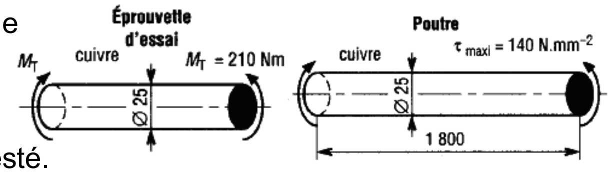
Exercices — Torsion simple

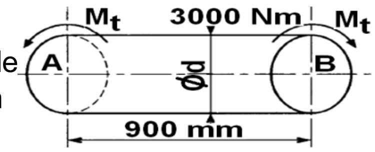
24- Soit une éprouvette cylindrique en cuivre de 25 mm de diamètre soumise à un couple de 210 Nm lors d'un essai de torsion. L'angle de torsion mesuré est de 4,9° pour une longueur de 1 m.



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

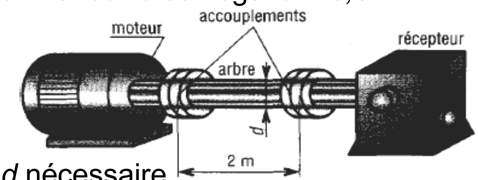
b- Déterminer l'angle de torsion d'une poutre du même matériau, de même diamètre et de longueur 1,8 m, si elle supporte une contrainte de cisaillement maximale de 140 N/mm^2

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

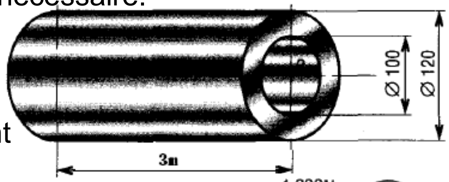


26- Rependre l'exercice **30-** avec un arbre creux tel que le diamètre intérieur d soit égal *d = 0,8 D.*

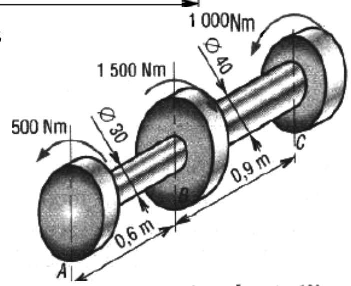
27- L'arbre plein, de diamètre *d* et de longueur 2 m, relie un moteur à un récepteur par l'intermédiaire de deux accouplements. La puissance transmise est de 20 kW à 1500 tr/min. Si on impose une contrainte de cisaillement admissible de 80 MPa pour le matériau de l'arbre. **Déterminer** le diamètre *d* nécessaire.



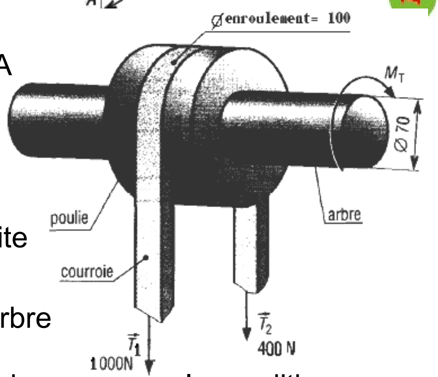
28- L'arbre creux proposé tourne à la 1 vitesse de 180 tr/min. Un système de mesure stroboscopique indique un angle de torsion α= 3° entre les deux extrémités A et B, G = 77 GPa. **Déterminer** la puissance transmise et la contrainte de cisaillement maximale.



29- Un arbre de transmission distribue la puissance entre trois roues dentées A, B et C. Si les couples respectifs sont :
C_A = -500 Nm ; C_B = 1500 Nm et C_C = -1000 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 N et T_2 = 400 N sont les tensions respectives des deux brins de celle-ci. N_{arbre} = 1000 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 : $|M_t| = 50\ Nm$

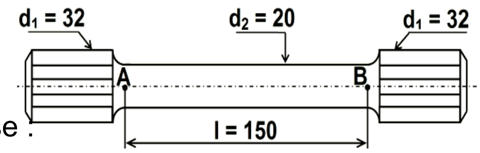
Cet arbre est en acier pour lequel $G = 8.10^4\ MPa$ et $\tau_e = 180\ MPa$, on adopte un coefficient de sécurité *s* = 3. On s'impose une valeur limite pour l'angle unitaire de torsion : $\theta_{\lim} = 0,25\,°/m$

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 :
$\tau_e = 500\ MPa$; $G = 8.10^4\ MPa$. La condition de déformation impose :
$\alpha_{AB} \leq 4°$. 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** ?

33- On considère un arbre de forme cylindrique. Son diamètre est *d = 30 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 : $|M_t| = 50\ Nm$. Cet arbre est en acier pour lequel $G = 8.10^4\ MPa$.

Entre les sections A et B

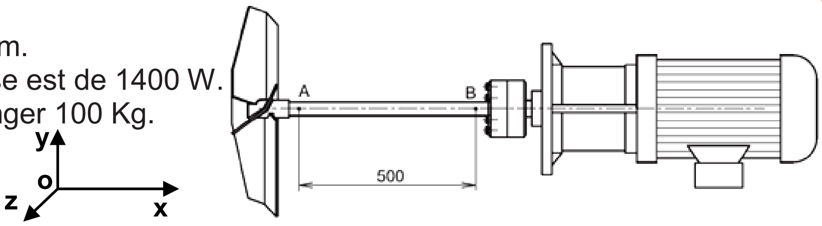
a- Calculer l'angle unitaire de torsion en degrés par mètre ?
b- Calculer la contrainte tangentielle maximale ?
c- Pour alléger l'arbre, on remplace par un arbre creux de diamètre intérieur *d = 0,8D*.
Calculer les diamètres *D* et d pour que la contrainte tangentielle maximale soit égale à celle trouvée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

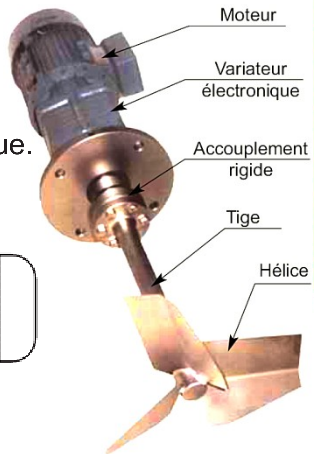
34- On considère un arbre cylindrique creux. Sa longueur utile est *ℓ = 200 mm* entre les sections A et B. Son diamètre *d* est fixé par les cotes d'encombrement d'un ressort qu'il doit contenir.
On prendra *d = 0,8D*. Les caractéristiques mécaniques de l'acier qui le constitue sont :
$\tau_e = 128\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

a- Déterminer l'expression du module de torsion de cet arbre entre les sections A et B ?
b- Déterminer la relation permettant le calcul du diamètre extérieur D de l'arbre creux pour que la condition de résistance soit vérifiée ?
c- Résoudre l'inéquation trouvée à la 2ème question pour calculer les diamètres *D* et d ?
d- Déterminer l'expression et la valeur numérique de l'angle α exprimée en degrés dont tournent les sections A et B l'une par rapport à l'autre si *D = 33 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 = 500mm.
- puissance transmise est de 1400 W.
- poids maxi à mélanger 100 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 W.
- la résistance pratique au cisaillement du matériau de la tige est $\tau_{pratique}$ = *5 daN/mm²*.
- la longueur de la tige *L = 500mm.*

a- Calculer le couple de torsion appliqué sur la tige :
b- Déterminer le diamètre minimal d1min de la tige :
c- Calculer l'angle de torsion entre les deux extrémités de la tige on prendra (G = 8000 daN/mm²) :
d- Calculer le diamètre minimal d2min de la tige dans le cas ou l'angle unitaire de torsion ne doit pas dépasser la valeur de 0,1 degré par mètre :
e- Déduire le diamètre d minimal de l'arbre qui répond aux deux conditions (de résistance et de rigidité) :

36- Application : Boîtier de direction avec écrou à billes

La figure ci-contre représente un boîtier de direction pour automobile dans sa position “conduite en ligne droite”.

La manœuvre du volant, lié à l'extrémité gauche de la colonne de direction (1) provoque le déplacement en translation de l'écrou à billes (2).

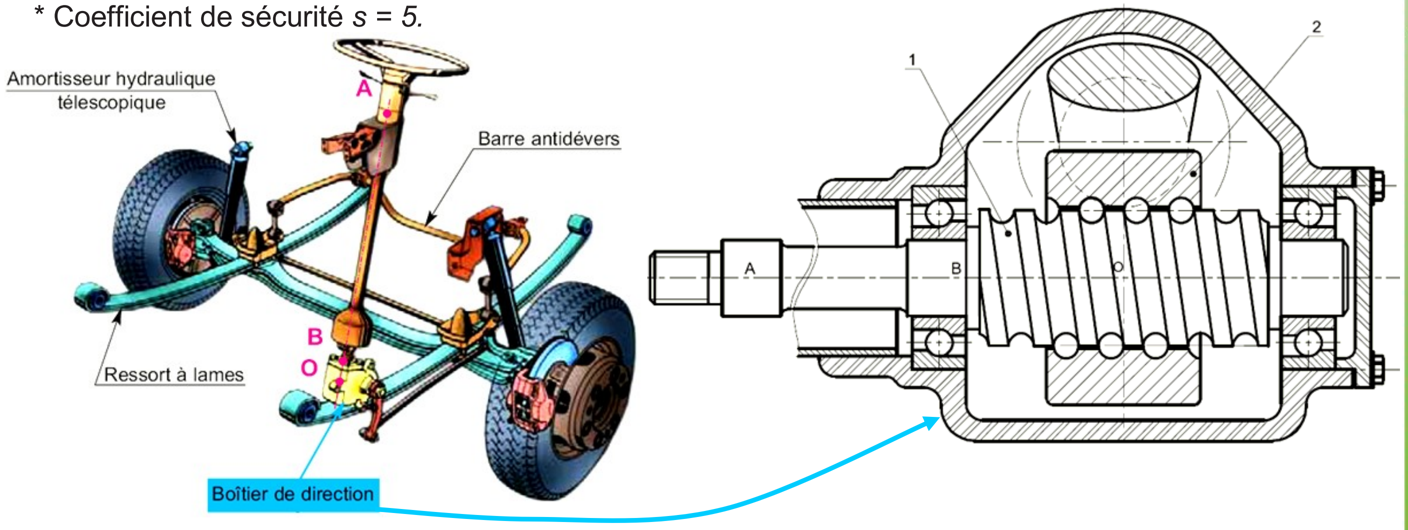
Suivant l'état de la route et la vitesse du véhicule, l'écrou (2) exerce sur la colonne (1) un couple résistant plus ou moins important.

Hypothèses:

On suppose que la colonne (1) est assimilable à une poutre droite cylindrique pleine.

Les dimensions de la colonne de direction (1) sont les suivantes:

- Diamètre $d = 14\ mm$, longueur entre le volant et la vis à billes $L = OA = 780\ mm$
- La colonne (1) est en acier dont les caractéristiques sont :
  - $\tau_e = 300\ N/mm^2$ et $G = 8{,}4.10^4\ N/mm^2$.
  - Couple résistant maximal exercé en O par l'écrou (2) sur la colonne (1) : $M_t = 10\ N.m$.
  - Coefficient de sécurité $s = 5$.



a- **Quelle est** la valeur de la contrainte tangentielle maximale ?

b- **Vérifier** la résistance de la colonne ?

c- On désire que l'angle total de déformation élastique de la colonne (1) soit inférieur à 1°.
Cette condition **est elle** assurée ?

Remarque :

Si, au cours de l'étude, un élève repère ce qui lui semble être une erreur ou fautes de frappe, il le signale au professeur de la matière !!!