contraintes dans cette section et en donner les valeurs.
- 2- En tenant compte du phénomène de concentration de contrainte, déterminer la valeur des contraintes maxi en précisant à quels endroits elles auront lieu. En déduire la valeur minimale de la résistance élastique à l'extension que devra avoir le matériau.
- 3- Déterminer, en mm/s, la vitesse de rentrée de la tige du vérin dans l'hypothèse d'un mouvement uniforme
- 4- En déduire, en litre/minute, le réglage du débit du fluide hydraulique que nous devons afficher pour que ce mouvement ait lieu.

2ème partie

Etude mécanique d'une marche d'escalier afin de vérifier qu'elle pourra résister en toute sécurité

Les parties A, B et C pourront être traitées d'une manière indépendante

Le document 9 représente des photos d'une marche d'escalier. On s'aperçoit sur ces photos que ces marches sont constituées de tôles pliées assemblées par rivetage.

Disposant au magasin de tôles, le but de cette étude est de vérifier si ces tôles peuvent convenir pour la fabrication des marches d'escalier.

A - Analyse de la documentation relative à ces tôles.

Dossiers à consulter :

Document 10 : Eprouvette d'essai de traction utilisée pour l'essai

Document Réponse N°1 : Courbe de traction

Hypothèses et données :

Le responsable du magasin vous communique les renseignements suivants :

- Les tôles sont d'épaisseur 3mm
- Matériau : EN AW-2017
- A la réception des tôles, il a effectué un essai de traction à partir d'une éprouvette (Voir document 10), dont les résultats figurent sur le document réponse N°1

Questions posées

- 1- Déterminer R , R_e et $A\%$. Faire apparaître vos tracés sur le document réponse N°1.
- 2- En écrivant l'équation de la droite OA , déterminer le module de Young E (en MPa)
- 3- Les matériaux sont classés en trois grandes familles : les matériaux fragiles, les matériaux ductiles et les matériaux élastiques non linéaires. A quelle grande famille appartient ce matériau ? Quels sont les éléments qui vous ont permis de donner cette réponse ?
- 4- Les marches étant fabriquées par pliage, il faut donc avoir des renseignements sur les propriétés de déformation plastique du matériau. Quel est le nom de la propriété d'un matériau d'avoir l'aptitude de se déformer plastiquement par extension sans se rompre ? Comment traduit-on cette propriété ?

B - Vérification de la résistance à la flexion.

Dossiers à consulter :

Document 11 : Dessin de la marche

Document 12 : Dessin de la marche sans le dessus

Document Réponse N°1 : Courbe de traction

Document Réponse N°2 : Moment fléchissant pour une position quelconque de $\vec{F}$

Document Réponse N°3 : Moment fléchissant dans le cas le plus défavorable

Document Réponse N°4 : Contraintes dans la section S_1

Document Réponse N°5 : Contraintes dans la section S_2

Document Réponse N°6 : Contraintes dans la section S_3

Hypothèses et données :

- Le manuel de maintenance précise que la marche doit supporter un effort $\vec{F}$ d'intensité 5000N
- Le plan $A\bar{x}\bar{y}$ est un plan vertical de symétrie
- On supposera que $\vec{F}$ appartient à ce plan de symétrie
- Liaison en A : linéaire annulaire de centre A d'axe $A\bar{x}$
- Liaison en B : linéaire annulaire de centre B d'axe $B\bar{x}$
- Nous ferons l'étude dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire nous nous poserons la question : pour quelle position de $\vec{F}$ sur l'axe $A\bar{x}$ aurons nous un moment fléchissant maximum ? Nous ferons ensuite les calculs pour cette position
- Ni le fournisseur des tôles, ni le responsable du magasin n'a fait d'essai de compression, nous ne connaissons donc pas R_{ec} . Mais nous savons que quel que soit le matériau $R_{ec} > R_e$
- Nous admettrons que $R_e = 241\text{MPa}$
- Nous négligerons le phénomène de concentration de contrainte
- Nous négligerons les contraintes tangentielles devant les contraintes normales

Questions posées

- 1- Déterminer $\vec{R}_A$, $\vec{R}_B$, puis tracer le diagramme du moment fléchissant puis en donner sa valeur maxi, en fonction de λ . Répondre sur le document réponse N°2.
Conseils : vous pouvez répondre en utilisant les résultats tous faits du guide du calcul
- 2- Montrer que le cas le plus défavorable, c'est-à-dire la valeur du moment fléchissant maxi correspond à la valeur de $\lambda = 389\text{mm}$. Si vous n'y arrivez pas, vous admettrez ce résultat pour les questions suivantes.
- 3- Sur le document réponse N°3, exprimez le moment fléchissant en fonction de x , puis tracez en le diagramme. (lorsque $\lambda = 389\text{mm}$)
- 4- La section de la marche n'étant pas constante, nous admettrons que la section la plus sollicitée est l'une des sections S_1 , S_2 ou S_3 .
 - S_3 , car le moment fléchissant est maximum
 - S_1 ou S_2 , car les sections sont minimum avec un moment fléchissant important.

Sur le document réponse N°4, définir la répartition des contraintes et en donner les valeurs maximum

Sur le document réponse N°5, définir la répartition des contraintes et en donner les valeurs maximum

Sur le document réponse N°6, définir la répartition des contraintes et en donner les valeurs maximum

Quelle est la section la plus sollicitée ?

Déterminer la valeur du coefficient de sécurité minimum relatif à la résistance à la flexion.

C- Vérification à la compression ou au flambage d'une plaque de la partie centrale

Dossiers à consulter :

Document 13 : Méthode de calcul

Document 14 : Dessin d'une plaque de la partie centrale

Hypothèses et données :

- Le manuel de maintenance précise que la marche doit être capable de supporter un effort $\vec{F}$ d'intensité 5000N par mesure de sécurité
- Nous nous placerons dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire que $\vec{F}$ sera appliqué à l'endroit où la section est la plus faible
- Ni le fournisseur des tôles, ni le responsable du magasin n'a fait d'essai de compression, nous ne connaissons donc pas R_{ec} . Mais nous savons que quel que soit le matériau $R_{ec} > R_e$.
- Nous admettrons que $R_e = 241\text{MPa}$

Questions posées

- 1- Montrer que $G\bar{x}$ et $G\bar{z}$ sont axes principaux d'inertie de la section A-A.(Voir document 14). Si vous n'y arrivez pas, vous admettez ce résultat pour les autres questions.
- 2- Calculer les moments quadratiques I_{Gx} et I_{Gz} de cette section
- 3- Autour de quel axe le risque de flambage existe-t-il ?
- 4- Calculer l'élancement de la poutre
- 5- En déduire la force admissible en fonction de R_{pc}
- 6- La plaque résistera-t-elle ? Si oui, quelle sera la valeur minimum du coefficient de sécurité ?

3ème partie**Dessin en perspective à main levée d'une équerre d'articulation**

Le document 15 représente le dessin de l'équerre en trois vues, à l'échelle 1 :2. Il vous est demandé de représenter cette équerre en perspective à main levée, à l'échelle de votre choix.

Vous avez le choix de réaliser ce dessin :

- en perspective isométrique sur le document réponse N°7
- en perspective cavalière sur le document réponse N°8

Vous devrez respecter le système d'axe

BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

SESSION DE JUIN 2004

Epreuve : U4 : Mécanique et résistance des matériaux appliquées à la technologie des cellules et des systèmes

1^{ère} partie : Mécanique et résistance des matériaux

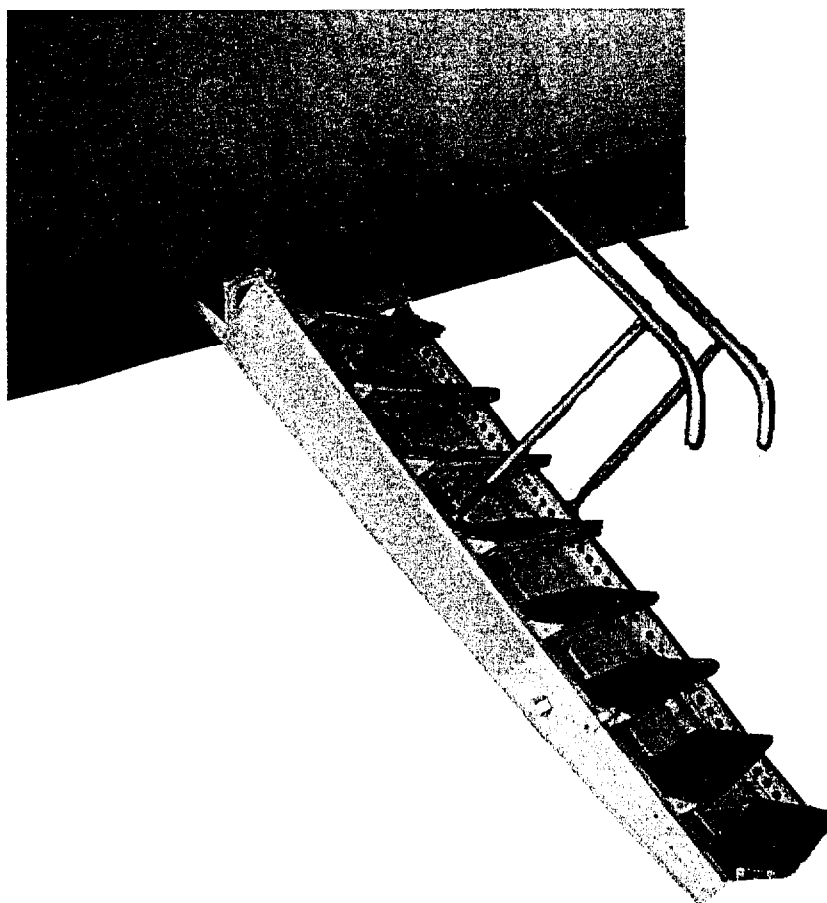
Durée : 5h

Coefficient : 3

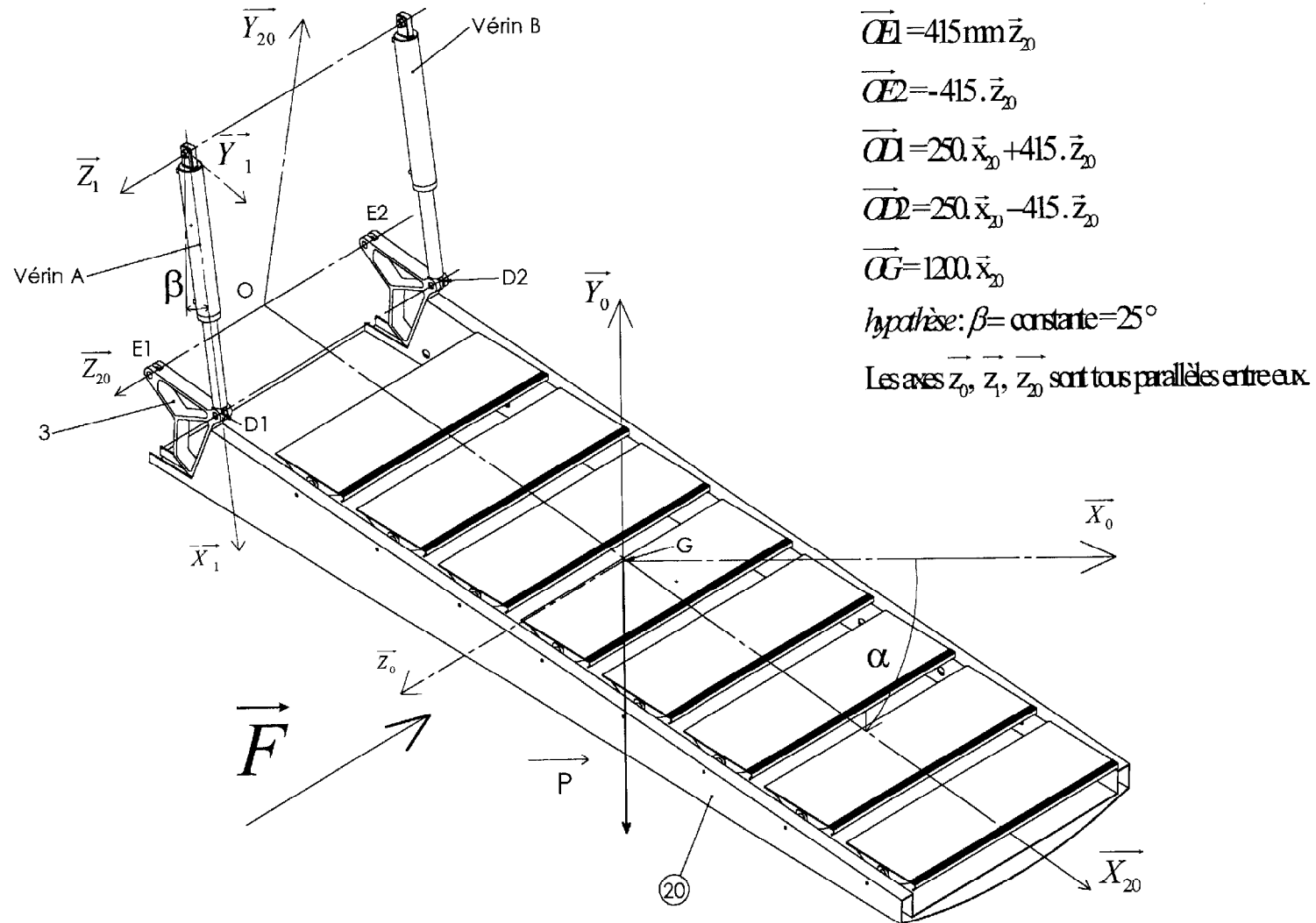
DOSSIER DOCUMENTS

- Document 1 : Photo de l'escalier
- Document 2 : Perspective de l'escalier 2 et des vérins 1A et 1B
- Document 3 : Vue suivant $\vec{F}$ de l'escalier 2 seul à un instant t pendant la phase de montée
- Document 4 : Dessin d'ensemble du vérin
- Document 5 : Dessin de définition de la tige du vérin
- Document 6 : Dessin de la tige du vérin à l'instant t de la phase de montée où l'action du vérin sur l'escalier est maxi.
- Document 7 : Dessin d'un tronçon de longueur dx de la tige du vérin
- Document 8 : Diagramme de l'effort normal et coefficient de concentration de contrainte
- Document 9 : Photos d'une marche d'escalier
- Document 10 : Eprouvette d'essai de traction utilisée pour l'essai
- Document 11 : Dessin de la marche
- Document 12 : Dessin de la marche sans le dessus
- Document 13 : Méthode de calcul au flambage
- Document 14 : Dessin d'une plaque de la partie centrale
- Document 15 : Dessin de l'équerre en trois vues

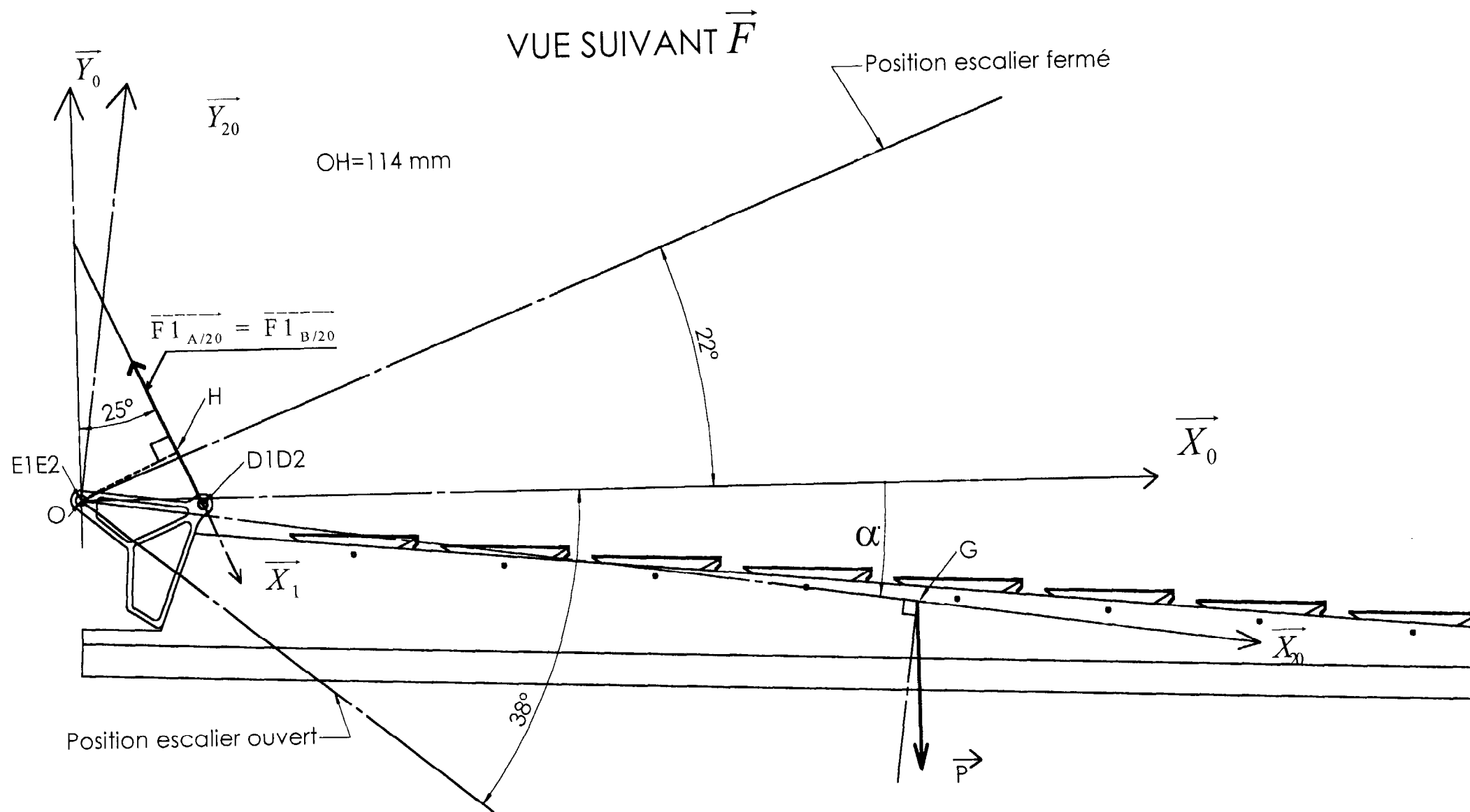
PORTE-ESCALIER ARRIERE



DOCUMENT 1

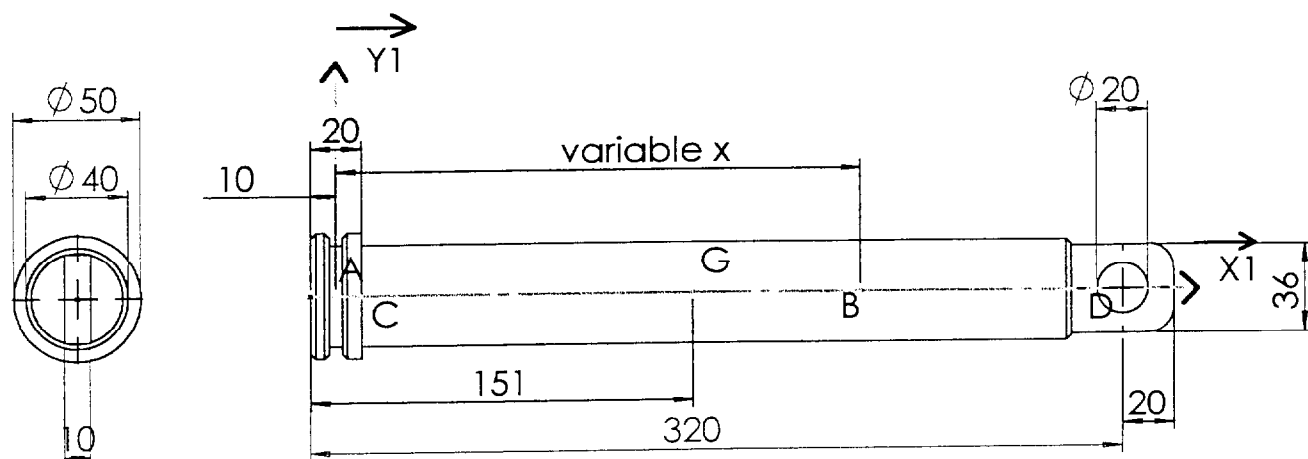


DOCUMENT 2

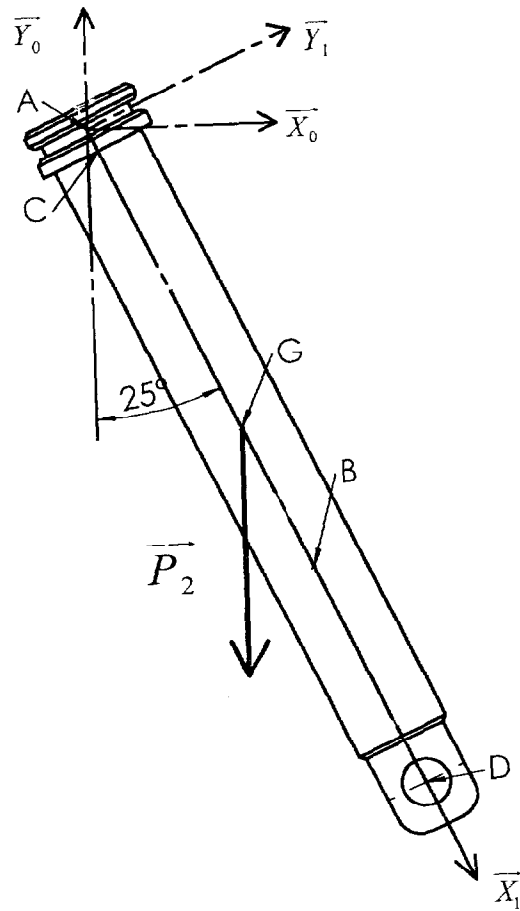


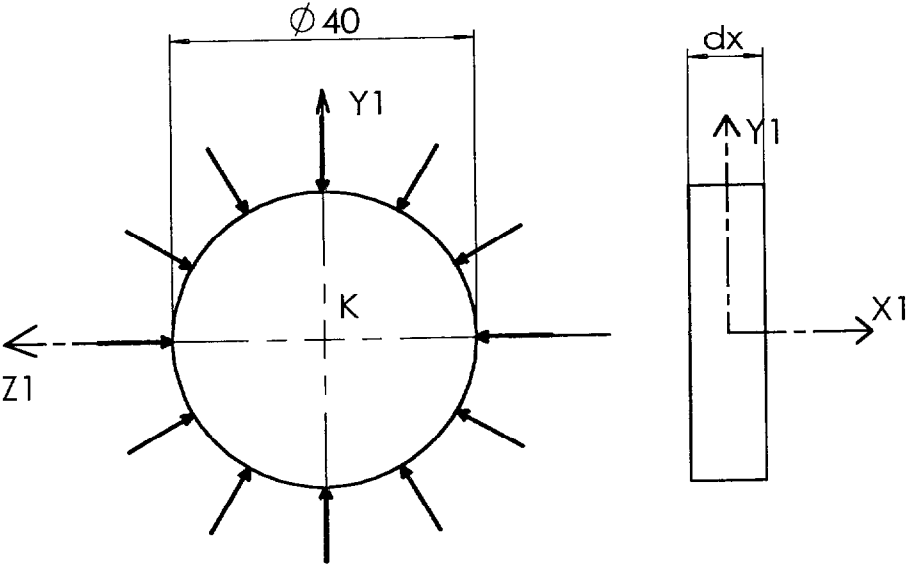
MEMRMAT1

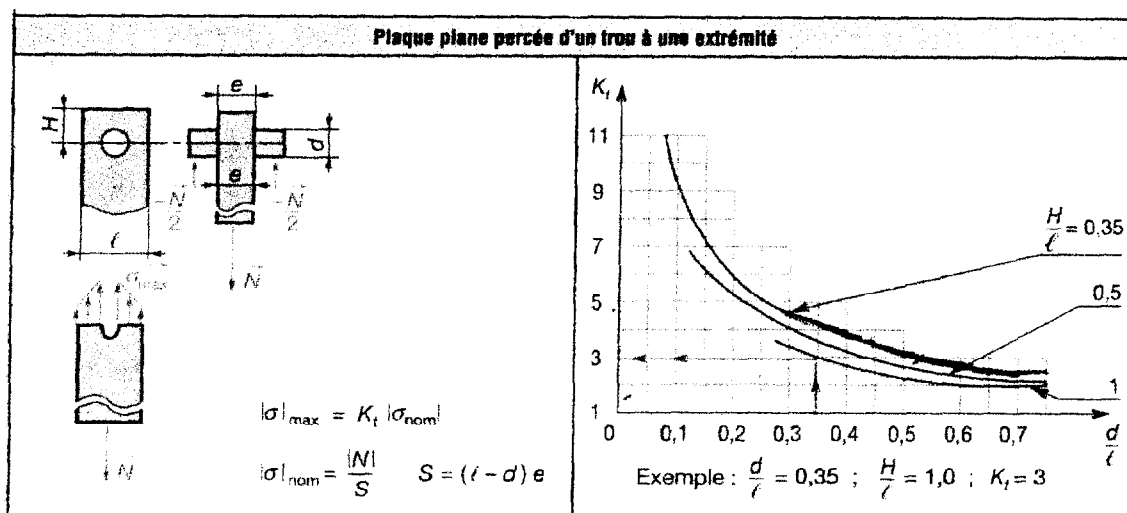
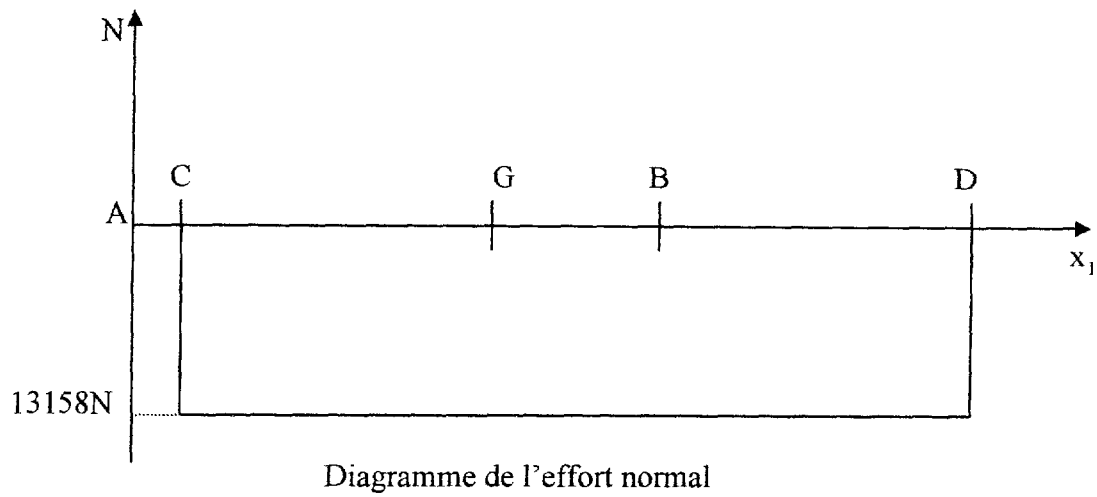
Technical drawing of a mechanical assembly. The main view is a longitudinal section showing a central component (1) with a sliding part (2) inside. The sliding part has a central hole (D) and is guided by a sleeve (3). The assembly is mounted on a base (4). A dimension line indicates the variable "x" in function of time. The cross-section A-A is shown at the right end of the assembly. The coordinate system $\vec{Y1}$ is defined by the axis of the sliding part, and the coordinate system $\vec{X1}$ is defined by the axis of the base. The cross-section A-A shows the internal profile of the sliding part and the sleeve.



DOCUMENT 5



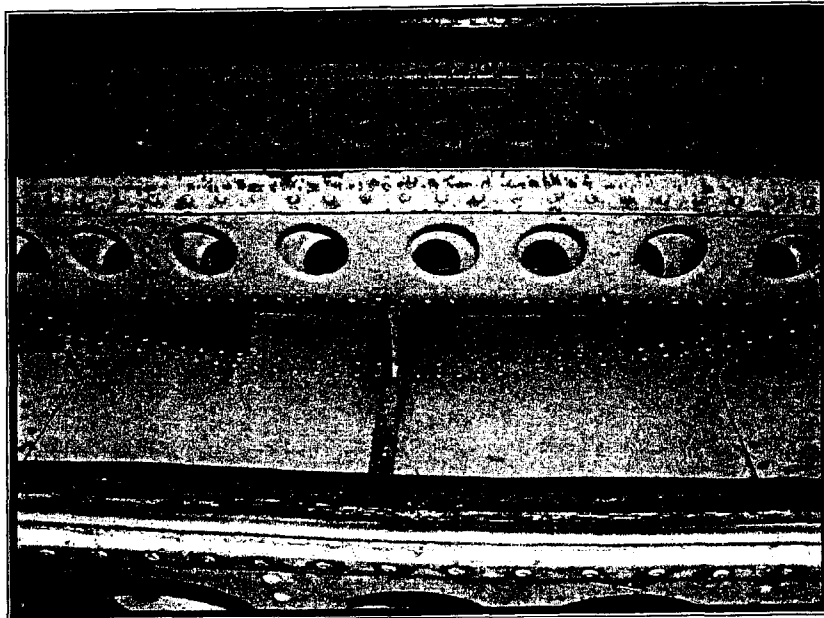
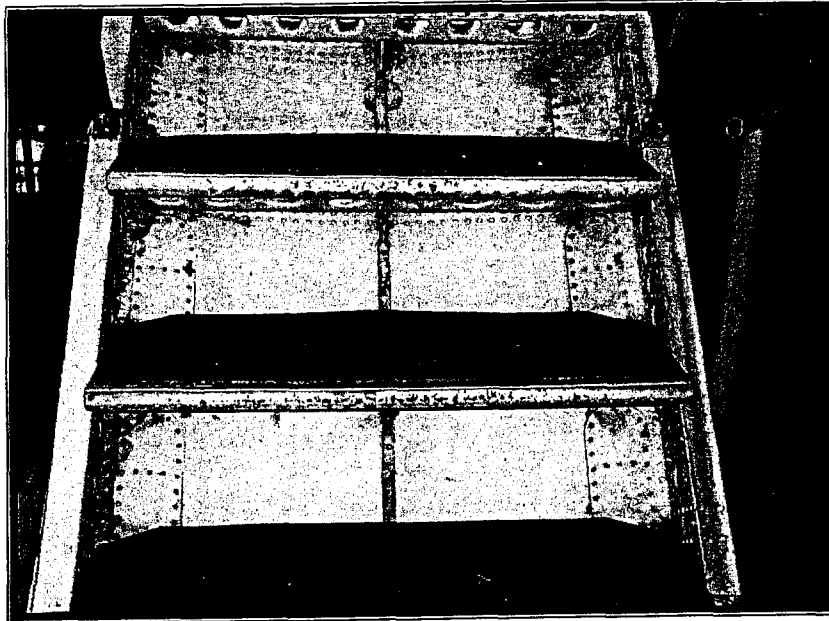




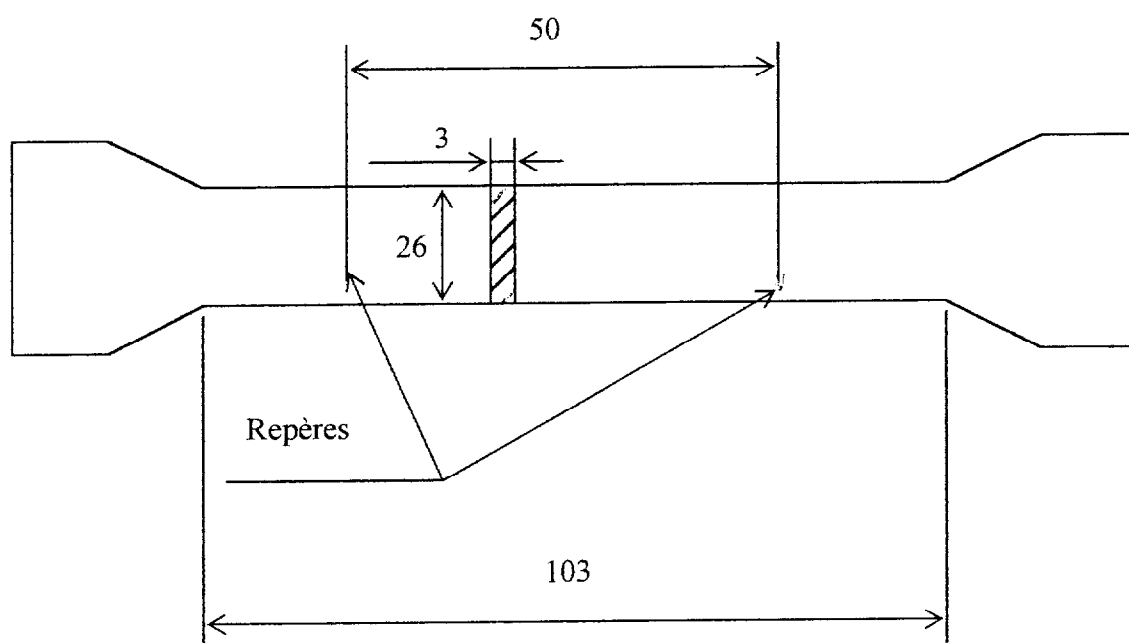
Coefficient de concentration de contrainte

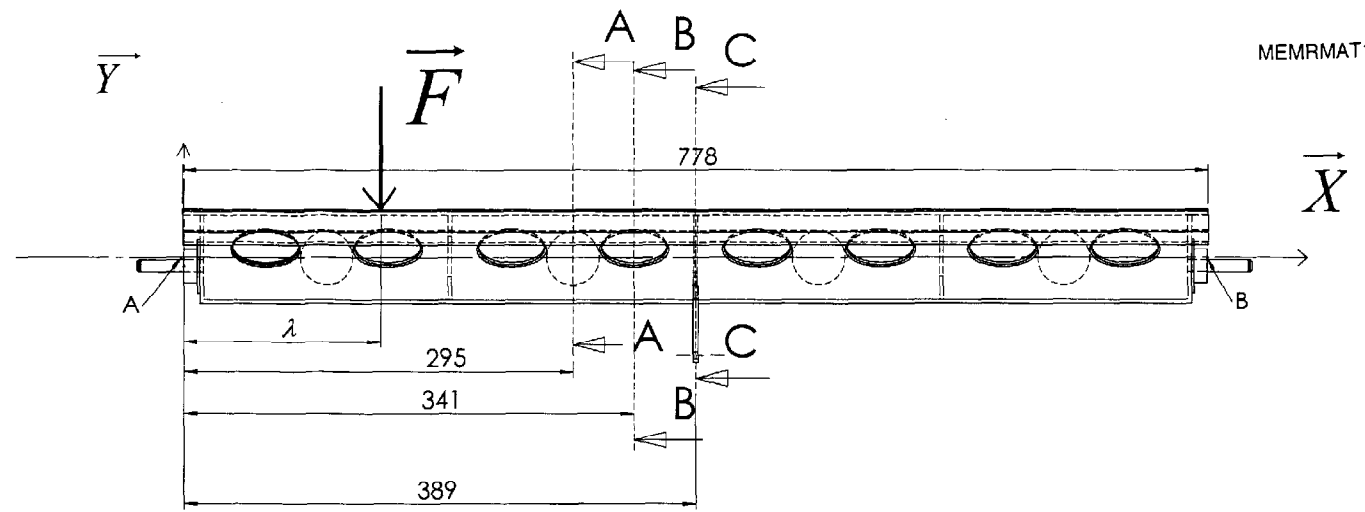
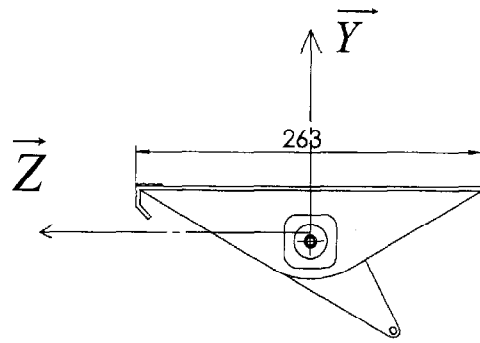
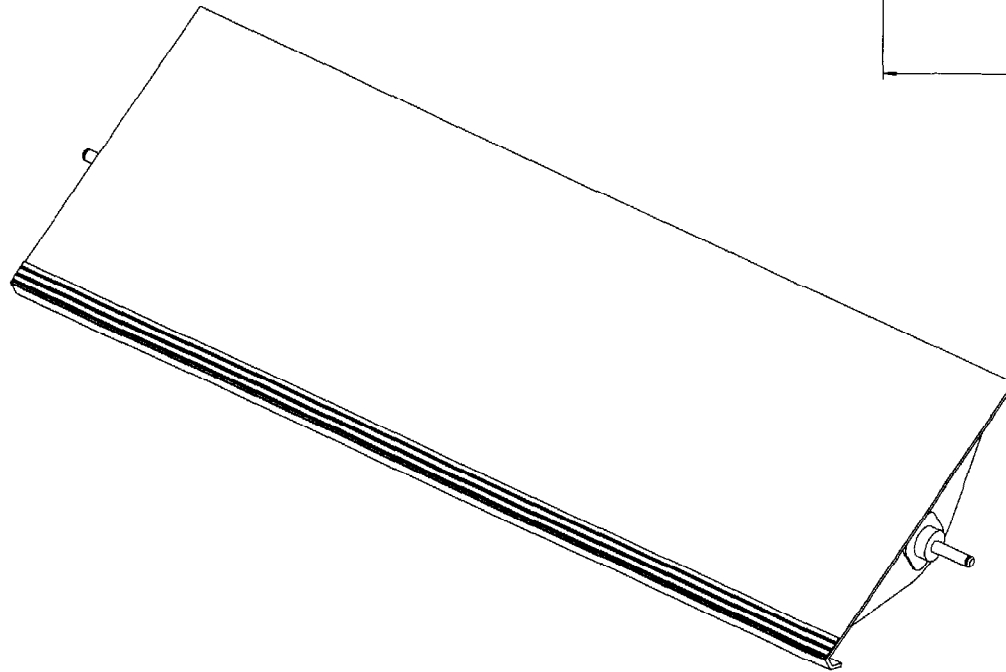
DOCUMENT 8

MARCHES D'ESCALIER

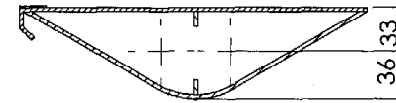


DOCUMENT 9

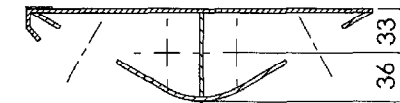
Eprouvette de traction - tôle EN AW-2017**DOCUMENT 10**



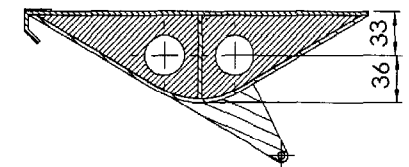
A-A



B-B



C-C



Élancement

La compression est remplacée par du flambage si la poutre est longue et ses dimensions transversales sont faibles. Cette proportion est caractérisée par :

$$\lambda = \frac{L}{\rho}$$

λ : élancement d'une poutre (sans unité).

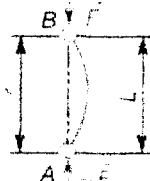
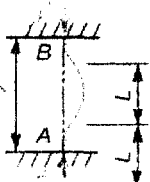
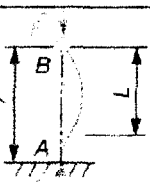
L : longueur libre de flambage (mm).

ρ : rayon de giration de la section (mm) défini par :

$$\rho = \sqrt{\frac{I_{Gz}}{S}}$$

I_{Gz} : moment quadratique minimal de la section suivant l'axe principal perpendiculaire à la direction de la déformation (mm⁴).

S : aire de la section droite (mm²).

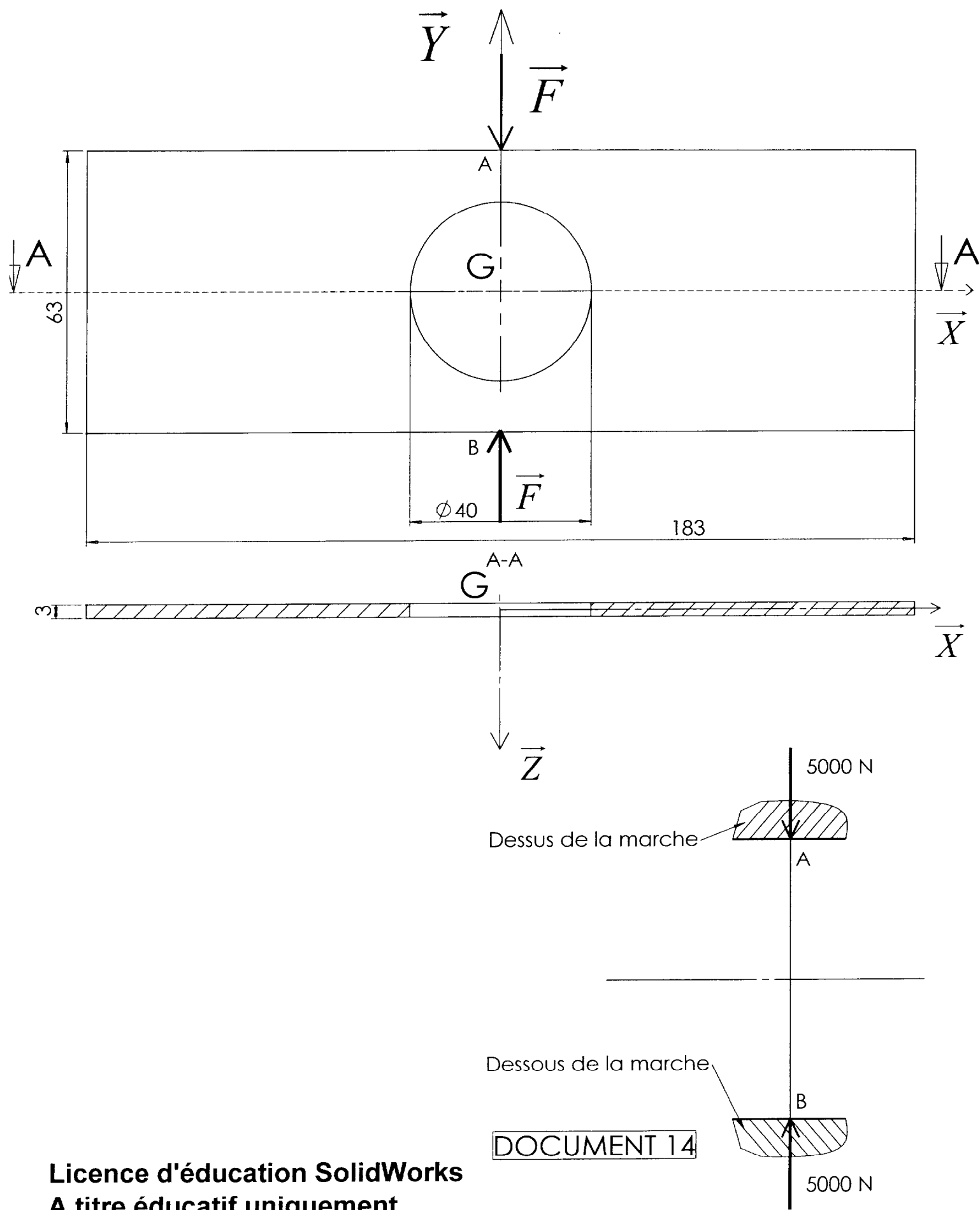
LONGUEURS LIBRES DE FLAMBAGE	
Types de liaisons	Valeurs de L
① En A et B : liaisons pivots.	 $L = L$
② En A : liaison encastrement. En B : extrémité libre.	 $L = 2l$
③ En A et B : liaisons encastrement.	 $L = \frac{L}{2}$
④ En A : liaison encastrement. En B : liaison pivot.	 $L = 0.7l$

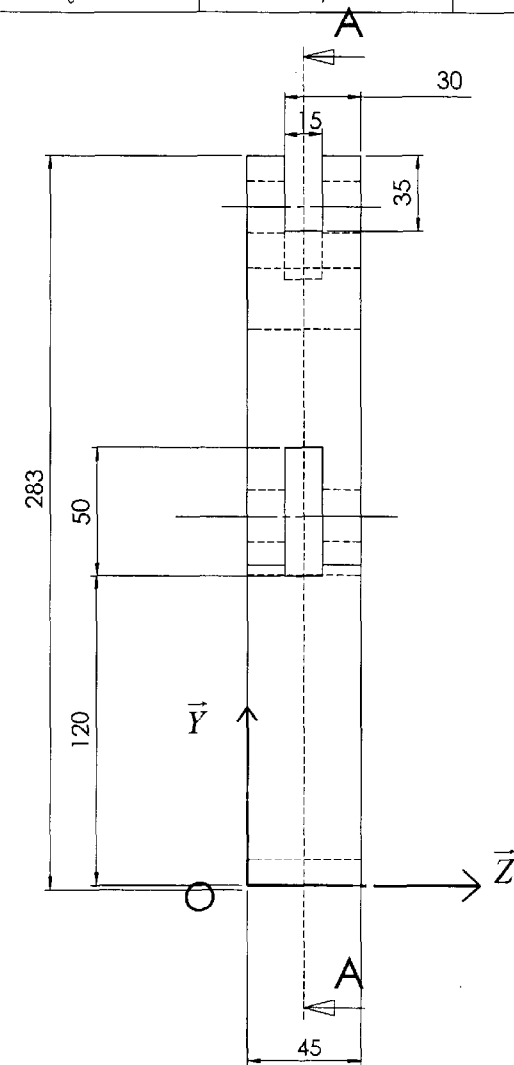
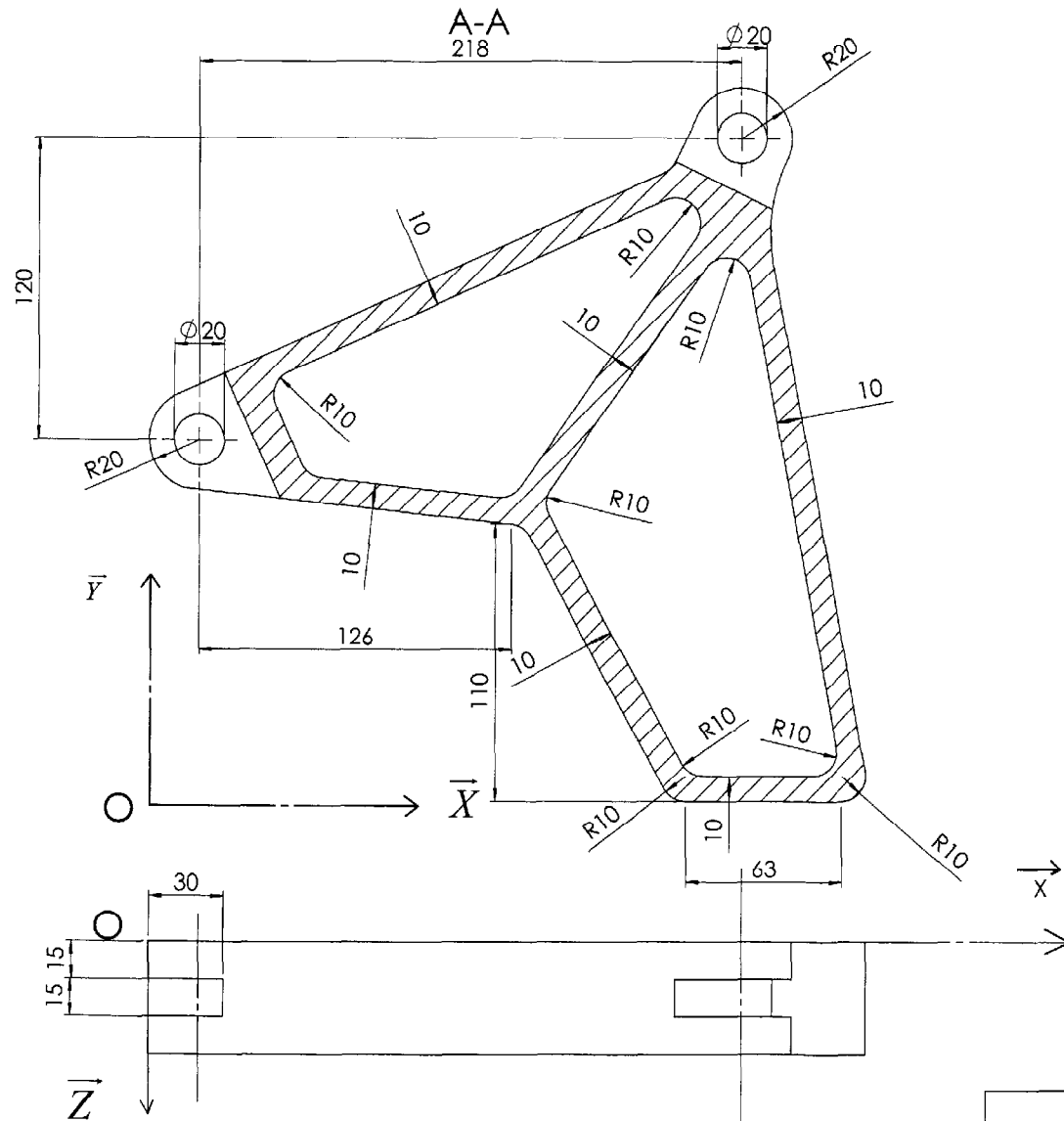
■ $\lambda_c \approx 100$	poutres en acier (profilés)
■ $\lambda_c \approx 70$	poutres en bois ou en aluminium
■ $\lambda_c \approx 60$	poutres en fonte

CRITÈRES DE RÉSISTANCE :

Selon la valeur λ , la charge limite F est donnée par l'une des trois relations (poutres, acier).

Poutres courtes $\lambda < 20$	Poutres moyennes $20 < \lambda < 100$	Poutres élancées $\lambda > 100$
Compression simple :	Formule expérimentale de Rankine :	Formule d'Euler :
$F_{adm} = R_{pc} \cdot S$	$F_{adm} = \frac{R_{pc} \cdot S}{1 + \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}$	$F_{adm} = \frac{R_{pc} \cdot S}{2 \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}$





DOCUMENT N°15

Licence d'éducation SolidWorks
A titre éducatif uniquement

Echelle 1:2	EQUERRE D'ARTICULATION ESCALIER	Session Juin 2004
	BTS MEMA	
Format : A3 H	Epreuve U4 Première partie	

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION
DES
MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION DE JUIN 2004

**Epreuve : U4 : Mécanique et résistance des matériaux appliquées à la
technologie des cellules et des systèmes**

1^{ère} partie : Mécanique et résistance des matériaux

Durée : 5h

Coefficient : 3

DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

-
- | | |
|------------------------|--|
| DOCUMENT REPOSE N° 1 : | Courbe de traction |
| DOCUMENT REPOSE N° 2 : | Moment fléchissant pour une position quelconque de $\vec{F}$ |
| DOCUMENT REPOSE N° 3 : | Moment fléchissant dans le cas le plus défavorable |
| DOCUMENT REPOSE N° 4 : | Contraintes dans la section S_1 |
| DOCUMENT REPOSE N° 5 : | Contraintes dans la section S_2 |
| DOCUMENT REPOSE N° 6 : | Contraintes dans la section S_3 |
| DOCUMENT REPOSE N° 7 : | Dessin en perspective isométrique |
| DOCUMENT REPOSE N° 8 : | Dessin en perspective cavalière |

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

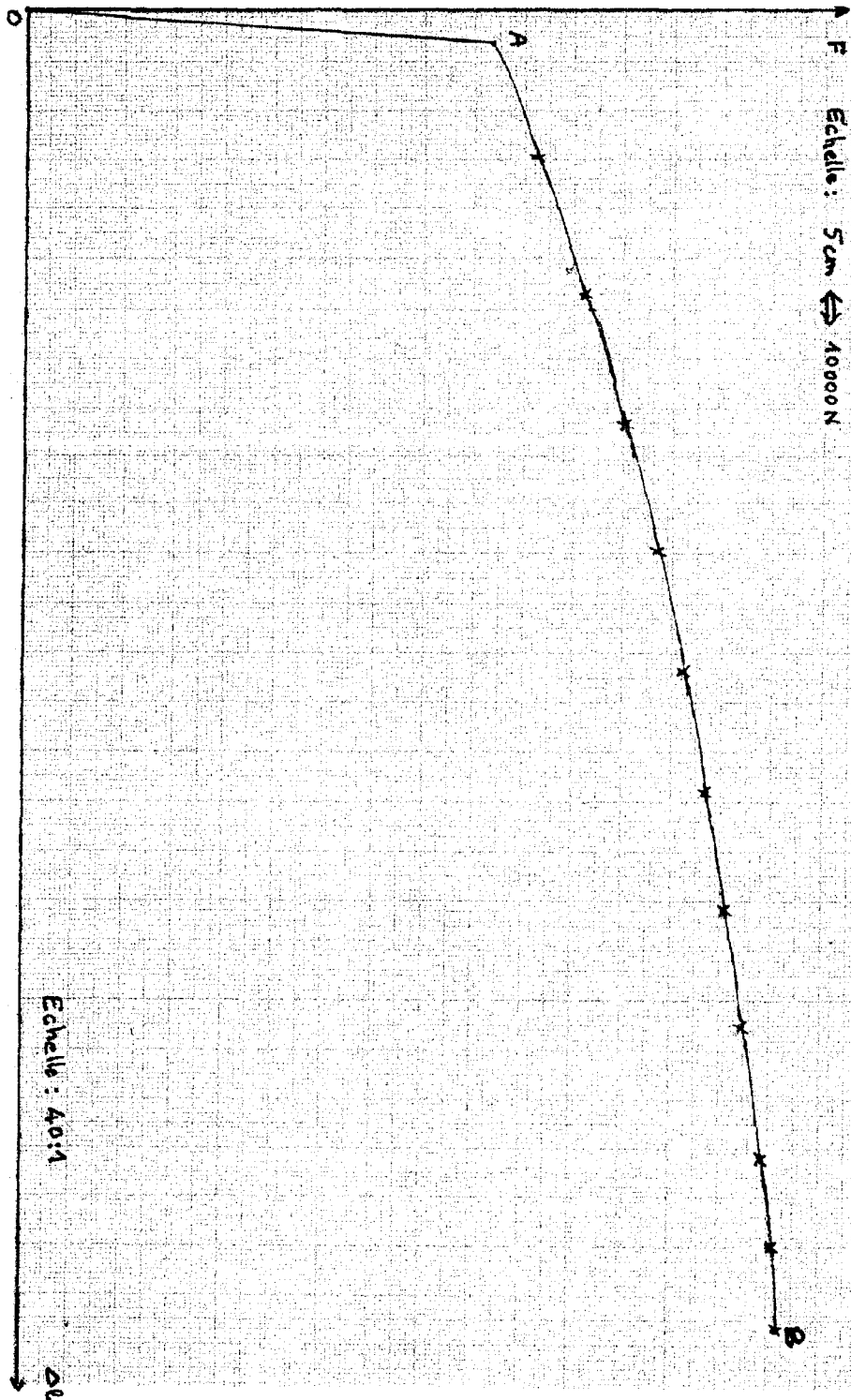
Né(e) le :

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMT1

DOCUMENT REPONSE N°1



Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

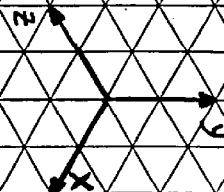
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Né(e) le : _____

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1

DOCUMENT REPONSE N°7



DANS CE CADRE

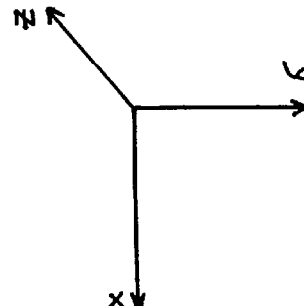
NE RIEN ÉCRIRE

Académie :	Session :
Examen ou Concours	Série* :
Spécialité/option* :	Repère de l'épreuve :
Épreuve/sous-épreuve :	
NOM :	
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1

DOCUMENT REPONSE N°8



Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

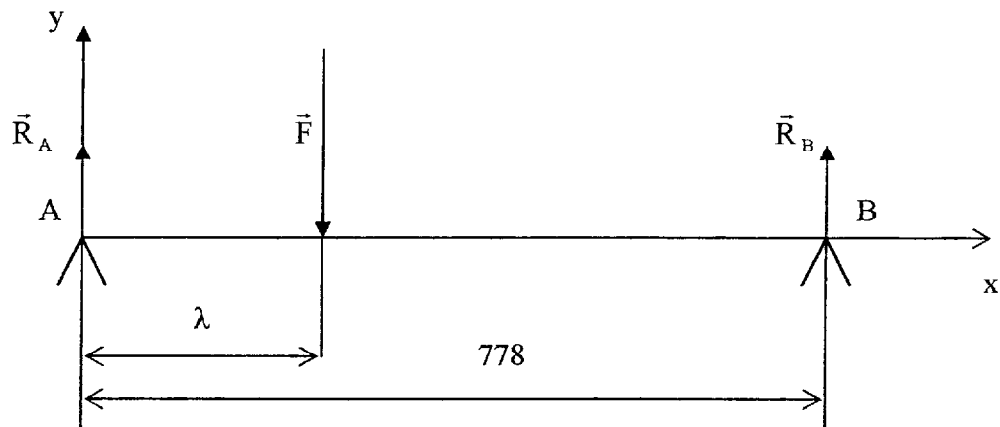
Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

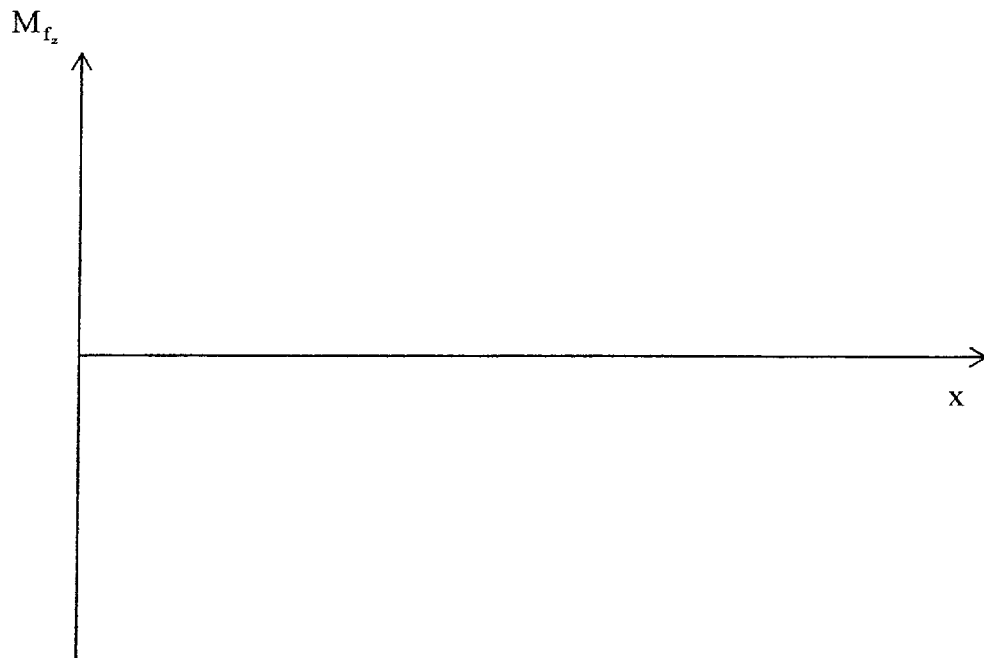
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1



$$\vec{R}_A =$$

$$\vec{R}_B =$$



$$M_{f_z} \text{ maxi} =$$

DOCUMENT REPONSE N°2

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

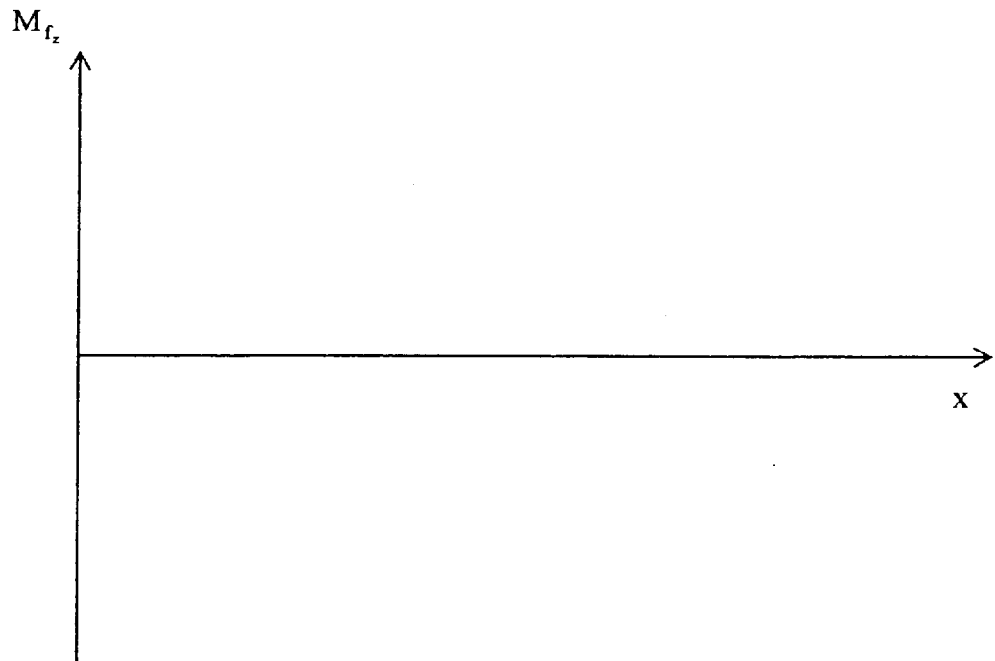
Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1

x	0	389	389	778
M_{f_z}				



M_{f_z} maxi =

DOCUMENT REPONSE N°3

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

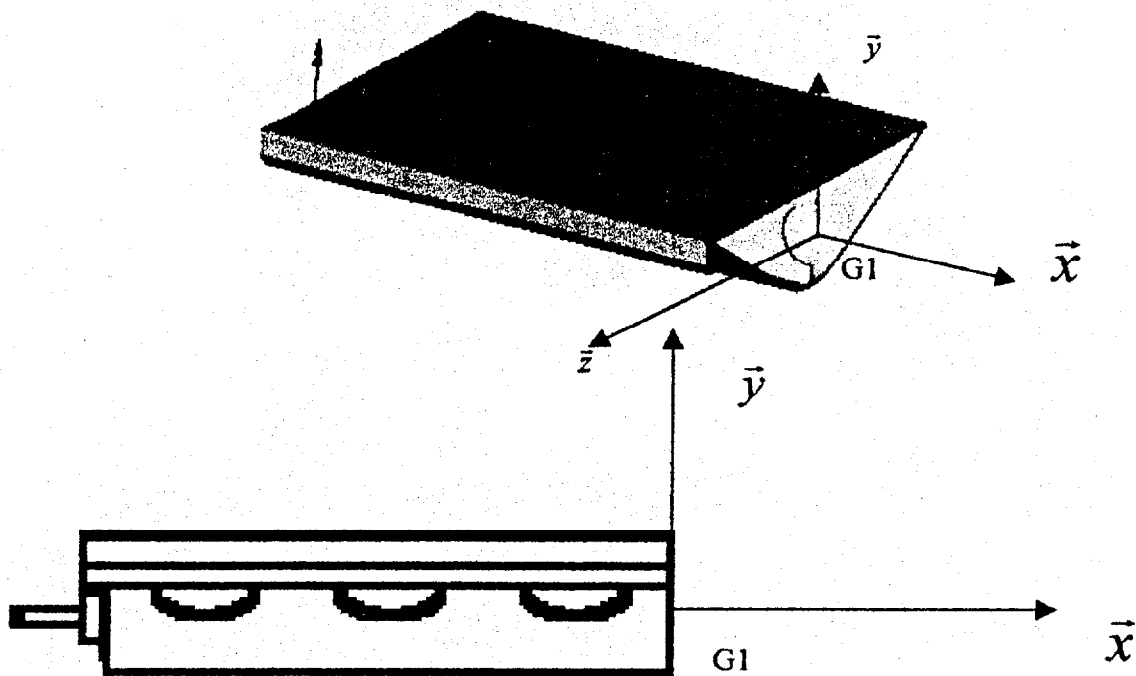
Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

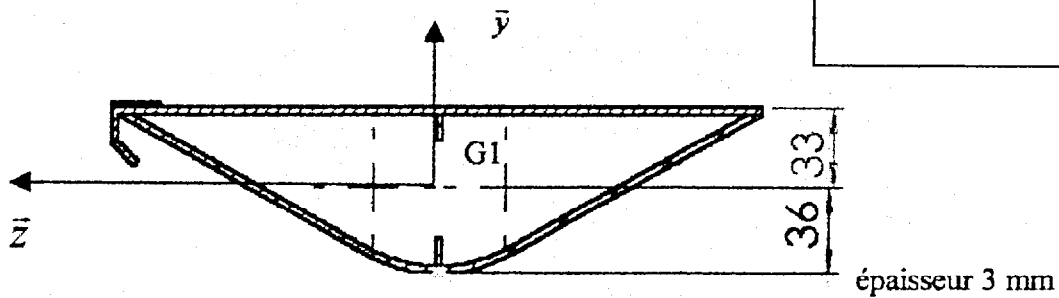
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1



Section A-A (S1)



$$IG_y = 10635014 \text{ mm}^4$$

$$IG_z = 422842 \text{ mm}^4$$

DOCUMENT REPONSE N°4

Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

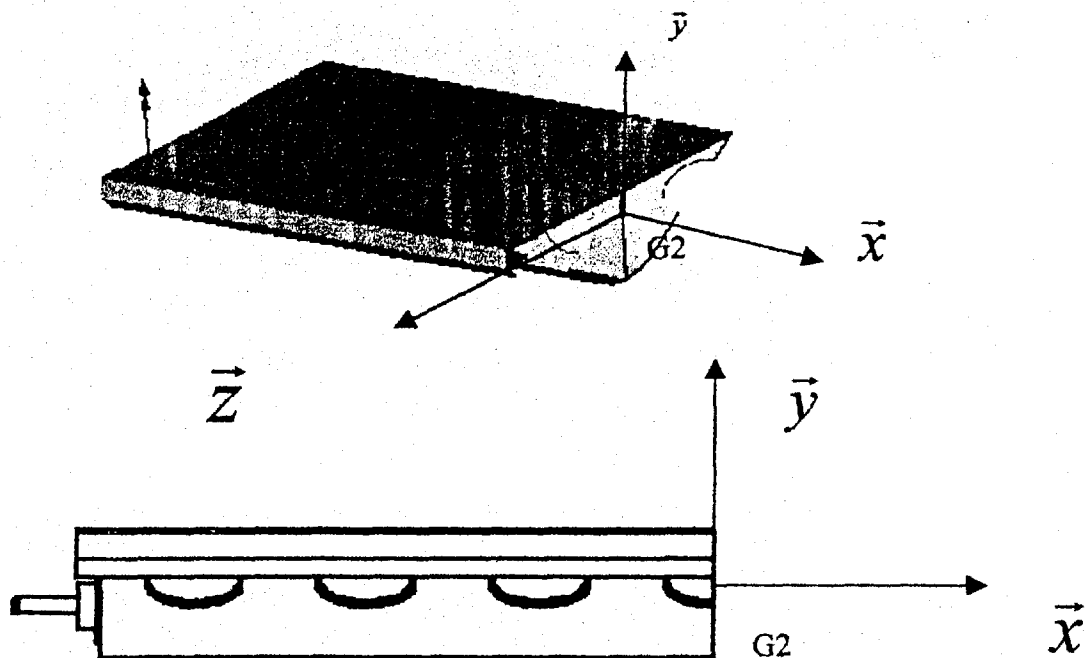
Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

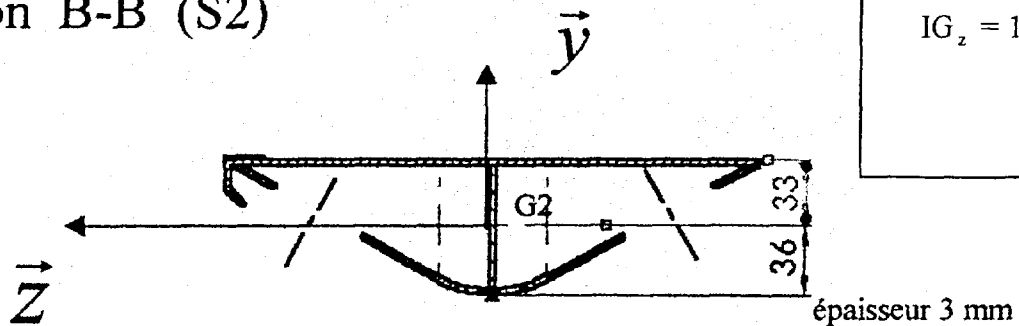
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1



Section B-B (S2)



$$IG_y = 10635914 \text{ mm}^4$$

$$IG_z = 1184648 \text{ mm}^4$$

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

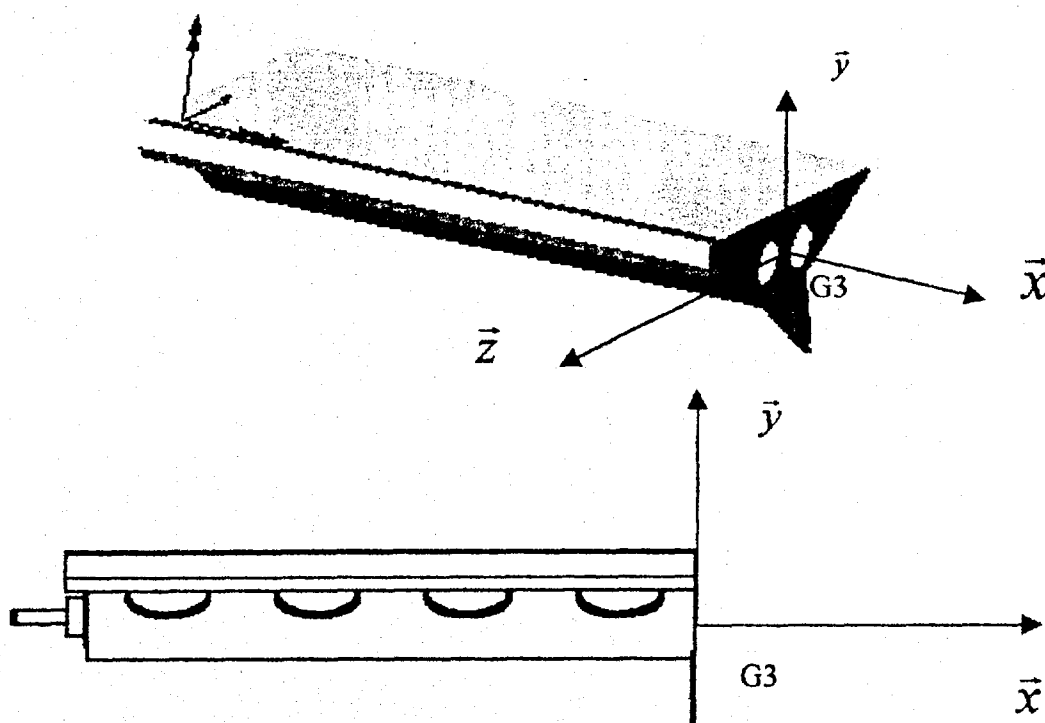
Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

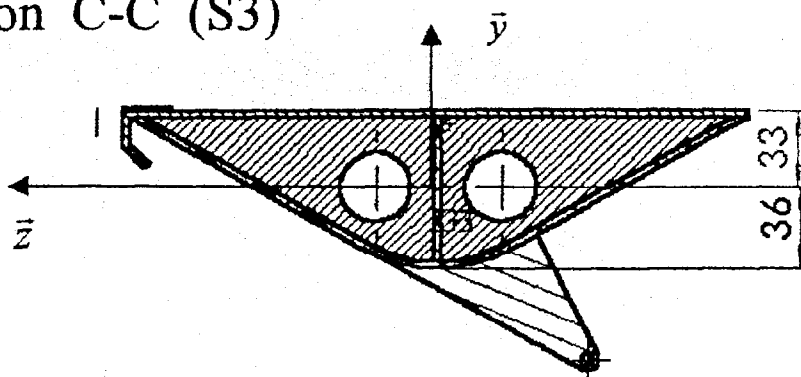
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou le liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1



Section C-C (S3)



épaisseur 3 mm

$$IG_y = 94602914 \text{ mm}^4$$

$$IG_z = 11078915 \text{ mm}^4$$

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION
DES
MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION DE JUIN 2004

**Epreuve : U4 : Mécanique et résistance des matériaux appliquées à la
technologie des cellules et des systèmes**

2^{ème} partie : Cellules et Systèmes

Durée : 2h

Coefficient : 3

- Calculatrice interdite
- Tous documents interdits

Afin d'être en harmonie avec le sujet de mécanique et de résistance des matériaux, l'étude technologique suivante portera sur l'état et l'exploitation de l'avion dans le cadre d'une escale.

1^{ere} QUESTION

En vous appuyant sur un schéma de principe que vous construirez, vous décrirez comment après atterrissage normal les PNC ouvrent les portes passagers.

2^{eme} QUESTION

Les procédures seraient elles les mêmes si une évacuation d'urgence s'imposait ?

3^{eme} QUESTION

L'énergie électrique nécessaire à l'éclairage (cabine, soute...) à l'activation de certains ventilateurs, au contrôle des pleins... provient dans la plupart des cas de l'alternateur APU de type sans balais. Enumérez les avantages liés à l'emploi d'un tel alternateur.

4^{eme} QUESTION

S'agissant du conditionnement d'air, la majorité des transporteurs actuels sont divisés fictivement en 4 zones et sont équipés de deux groupes de conditionnement (PACKS) alimentés par de l'air provenant des prélèvements.

Vous construirez le schéma montrant comment à partir de ces différents prélèvements on arrive à ventiler et climatiser l'avion au cours d'une escale.

5^{eme} QUESTION

On trouve sur les groupes de conditionnement des équipements tels que :

- séparateur d'eau
- vanne de dégivrage
- thermostats
- fusibles

Donnez le rôle et le principe de fonctionnement de ces équipements.

6^{eme} QUESTION

Vous êtes responsable du remplissage de l'avion dont le schéma du circuit carburant figure en annexe.

La capacité maxi de chaque réservoir (définie par le constructeur) est de 5670 l pour les réservoirs 1, 2, 8750 l pour le central

Les quantités restantes, lues sur les jaugeurs de bord sont de : 580 kg en réservoir n° 1
0 kg en réservoir central
520 kg en réservoir n° 2

La densité du jour est de 0,82 et la quantité souhaitée au départ est de 11,5 tonnes

- Combien de litres allez vous mettre dans l'avion ?
- Quelle sera avant décollage la répartition du carburant ?
- Suite à incident de dernière minute vous devez transférer le carburant du réservoir n° 1 vers le central afin d'assurer un dépannage. Comment allez vous procéder?

