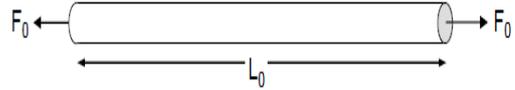


Examen final : Choix des matériaux (M2)
Durée : 1 h 30 min (document non autorisés)

Exercice 1

On veut sélection un matériau pour une pièce sollicitée en traction, devant avoir une rigidité donnée (c'est-à-dire ne s'allongeant pas de plus de ϵ_0) et possédant une masse minimale.

- Déterminer l'indice de performance I



Exercice 2

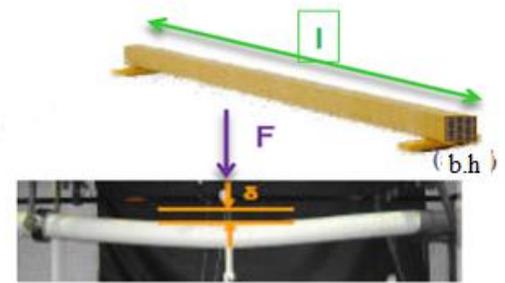
On veut concevoir une poutre rigide de section (b. h) et de longueur l chargée en flexion, avec une contrainte sur sa rigidité qui dit que la flèche de déformation ne doit pas dépasser une valeur δ sous une charge F.

1) Compléter

1. Fonction :
2. Objectif :
3. Contraintes :

Paramètres ajustables (libre): la hauteur h est libre

$$\delta = \frac{F.L^3}{C.E.I} \quad \text{Avec } I = \frac{b.h^3}{12}$$



2) Déterminer l'indice de performance

Exercice 3

- On dispose des matériaux présentés dans le tableau ci-dessous, calculer les indices de performance de sept matériaux et discuter relativement à indices de performance le meilleur matériau ?

Matériau	E (GPa)	ρ (Mg/m ³)	C (euro/Kg)	Indice I ($I = \frac{\sqrt{E}}{\rho}$)
Bois	25	0,9	0.6
Alliage d'aluminium	70	2,7	1.3
Béton	24	2,3	0.04
CFRP	120	1,2	32
GFRP	22	1,85	15
Mousse polymérique	3.5	0,3	15
Verre	80	2,6	6

- Tracer les lignes d'équipperformance des CFRP et Mousse polymérique sur le diagramme Ashby (E- ρ), (avec explication).

Examen "Choix des Matériaux".

Exercice 1:

Fonction: la pièce supporte une charge de traction.

Objectif: minimiser la masse.

Contrainte: la déformation provoquée par une charge F ne doit pas dépasser un certain niveau.

$$m = \rho V = \rho \cdot L_0 \cdot S$$

Le critère de déformation: $\epsilon \leq \epsilon_0$.

$$\sigma = E \epsilon \Rightarrow \epsilon = \frac{\sigma}{E} \leq \epsilon_0 \Rightarrow \epsilon = \frac{F_0}{SE} \leq \epsilon_0$$

$$\therefore S \geq \frac{F_0}{E \epsilon_0}$$

$$m = \rho \cdot L_0 \cdot S = \rho \cdot L_0 \cdot \frac{F_0}{E \epsilon_0} \Rightarrow m = \left(\frac{F_0}{E \epsilon_0} \right) (L_0) \left(\frac{\rho}{E} \right)$$

Pour minimiser la masse "m", il faut maximiser l'indice de performance

$$\boxed{I = \frac{E}{\rho}}$$

Exercice 2:

Fonction: Pontre en flexion.

Objectif: minimiser la masse

Contrainte: supporter une charge en flexion F sans trop déformer.

la section: $S = b \cdot h$ (h : paramètre libre).

$$S = \frac{FL^3}{CE} = \frac{F \cdot L^3 \cdot 12}{CE \cdot b \cdot h^3} \Rightarrow h^3 = \frac{12 \cdot F \cdot L^3}{CE \cdot b \cdot S}$$

$$\text{et } h = \left(\frac{12FL^3}{CEb \cdot S} \right)^{1/3} \quad m = \rho V = \rho \cdot S \cdot L = \rho \cdot b \cdot h \cdot L$$

$$m = \frac{\rho}{E^{1/3}} \left[\frac{12FL^6}{CE \cdot b^4} \right]^{1/3} \quad m_{\min} \rightarrow \boxed{I = \frac{E^{1/3}}{\rho}}$$

Exercice 3:

Matériau	E (GPa)	ρ (kg/m ³)	C (\$/kg)	$I = \frac{E^{1/2}}{\rho}$
Bois	25	0,9	0,6	5,55
Alliage Al	70	2,7	1,3	3,09
Béton	24	2,3	0,04	2,13
CFRP	120	1,2	32	9,13
GFRP	22	1,85	15	2,53
Mousse Poly.	3,5	0,3	15	6,23
Verre	80	2,6	6	3,44

Le CFRP est le matériau le plus performant mais coûte très cher, par conséquent la mousse polymère est le meilleur choix.

$$I = \frac{E^{1/2}}{\rho} \Rightarrow E^{1/2} = I\rho \Rightarrow \frac{1}{2} \log E = \log \rho + \log I$$

$$\log E = 2 \log \rho + 2 \log I \Leftrightarrow Y = 2X + B$$

Tracage: CFRP:

$$B = ?$$

$$\log E = 2 \log \rho + 2 \log I \Rightarrow E = 10^{2 \log \rho + 2 \log I}$$

$$\text{Donc: à l'origine: } \rho = 0,17 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow E = 10^{2 \log(0,1) + 2 \log(9,13)}$$

$$E = 0,83$$

Mousse Poly.

$$E = 10^{2 \log \rho + 2 \log I}$$

$$\text{à } I = 6,23$$

$$\text{à l'origine: } E = 10^{2 \log(0,1) + 2 \log(6,23)}$$

$$\Rightarrow E = 0,39$$

$$B = ?$$

Exercice 3:

Matériau	E (GPa)	ρ (kg/m ³)	C (\$/kg)	$I = \frac{E^{1/2}}{\rho}$
Bois	25	0,9	0,6	5,55
Alliage Al	70	2,7	1,3	3,09
Béton	24	2,3	0,04	2,13
CFRP	120	1,2	32	9,13
GFRP	22	1,85	15	2,53
Mousse Poly.	3,5	0,3	15	6,23
Verre	80	2,6	6	3,44

Le CFRP est le matériau le plus performant mais coûte très cher, par conséquent la mousse polymère est le meilleur choix.

$$I = \frac{E^{1/2}}{\rho} \Rightarrow E^{1/2} = I\rho \Rightarrow \frac{1}{2} \log E = \log \rho + \log I$$

$$\log E = 2 \log \rho + 2 \log I \Leftrightarrow Y = 2X + B$$

Tracage: CFRP:

$$B = ?$$

$$\log E = 2 \log \rho + 2 \log I \Rightarrow E = 10^{2 \log \rho + 2 \log I}$$

$$\text{Donc: à l'origine: } \rho = 0,17 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow E = 10^{2 \log(0,1) + 2 \log(9,13)}$$

$$E = 0,83$$

Mousse Poly.

$$E = 10^{2 \log \rho + 2 \log I}$$

$$\text{à } I = 6,23$$

$$\text{à l'origine: } E = 10^{2 \log(0,1) + 2 \log(6,23)}$$

$$\Rightarrow E = 0,39$$

$$B = ?$$