

Construction Mécanique

Devoir Surveillé A2

28 janvier 2023

Durée : 1h30

Calculatrice autorisée
Documents non autorisés

Consignes de rédaction :

- *Répondre uniquement sur le document réponse.*
- *Ne rendre que les documents réponse (nom et gr inscrits).*
- *La rédaction se fait à l'encre (pas de crayon à papier).*

Il ne sera pas tenu compte des éléments de réponse ne respectant pas ces consignes.

Chapitres : Résistance des structures – généralités - traction

Compétences : C21

Connaissances associées : S729

Questions de cours – 4 points

Répondre aux questions sur le document réponse DR1.

Exercice 1 – Traction – 6 points

Répondre à l'ensemble des questions de cet exercice sur le document réponse DR1

Etude d'une barre de traction



Les barres de traction sont utilisées pour tracter des véhicules en panne. Elles se fixent sur des inserts prévus à cet effet à l'arrière et à l'avant des châssis de voiture. Elles peuvent donc tracter jusqu'à 2 tonnes ($F = 20\,000\text{ N}$).



Il existe différentes sections pour ces barres : circulaires ou carrées

Le matériau utilisé pour la barre de section circulaire est un acier S355 ($R_e = 355\text{ MPa}$, $E = 200\,000\text{ MPa}$), avec un coefficient de sécurité de 3.

Le matériau utilisé pour la barre de section carrée est un acier C22 ($R_e = 280\text{ MPa}$, $E = 210\,000\text{ MPa}$), avec un coefficient de sécurité de 3.

Les sections ont des dimensions équivalentes : le diamètre de la section circulaire est noté a et son épaisseur est notée e , de même la longueur du côté de la section carrée est notée a et son épaisseur est notée e .

Les sections ont un paramètre $a = 30\text{ mm}$ et une épaisseur $e = 2\text{ mm}$. La longueur est de 1 m .

On assimile les surfaces de sections à $S_{\text{cir}} = \pi \cdot a \cdot e$ pour la section circulaire et $S_{\text{car}} = 4 \cdot a \cdot e$ pour la section carrée.

Questions :

Quelle est la valeur de la contrainte pour chaque type de barre ?

La condition de résistance est-elle vérifiée ?

Que vaut l'allongement Δl de chaque type de barre ?

Quel doit être le diamètre de la barre circulaire pour avoir le même allongement que la barre carrée de côté 30 mm ?

Exercice 2 – Moment quadratique – 4 points

Répondre à l'ensemble des questions de cet exercice sur le document réponse DR2

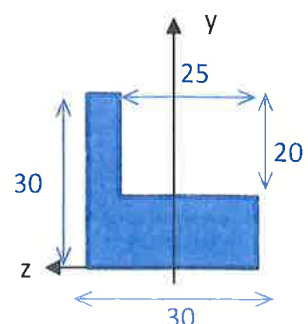
Calcul du moment quadratique d'une section

La section étudiée est définie avec les paramètres ci-contre

Calculer la surface de la section

Déterminer la position du centre de gravité par rapport à la base de la section

Calculer son moment quadratique I_{Gz}



Exercice 3 – Concentration de contrainte – 6 points

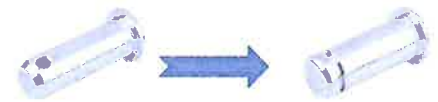
Répondre à l'ensemble des questions de cet exercice sur le document réponse DR2

Etude d'un axe d'articulation

L'articulation étudiée subit un effort axial de 1 400 N. Il est constitué d'un alliage d'aluminium 7020 ($R_e = 280$ MPa et $E = 70\,000$ MPa). Le coefficient de sécurité est de 2

On remplace un axe d'articulation goupillé par un axe arrêté par circlips.

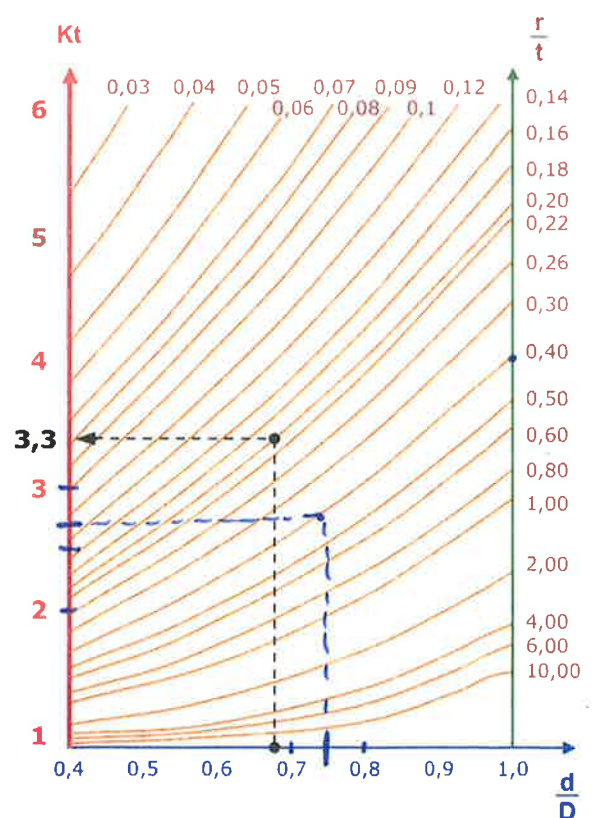
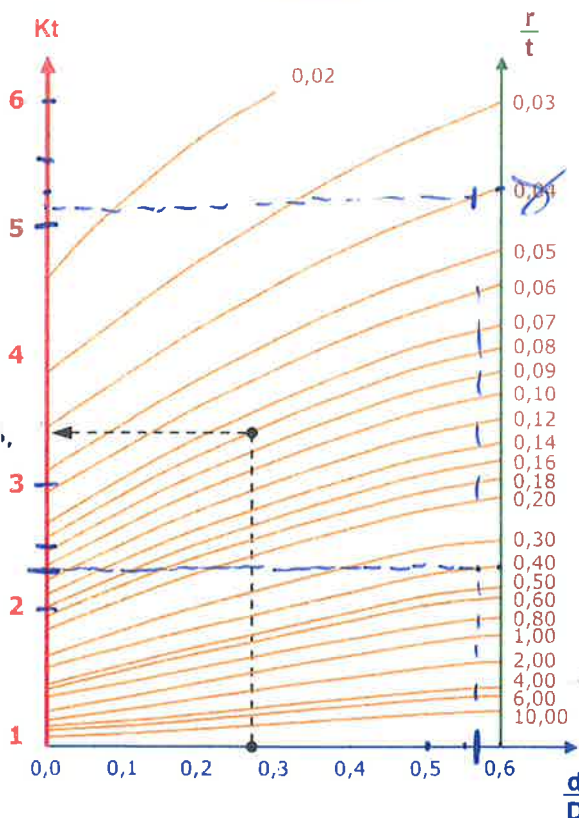
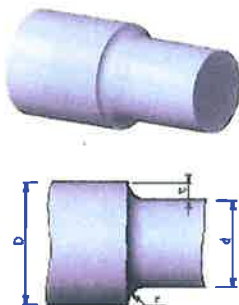
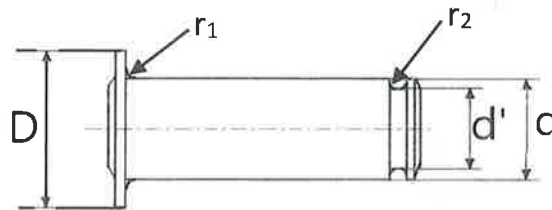
On souhaite déterminer quel changement de section est dimensionnant.



$$D = 14 \text{ mm} \quad r_1 = 1.2 \text{ mm}$$

$$d = 8 \text{ mm} \quad r_2 = 0.4 \text{ mm}$$

$$d' = 6 \text{ mm}$$



Questions :

Déterminer le K_t pour chaque changement de section

Calculer la contrainte maximale pour chaque changement de section

Identifier le changement de section dimensionnant et vérifier la condition de résistance

Document réponse DR1

18,5/20

Questions de cours - 4 points

2,5

Lettre grecque	Symbole	Utilisation
Sigma miniscule	σ	contrainte normale
Epsilon minuscule	ϵ	allongement ^{relatif} normal
Nu minuscule	γ	contrainte tangentielle
Tau minuscule	τ	allongement ^{relatif} tangential

Hypothèses RdS

Quelle est la particularité d'un matériau isotrope ?

Un matériau isotrope possède les mêmes caractéristiques dans toutes les directions (propriétés d'application d'une force).

Enoncer l'hypothèse de Navier Bernoulli :

$V = 2\pi d S$ avec d = distance du centre de surface à l'axe et S = Section de la surface en rotation

Loi RdS

Donner l'expression de la contrainte normale

Enoncer la loi de Hooke : $\sigma = E \epsilon$

provoquée par la traction :

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

Exercice 1 – Traction – 6 points

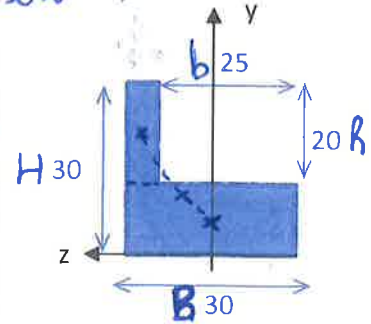
6

	Section circulaire	Section carrée
Contrainte normale	$\sigma = N/S = N/\pi a^2 = \frac{20000}{\pi \times 30^2} = 106,1 \text{ MPa}$	$\sigma = N/S = N/4a^2 = \frac{20000}{4 \times 30^2} = 83,3 \text{ MPa}$
Vérification condition résistance	$\sigma = 106,1 < R_e = 355$ et $3\sigma = 318,3 < 355$ Donc la barre tient et le coefficient de sécurité est respecté.	$\sigma = 83,3 < R_e = 280$ et $3\sigma = 249,9 < 280$ La barre tient et le coefficient de sécurité est respecté.
Allongement (en mm)	$\Delta l = \frac{\sigma}{E} \times L = \frac{NL}{SE} = \frac{20000 \times 1800}{\pi \times 30^2 \times 200000} = 0,95 \text{ mm}$	$\Delta l = \frac{NL}{SE} = \frac{20000 \times 1800}{4 \times 30^2 \times 200000} = \frac{5}{7} \approx 0,71 \text{ mm}$
Diamètre de la section circulaire pour allongement égal	$\Delta l = \frac{NL}{\pi D e \times E}$ donc $D = \frac{NL}{\pi \Delta l \times e \times E} = \frac{NL \times 4a^2 E_0}{NL \times \pi \times e \times E_0} = \frac{4a^2}{\pi}$ d'où $D = \frac{4 \times 30^2 \times 240}{\pi \times 200} = 40,1 \text{ mm}$	

Exercice 2 – moment quadratique – 4 points

4 Puisque rien m'est dit, j'ai considéré que les longueurs sont en millimètres.

Surface de la section	$S = B \times H - b \times h$ $= 30 \times 30 - 25 \times 20 = \boxed{400 \text{ mm}^2}$
Position centre de gravité par rapport à la base	$P_{cdG} = \frac{10}{2} \times 30 \times 10 + \left(10 + \frac{20}{2}\right) \times 20 \times 5$ $= \boxed{8,75 \text{ mm}}$
Moment quadratique I_{Gz}	$I_{Gz} = \frac{B \times (H-h)^3}{12} + \frac{(B-b) \times h^3}{12} + S_1 d_{y1}^2 + S_2 d_{y2}^2$ $= 2500 + \frac{10000}{3} + 300 \times (8,75-5)^2 + 100 \times (8,75-20)^2$ $= \boxed{22708,3}$



Exercice 3 – concentration de contrainte – 6 points

Valeur du K_t	$d/D = 8/14 \approx 0,57$ $r/E = 1,2/3 = 0,4$ Donc $K_T = 2,3$	$d/D = 6/8 = 0,75$ $r/E = 0,4/1 = 0,4$ Donc $K_T = 2,7$
Contrainte normale maximale	$\sigma_{nom} = N/S = \frac{1400}{\pi \times 4^2} = 27,85 \text{ MPa}$ $\sigma_{max} = \sigma_{nom} \times K_T$ $= 27,85 \times 2,3$ $= 64,06 \text{ MPa}$	$\sigma_{nom} = \frac{N}{S} = \frac{1400}{\pi \times 3^2} = 49,52 \text{ MPa}$ $\sigma_{max} = 49,52 \times 2,7$ $= 133,69 \text{ MPa}$
Section dimensionnante	Changement non-dimensionnant.	Changement dimensionnant
Vérification de la condition de résistance	$\sigma_{max} = 133,69 \text{ MPa} < R_e = 280 \text{ MPa}$ donc la pièce tient, on reste dans la zone élastique. Et $\sigma_{max} = 267,4 < 280$, donc le coefficient de sécurité est respecté.	