

INSA DE STRASBOURG

CONSTRUCTION 3

Notice Explicative

Auteurs : (MIQ3)

CARTIER MILLON Damien

DOPPLER Luc

Encadrant :

M. PELLETIER Herve

M. REMITA Hakim

December 24, 2020

Sommaire

1	Lien du document	2
2	Dimensionnement de l'Engrenages 1\longleftrightarrow21	2
3	Dimensionnement de l'Arbre 6	2
3.1	Données du problème	2
3.2	Calcul des efforts réactifs en A et B	2
3.3	Fonctionnement de la page Excel	3
3.4	Torseur de cohésion	3
3.5	Choix du diamètre de l'arbre	3
3.5.1	Diamètre par résistance mécanique	3
3.5.2	Diamètre par déformation angulaire	3
3.5.3	Calcul de flèche	4
3.5.4	Déformations en flexion admissibles	4
3.6	Conclusion	5

1 Lien du document

<https://www.overleaf.com/9129472484mpwpdvvhvgxh>

2 Dimensionnement de l'Engrenages $1 \longleftrightarrow 21$

3 Dimensionnement de l'Arbre 6

3.1 Données du problème



Figure 1: Schema de la configuration retenue

3.2 Calcul des efforts réactifs en A et B

On calcule avec un PFD des plus classique les efforts de réaction des roulements en A et B. Pour cela on commence par définir le palier lisse sur l'un des deux roulements. Puis on calcule les différentes composantes de l'action exercée par la roue (F_t , F_r , F_a). Et finalement on applique le PFD sur la liaison rotule pour en déduire les différentes réactions aux appuis.

3.3 Fonctionnement de la page Excel

La deuxième feuille (*Arbre 6*) du document *Excel* permet de dimensionner entièrement le diamètre de l'arbre 6. Tous les choix de conceptions permettent de choisir les différents paramètres des pièces (angle de denture, limite élastique de la matière, **diamètre**, *etc.*)

Il reste juste les constantes d'intégrations à régler manuellement (*c.f.* partie 3.5.3)

3.4 Torseur de cohésion

On effectue le torseur de cohésion dans l'arbre en faisant *+droite*. On obtient alors les graphes des efforts Normaux, Tranchants, Moment de torsion, et moment fléchissant.

3.5 Choix du diamètre de l'arbre

3.5.1 Diamètre par résistance mécanique

On fait les hypothèses classiques suivantes :

1. On considère $\sigma_{Nx} \ll \sigma_{Mf}$
2. On considère $\tau_{\text{cisaillement}} \ll \tau_{\text{torsion}}$
3. On choisira un coefficient de sécurité vis à vis de la rupture statique compris entre 2 et 4

Ainsi on se retrouve avec un calcul de contrainte équivalente au sein de l'arbre bien simplifié. On a alors par critère de *Von Mises* la contrainte équivalente suivante:

$$\sigma_{\text{eq}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

Avec : $\sigma = \frac{32 \cdot Mf}{\pi \cdot D^3}$ et $\tau = \frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot D^3}$ En pratique on prendra la valeur maximale de σ_{eq} pour en dimensionner son diamètre

3.5.2 Diamètre par déformation angulaire

On utilise les formules classiques suivantes pour trouver la déformation angulaire :

$$M_t = G \cdot \theta \cdot I_o$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

$$I_o = \frac{\pi \cdot D^4}{32}$$

On pourra admettre une déformation angulaire de :

$$\cdot 2/3^\circ \text{m}^{-1} \text{ pour un arbre court : } L/D < 5$$

- $1/4^\circ \text{m}^{-1}$ pour un arbre long : $L/D > 7$

Il faudra bien évidemment faire la conversion de degrés à radians pour utiliser ces valeurs dans les calculs.

3.5.3 Calcul de flèche

Il faut dans cette partie commencer par intégrer la formules donnant Mfy et Mfz . Pour cela on réalise une intégration numérique sur *Excel* par la méthode des rectangles. Bien que cette méthode soit relativement peu précise c'est le seul moyen que nous avons trouvé pour faire cela sur *Excel*. Il aurait cependant été possible de faire cela de manière bien exacte sur un logiciel de calcul formel tel que *Maple* ou de prendre des échantillons bien plus grands sur *MATLAB* ou *Python*.

Concernant les constantes d'intégration il faut sur le document *Excel*, les régler à la main :

1. La première constante est à régler telle que sur le Graph de $y(x)$ (resp. $z(x)$) il faut avoir $y(A) = y(B)$, A et B étant les coordonnées sur x du centre des roulements.
2. La seconde est à régler tel qu'il faut qu'on obtienne $y(0) = 0$. Puisque ce point est contraint par le roulement. Dans le cas de cet arbre il n'est pas utile de régler cette constante car le bout de l'arbre est tenu sur le roulement donc cette constante est forcément nulle.

N.B. : Ces coefficients sont à régler pour chaque changement de diamètre.

Ici encore nous n'avons pas trouvé de moyen de faire cela de manière automatique avec *Excel*.

Une fois les courbes : $y(x)$, $y'(x)$, $z(x)$, $z'(x)$ calculées, il nous est possible de calculer les déformations dans le repère principal, tel que :

$$f'(x) = \sqrt{y'(x)^2 + z'(x)^2}$$

$$f(x) = \sqrt{y(x)^2 + z(x)^2}$$

3.5.4 Déformations en flexion admissibles

Pour les déformations en flexion admissible on se base sur les valeurs communes données dans le cours de construction 3, on prendra :

- 3° pour l'angle des roulements à bille.
- $L/2000$ ou $L/3000$ (selon la vitesse de rotation de l'arbre) pour la flèche max.
- $1/500$ ou $1/1500$ pour la pente max de la flèche pour garantir un engrenement des roues.

3.6 Conclusion

De toutes les contraintes précédentes sur le diamètre de l'arbre, la plus contraignante est la flèche admissible. Elle nous impose finalement :

$$D \geq \varnothing 15 \text{ mm}$$