

2ème partie

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

A - Analyse de la documentation relative à ces tôles

(6 pts)

1- Déterminer R , R_e et $A\%$. Faire apparaître vos tracés sur le document réponse N°1

(1,5 pts)

Sur le graphique → F_e de mesure 94mm → $F_e = 18800\text{N}$

$$R_e = \frac{F_e}{S_0} = \frac{18800}{3 \times 26} = 241\text{MPa}$$

Sur le graphique → R de mesure 152mm → $R = 30400\text{N}$

$$R = \frac{F_r}{S_0} = \frac{30400}{3 \times 26} = 390\text{MPa}$$

Sur le graphique → $OH = 260\text{mm}$; $A\% = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 = \frac{260 : 40}{50} \times 100 = 13$

2 En écrivant l'équation de la droite OA, déterminer E

(1,5 pts)

$$F = k \Delta l. \text{ Or, d'après la loi de Hooke : } \frac{F}{S_0} = E \frac{\Delta l}{l_0}. \text{ D'où } k = \frac{E \times S_0}{l_0}. \text{ D'où } E = \frac{k \times l_0}{S_0}$$

$$\text{D'après le graphique : } k = \frac{18800}{6 : 40} = 125333$$

$$E = \frac{125333 \times 50}{78} = 80341\text{Mpa}$$

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 ?

(1,5pt)

La courbe de traction fait apparaître :

- OA : zone de déformation élastique linéaire
- AB : zone de déformation plastique

Cette courbe est caractéristique du comportement d'un matériau ductile

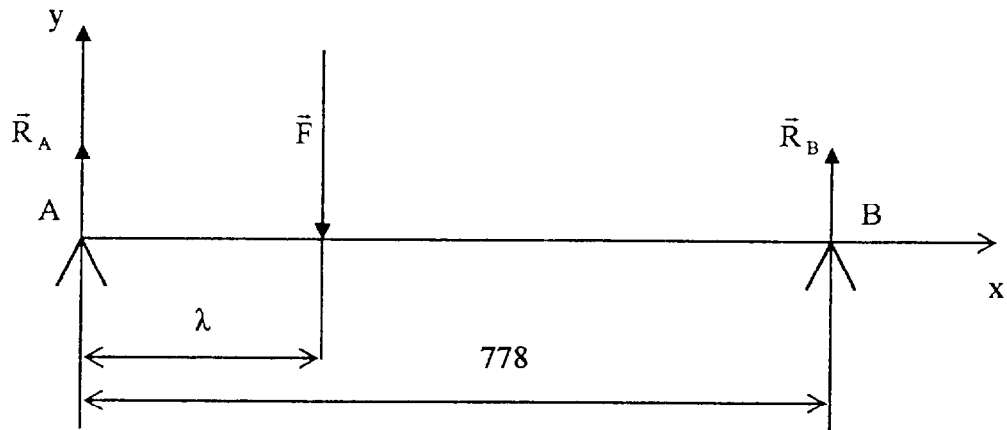
6-Les marches étant fabriquées par pliage, il faut donc avoir des renseignements sur les propriétés de déformation plastique du matériau. Quel est le nom de la propriété d'un matériau d'avoir l'aptitude de se déformer plastiquement par extension sans se rompre ? Comment traduit-on cette propriété ?

(1,5pt)

C'est la ductilité que l'on peut évaluer par A%. Plus A% est grand plus le matériau est ductile.

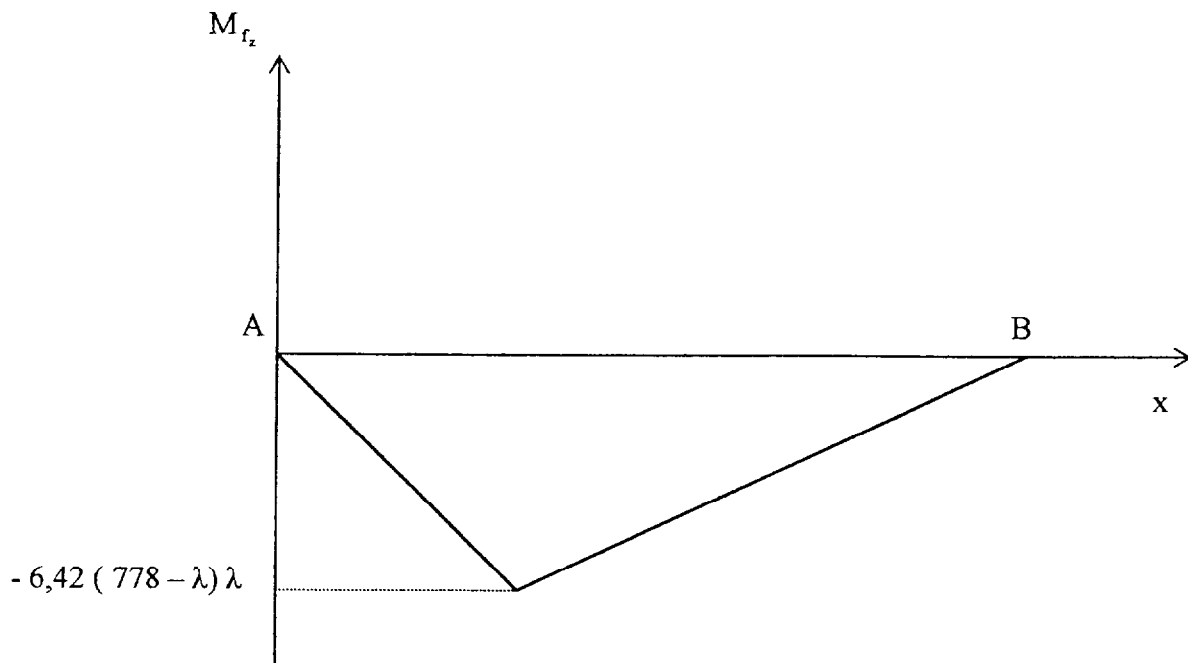
B - Vérification de la résistance à la flexion.
(10pts)

1-Déterminer \bar{R}_A , \bar{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.
(2 pts)



$$\bar{R}_A = + \frac{5000}{778} (778 - \lambda) \bar{y} = + 6,42 (778 - \lambda) \bar{y}$$

$$\bar{R}_B = \frac{5000}{778} \lambda \bar{y} = + 6,42 \lambda \bar{y}$$



$$M_{f_z} \text{ maxi} = 6,42 (778 - \lambda) \lambda$$

DOCUMENT REPONSE N°2

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 admettez ce résultat pour les questions suivantes.

(1 pt)

La fonction $\lambda \Leftrightarrow M_{f_z}$ admet comme courbe représentative une parabole dont le sommet a pour abscisse la demie somme des racines de l'équation : $6,42 (778 - \lambda) \lambda = 0$. Les 2 racines sont :

$$\lambda = 0$$

$$\lambda = 778$$

$$\text{Le maxi de } M_{f_z} \text{ aura donc lieu pour } \lambda = \frac{0 + 778}{2} = 389$$

3- Sur le document réponse N°3, exprimez le moment fléchissant en fonction de x, puis tracez en le diagramme.

(2 pts)

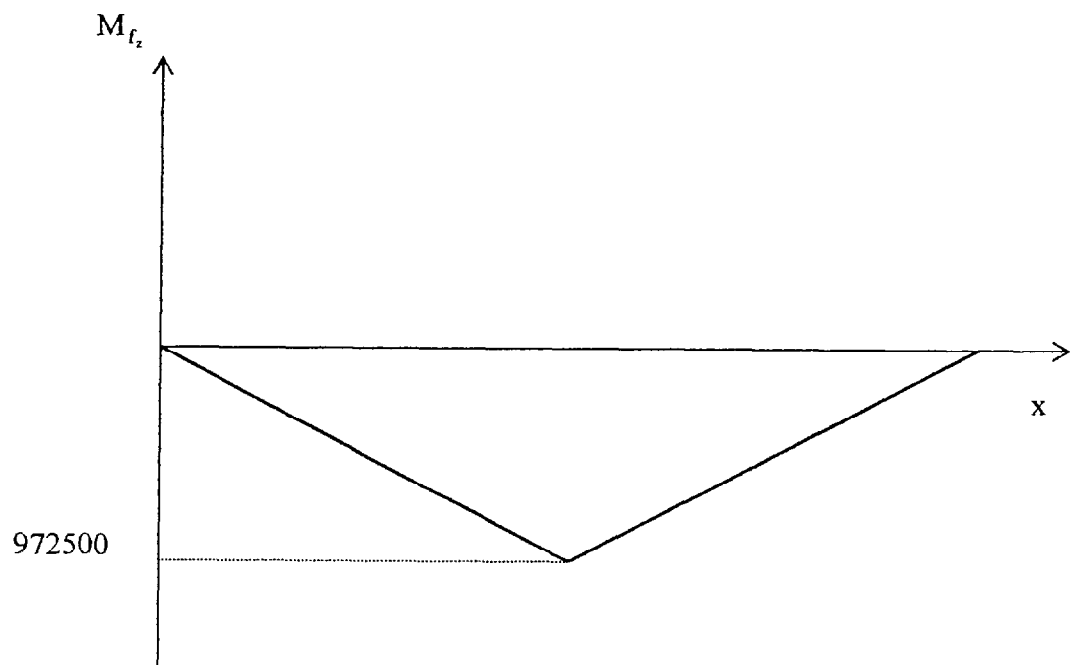
Dans ce cas et d'après la 1^{ère} question nous avons donc :

$$\vec{R}_A = \vec{R}_B = + 2500 \vec{y}$$

$$M_{f_z} \text{ maxi} = 972500 \text{ (mm.N)}$$

Voir document réponse N°3

x	0	389	389	778
M_{fz}		$-2500x$		$-2500x + 5000(x-389)$



$$M_{fz} \text{ maxi} = 972500 \text{ mmN}$$

DOCUMENT REPOSE N°3

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_1 car le moment fléchissant est maximum
- S_2 ou S_3 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

(1,5pts)

Répartition des contraintes normales :

- uniforme le long de $G_1\bar{z}$
- uniformément réparties le long de $G_1\bar{y}$

Voir document réponse N°4

$$M_f = 2500 \times 295 = 737500 \text{ mmN}$$

$$\text{Contrainte maxi de compression : } \sigma = -\frac{737500}{422842} \times 33 = -57,55 \text{ MPa}$$

$$\text{Contrainte maxi de traction : } \sigma = \frac{737500}{422842} \times 36 = +62,78 \text{ MPa}$$

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

(1,5pts)

Répartition des contraintes normales :

- uniforme le long de $G_2\bar{z}$
- uniformément réparties le long de $G_2\bar{z}$

Voir document réponse N°5

$$M_f = 2500 \times 341 = 852500 \text{ mmN}$$

$$\text{Contrainte maxi de compression : } \sigma = -\frac{852500}{1184648} \times 33 = -23,74 \text{ MPa}$$

$$\text{Contrainte maxi de traction : } \sigma = \frac{852500}{1184648} \times 36 = +25,9 \text{ MPa}$$

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

(1,5pts)

Répartition des contraintes normales :

- uniforme le long de $G_3\bar{z}$
- uniformément réparties le long de $G_3\bar{z}$

Voir document réponse N°6

$$M_f = 2500 \times 389 = 972500 \text{ mmN}$$

$$\text{Contrainte maxi de compression : } \sigma = - \frac{972500}{11078915} \times 33 = - 2,89 \text{ MPa}$$

$$\text{Contrainte maxi de traction : } \sigma = + \frac{972500}{11078915} \times 36 = + 3,16 \text{ MPa}$$

Quelle est la section la plus sollicitée ?

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

(0,5pts)

La section la plus sollicitée est la section S_1

Coef de sécurité : $241 : 62,78 = 3,83$

C- Vérification à la compression ou au flambage d'une plaque de la partie centrale**(10 pts)**

1- Montrer que $G\bar{x}$ et $G\bar{z}$ sont axes principaux d'inertie de la section A-A. Si vous n'y arrivez pas, vous admettez ce résultat pour les autres questions.

(1pt)

$G\bar{x}$ et $G\bar{z}$ sont axes de symétrie de la figure, ils sont donc axes principaux d'inertie.

2- Calculer les moments quadratiques I_{Gx} et I_{Gz} de cette section

(2pts)

$$I_{Gx} = \frac{183 \times 3^3}{12} - \frac{40 \times 3^3}{12} = 321,75 \text{ m}^4$$

$$I_{Gz} = \frac{3 \times 183^3}{12} - \frac{3 \times 40^3}{12} = 1516121,75 \text{ m}^4$$

3- Autour de quel axe le risque de flambage existe-t-il ?

(1pt)

$I_{Gx} < I_{Gz}$, le risque de flambage sera autour de l'axe $G\bar{x}$.

4 -Calculer l'élanement de la poutre

(2 pts)

$$\rho = \sqrt{\frac{I_{Gx}}{S}} = \sqrt{\frac{321,75}{3(183-40)}} = 0,75 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L}{\rho} ; \text{ poutre encadrée aux deux extrémités, d'où } L = \frac{63}{2} = 31,5$$

$$\lambda = \frac{31,5}{0,75} = 42$$

5- En déduire la force admissible en fonction de R_{pc}

(2 pts)

$20 < \lambda < 100 \quad \rightarrow \quad \text{Formule de Rankine}$

$$F_{adm} = \frac{R_{pc} \times S}{1 + \left(\frac{\lambda}{\lambda_c} \right)^2}$$

$$F_{adm} = \frac{R_{pc} \times 3(183 - 40)}{1 + \left(\frac{42}{70}\right)^2} = 315,44 R_{pc}$$

6- La plaque résistera-t-elle ? Si oui, quelle sera la valeur du coefficient de sécurité ?

(2 pts)

Pour que la plaque résiste, il faut que :

$$5000 < F_{adm}$$

$$\text{Or } R_{pc} < R_{pc}$$

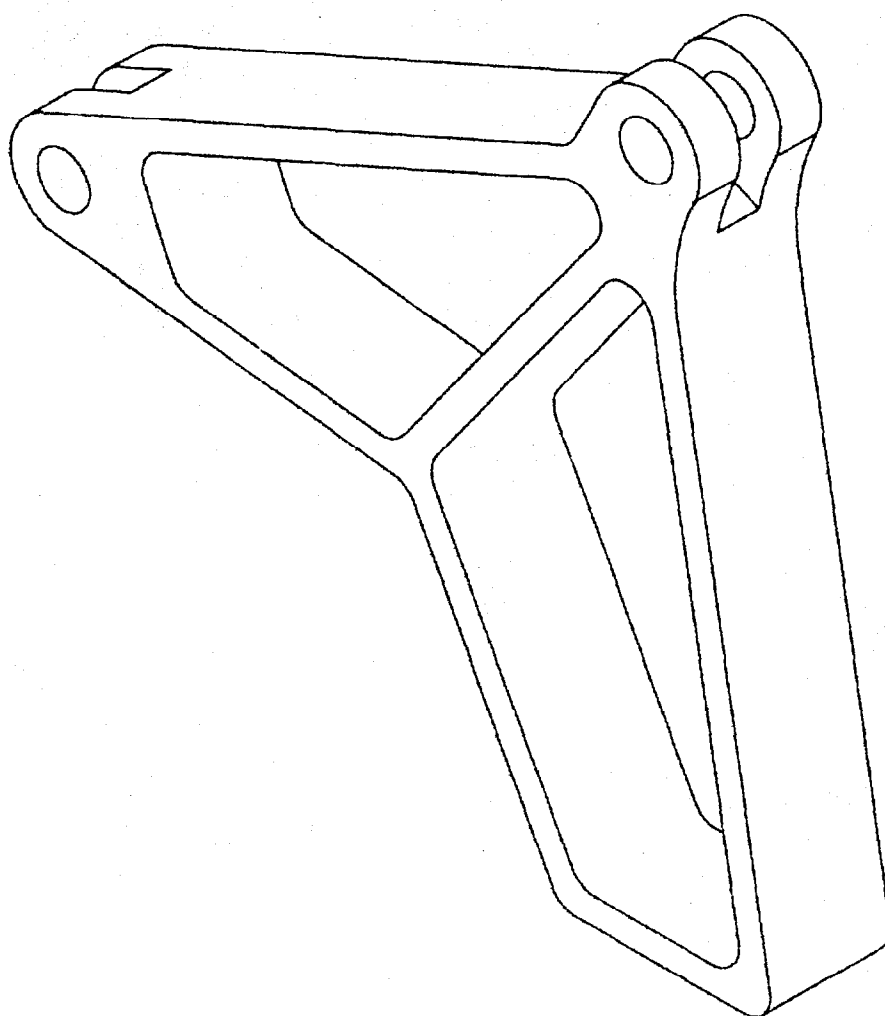
$$\text{D'où } F_{adm} = 315,44 \times 241 \times s = 76021s$$

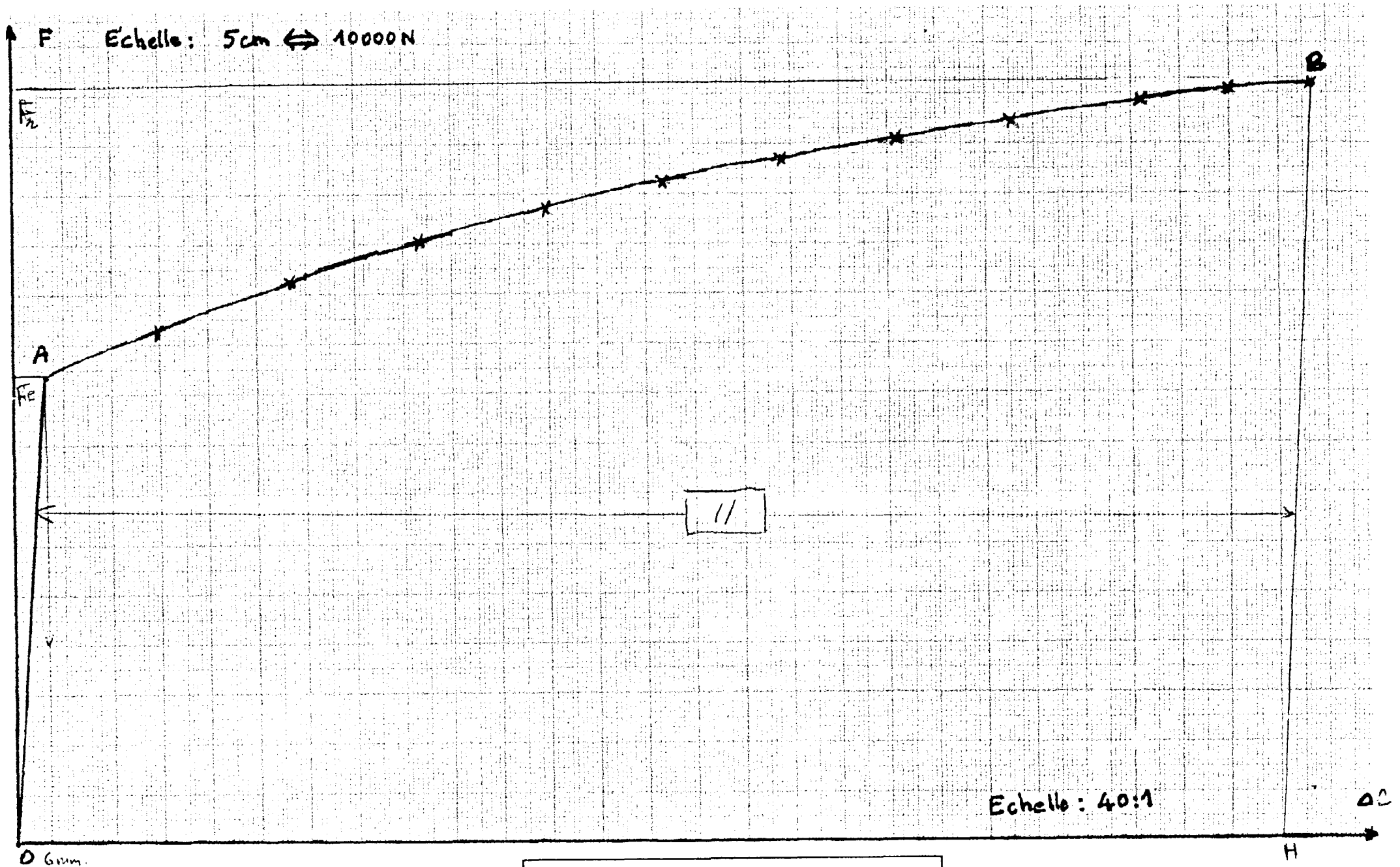
La plaque va donc résister, le coefficient de sécurité minimum sera de $\frac{76021}{5000} = 15,2 !!$

3ème partie

Dessin en perspective à main levée d'une équerre d'articulation

(12pts)





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 : _____

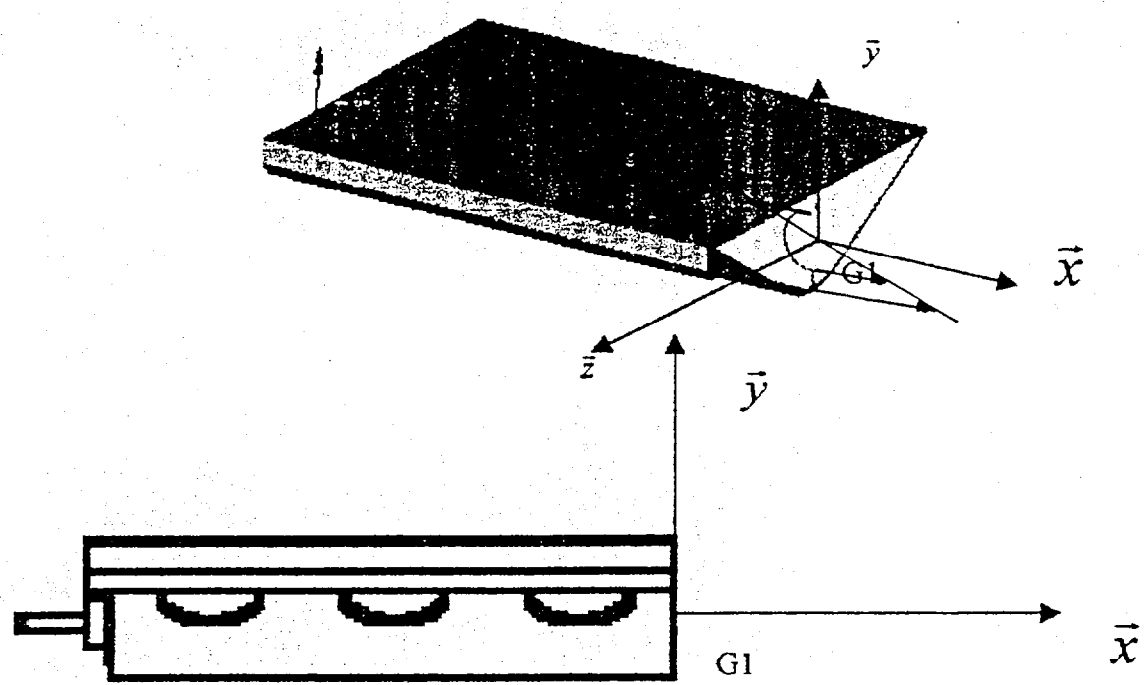
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

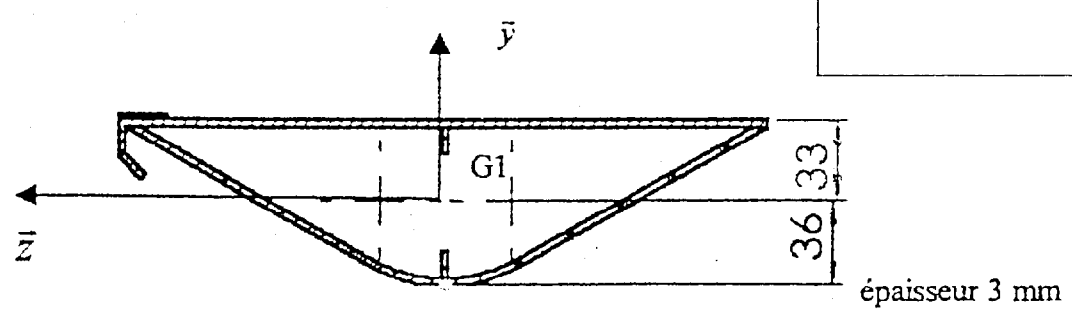
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1/Bis



Section A-A (S1)

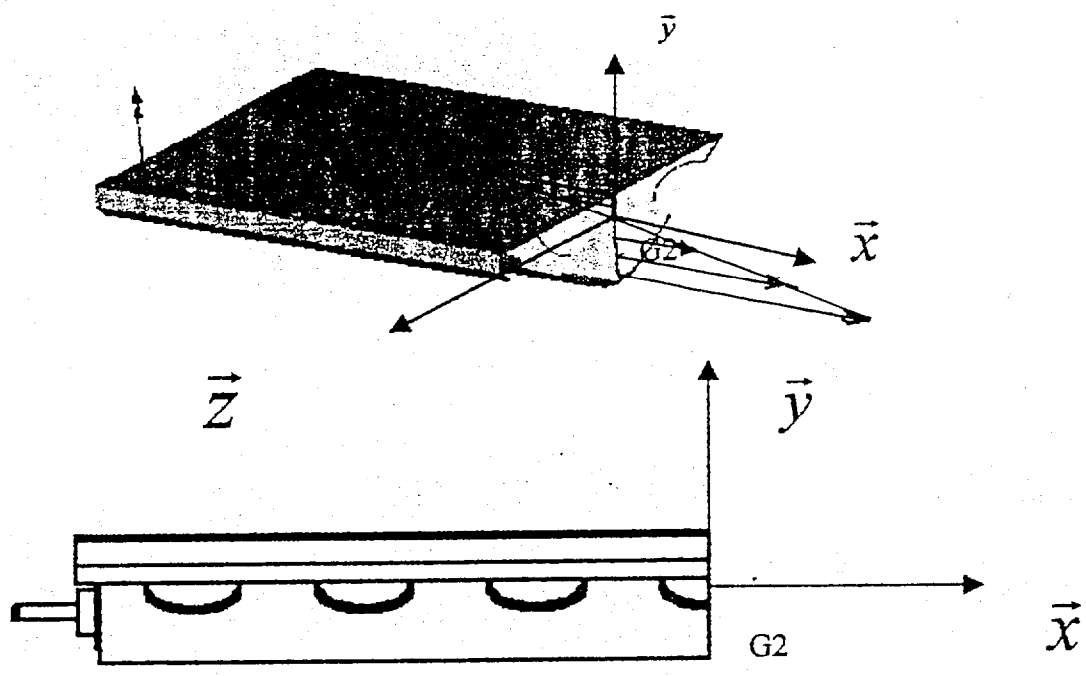
$IG_y = 10635014 \text{ mm}^4$ $IG_z = 422842 \text{ mm}^4$
--



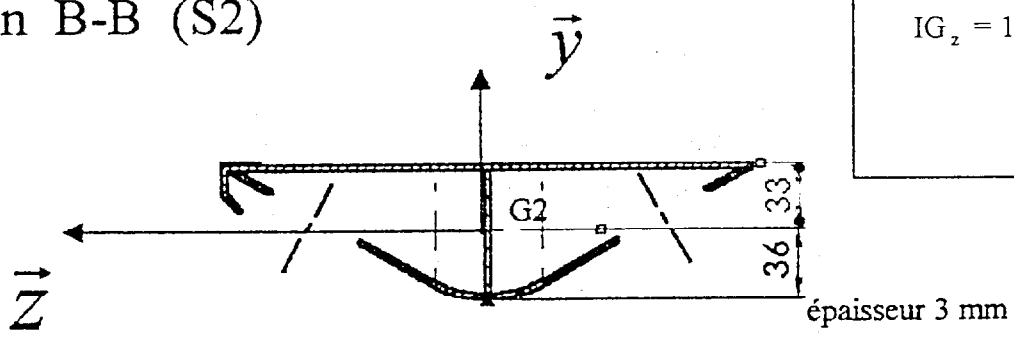
Académie : _____ Session : _____ Série* : _____
 Examen ou Concours _____ Repère de l'épreuve : _____
 Spécialité/option* : _____
 Épreuve/sous-épreuve : _____
 NOM : _____
 (en majuscules, sans s'il y a lieu, ou nom d'usage)
 Prénoms : _____ N° du candidat
 Né(e) le : _____
 (le numéro est celui qui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

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

MEMRMAT1/Bis



Section B-B (S2)

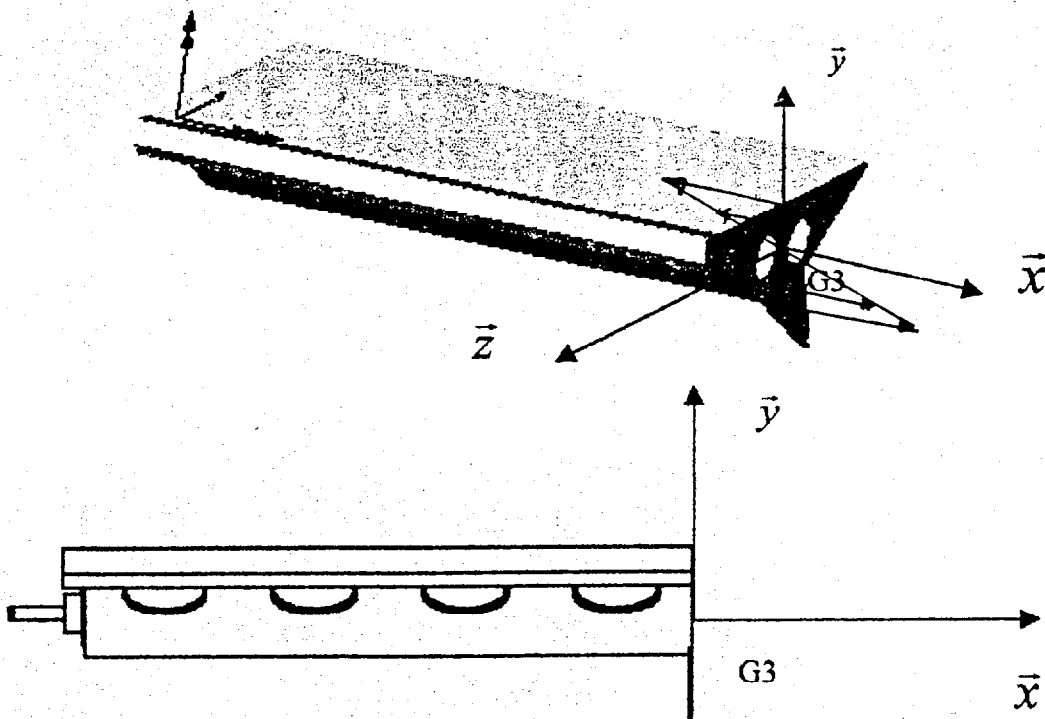


$IG_y = 10635914 \text{ mm}^4$
 $IG_z = 1184648 \text{ mm}^4$

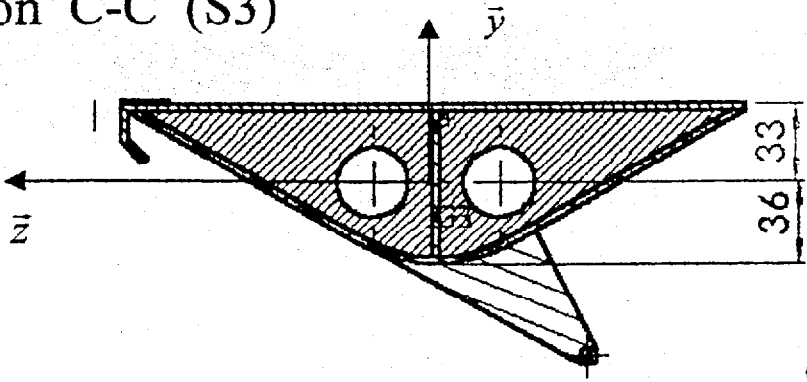
Académie : _____ Session : _____ Série* : _____
 Examen ou Concours _____ Repère de l'épreuve : _____
 Spécialité/option* : _____
 Épreuve/sous-épreuve : _____
 NOM : _____
(en majuscules, suivi d'1 y a lieu, du nom d'épouse)
 Prénoms : _____ N° du candidat
 Né(e) le : _____
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

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

MEMRMAT1/Bis



Section C-C (S3)



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

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

épaisseur 3 mm

DOCUMENT REPONSE N°6