

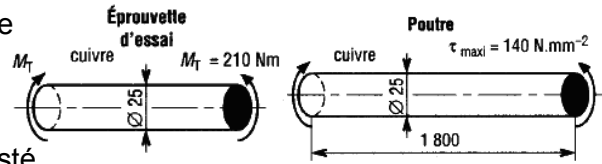
## Exercices

## Torsion simple

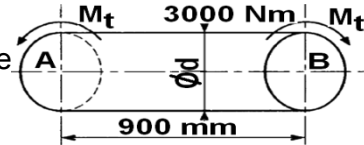
\*24- Soit une éprouvette cylindrique en cuivre de 25 mm de diamètre soumise à un couple de 210 Nm lors d'un essai de torsion. L'angle de torsion mesuré est de  $4,9^\circ$  pour une longueur de 1 m.

a- Calculer le module d'élasticité transversal  $G$  du cuivre testé.

b- Déterminer l'angle de torsion d'une poutre du même matériau, de même diamètre et de longueur 1,8 m, si elle supporte une contrainte de cisaillement maximale de  $140 \text{ N/mm}^2$



\*25- L'arbre proposé transmet un couple de 3000 Nm. Si on impose un angle de torsion  $\alpha = 1,8^\circ$  entre les deux extrémités, A et B distantes de 0,9 m et  $G = 75 \text{ GPa}$ . Déterminer le diamètre  $d$ .



\*26- Reprendre l'exercice 30- avec un arbre creux tel que le diamètre intérieur  $d$  soit égal  $d = 0,8 D$ .

\*27- L'arbre plein, de diamètre  $d$  et de longueur 2 m, relie un moteur à un récepteur par l'intermédiaire de deux accouplements. La puissance transmise est de 20 kW à 1500 tr/min.

Si on impose une contrainte de cisaillement admissible

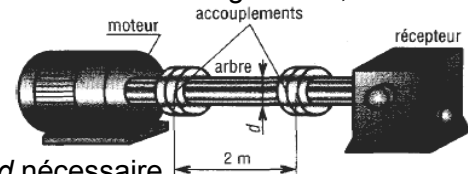
de 80 MPa pour le matériau de l'arbre. Déterminer le diamètre  $d$  nécessaire.

\*28- L'arbre creux proposé tourne à la 1 vitesse de 180 tr/min.

Un système de mesure stroboscopique indique un angle

de torsion  $\alpha = 3^\circ$  entre les deux extrémités A et B,  $G = 77 \text{ GPa}$ .

Déterminer la puissance transmise et la contrainte de cisaillement maximale.



\*29- Un arbre de transmission distribue la puissance entre trois roues dentées

A, B et C. Si les couples respectifs sont :

$C_A = -500 \text{ Nm}$  ;  $C_B = 1500 \text{ Nm}$  et  $C_C = -1000 \text{ Nm}$ .

Déterminer les contraintes de cisaillement maximales dans les tronçons AB et BC.

\*30- Déterminer la puissance transmise et la contrainte de cisaillement maximale dans l'arbre si le diamètre d'enroulement de la courroie sur la poulie est de 100 mm et si  $T_1 = 1000 \text{ N}$  et  $T_2 = 400 \text{ N}$  sont les tensions respectives des deux brins de celle-ci.  $N_{\text{arbre}} = 1000 \text{ tr/min}$ .

\*31- On considère un arbre dont la forme est cylindrique entre les sections A et B. Un calcul préliminaire a permis de déterminer le moment de torsion entre les sections A et B. On donne :  $|M_t| = 50 \text{ Nm}$

Cet arbre est en acier pour lequel  $G = 8.10^4 \text{ MPa}$  et  $\tau_e = 180 \text{ MPa}$ ,

on adopte un coefficient de sécurité  $s = 3$ . On s'impose une valeur limite pour l'angle unitaire de torsion :  $\theta_{\text{lim}} = 0,25^\circ / \text{m}$

a- Déterminer l'expression littérale et la valeur minimale du diamètre  $d$  de l'arbre pour que la condition de résistance soit vérifiée ?

b- Déterminer l'expression littérale et la valeur minimale du diamètre  $d$  de l'arbre pour que la condition de rigidité soit vérifiée ?

c- Conclusion ?

\*32- Soit la barre de torsion de suspension de véhicule, cette barre est en acier spécial dont les caractéristiques mécaniques sont :

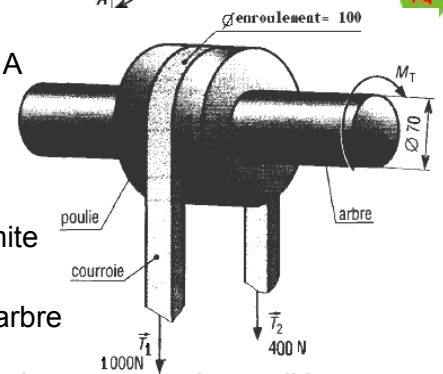
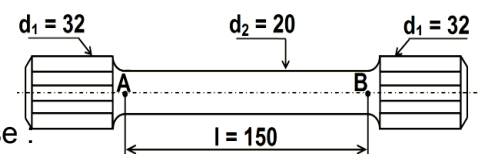
$\tau_e = 500 \text{ MPa}$  ;  $G = 8.10^4 \text{ MPa}$ . La condition de déformation impose :

$\alpha_{AB} \leq 4^\circ$ . Pour la condition de résistance on adopte un coefficient de sécurité  $s = 2$ .

La variation de section en A et en B provoque une concentration de contrainte de coefficient  $k = 2$ .

a- Déterminer littéralement et numériquement le moment de torsion maximal que peut supporter cette barre pour que la condition de résistance soit vérifiée ?

b- Déterminer littéralement et numériquement le moment de torsion maximal que peut supporter cette barre pour que la condition de déformation soit vérifiée ? c- Conclusion ?



	<p>FONCTION CONVERTIR L'ÉNERGIE</p> <p>Aspect Physique</p> <p>Exercices</p>	<p>@.EZZ@HR@OUI</p> <p>2<sup>ème</sup> STM</p> <p>Doc : élève</p>
---	---	---

✳33- On considère un arbre de forme cylindrique. Son diamètre est  $d = 30 \text{ mm}$  entre les sections A et B. Un calcul préliminaire a permis de déterminer le moment de torsion entre les sections A et B. On donne :  $|M_t| = 50 \text{ Nm}$ . Cet arbre est en acier pour lequel  $G = 8.10^4 \text{ MPa}$ .

Entre les sections A et B

- Calculer l'angle unitaire de torsion en degrés par mètre ?
- Calculer la contrainte tangentielle maximale ?
- Pour alléger l'arbre, on remplace par un arbre creux de diamètre intérieur  $d = 0,8D$ . Calculer les diamètres  $D$  et  $d$  pour que la contrainte tangentielle maximale soit égale à celle trouvée à la 2<sup>ème</sup> question ?
- Calculer le rapport des poids de ces deux arbres ?
- Calculer l'angle unitaire de torsion de l'arbre creux en degrés par mètre ?

✳34- On considère un arbre cylindrique creux. Sa longueur utile est  $\ell = 200 \text{ mm}$  entre les sections A et B. Son diamètre  $d$  est fixé par les cotes d'encombrement d'un ressort qu'il doit contenir. On prendra  $d = 0,8D$ . Les caractéristiques mécaniques de l'acier qui le constitue sont :  $\tau_e = 128 \text{ MPa}$ ;  $G = 8.10^4 \text{ MPa}$  cet arbre doit transmettre un couple de  $60 \text{ Nm}$ .

On impose un coefficient de sécurité  $s = 4$ .

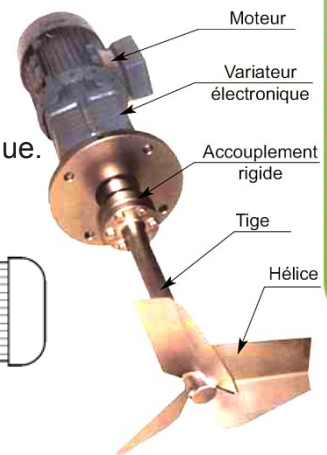
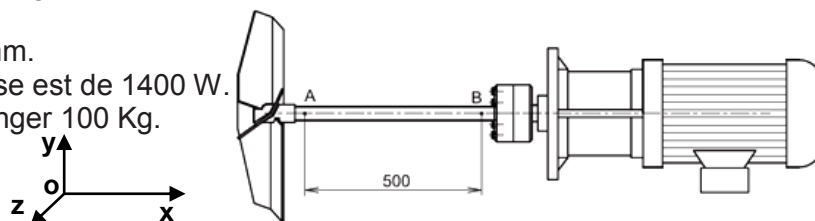
- Déterminer l'expression du module de torsion de cet arbre entre les sections A et B ?
- Déterminer la relation permettant le calcul du diamètre extérieur  $D$  de l'arbre creux pour que la condition de résistance soit vérifiée ?
- Résoudre l'inéquation trouvée à la 2<sup>ème</sup> question pour calculer les diamètres  $D$  et  $d$  ?
- Déterminer l'expression et la valeur numérique de l'angle  $\alpha$  exprimée en degrés dont tournent les sections A et B l'une par rapport à l'autre si  $D = 33 \text{ mm}$ .

### ✳35- Système : malaxeur de peinture

Ce malaxeur prépare toutes les peintures, crépis d'intérieur et pâtes à projeter. La vitesse de malaxage est réglable de 260 à 630 tr/min, avec variateur électronique. Une tige porte hélice d'agitation de peinture est accouplée à un moto- variateur.

Données :

- longueur  $L = 500 \text{ mm}$ .
- puissance transmise est de  $1400 \text{ W}$ .
- poids maxi à mélanger  $100 \text{ Kg}$ .



**Problème :** On cherche à vérifier le dimensionnement de la tige porte hélice.

**Hypothèses :** - On suppose que la tige est assimilable à une poutre cylindrique pleine.

- Le poids de la tige est négligé.

**Analyse :** - L'hélice exerce sur la tige un couple résistant.

- La tige soumise à l'action de deux couples portés par l'axe  $(A, \vec{x})$ .

**Conclusion :** La tige est soumise à ses deux extrémités à des actions mécaniques qui se réduisent à deux couples égaux et opposés dont les moments sont portés par la ligne moyenne.

On dit qu'elle est sollicitée à la torsion simple.

**Dimensionnement** de la tige d'agitateur de peinture.

On suppose que: - le couple se fait à une vitesse constante de 630 tr/min

- la puissance transmise est de  $1400 \text{ W}$ .

- la résistance pratique au cisaillement du matériau de la tige est  $\tau_{pratique} = 5 \text{ daN/mm}^2$ .

- la longueur de la tige  $L = 500 \text{ mm}$ .

- Calculer le couple de torsion appliqué sur la tige :
- Déterminer le diamètre minimal  $d_{1\text{min}}$  de la tige :
- Calculer l'angle de torsion entre les deux extrémités de la tige on prendra ( $G = 8000 \text{ daN/mm}^2$ ) :
- Calculer le diamètre minimal  $d_{2\text{min}}$  de la tige dans le cas où l'angle unitaire de torsion ne doit pas dépasser la valeur de  $0,1$  degré par mètre :
- Déduire le diamètre  $d$  minimal de l'arbre qui répond aux deux conditions (de résistance et de rigidité) :