

1)

$$\text{avec } r = \frac{d_1}{d_2} \implies r^2 = \frac{1}{10} \implies r \approx \frac{1}{3.16} \dots \dots \dots [0.5]$$

$$d_1 + d_2 = 2e \implies (1 + r)d_2 = 2e$$

$$\implies d_2 = \frac{2e}{(1 + r)} = 151.9 \text{ mm} \implies d_1 = \frac{d_2}{r} = 48.1 \text{ mm} \dots \dots \dots [0.5]$$

$$\implies N_2 = 474 \text{ tr/mn}$$

$$\mathcal{P} = C_3 N_3 = C_2 N_2 = C_1 N_1 = 660 \text{ W} \implies C_1 = 4.2 \text{ N.m} \text{ et } C_2 = 13.28 \text{ N.m} \dots \dots \dots [1]$$

$$F_{t23} = \frac{2C_3}{d_2} = \frac{2C_2}{d_1} = 553 \text{ N} \text{ et } F_{r23} = F_{t23} \tan(20^\circ) = 201 \text{ N} \dots \dots \dots [0.5]$$

$$F_{t12} = \frac{2C_2}{d_2} = \frac{2C_1}{d_1} = 175 \text{ N} \text{ et } F_{r12} = F_{t12} \tan(20^\circ) = 64 \text{ N} \dots \dots \dots [0.5]$$

Pour la denture la moins chargée de largeur $n_{12}b$ (avec $b = 5 \text{ mm}$) :

$$\sigma_{Maxi 12} = \frac{5.5F_{t12}}{n_{12}bm_0} \implies m_0 = \frac{5.5F_{t12}}{n_{12}b\sigma_{Maxi}}$$

si $n_{12} = 1$, $m_0 = 0.92 \text{ mm}$.

Pour la denture la plus chargée de largeur $n_{23}b$ (avec $b = 5 \text{ mm}$) :

$$\sigma_{Maxi 23} = \frac{5.5F_{t23}}{n_{23}bm_0} \implies m_0 = \frac{5.5F_{t23}}{n_{23}b\sigma_{Maxi}}$$

si $n_{23} = 1$, $m_0 = 2.90 \text{ mm}$ et si $n_{23} = 3$, $m_0 = 0.97 \text{ mm}$.

Pour acheter le minimum de roue de 5 mm de large, il suffit de prendre $m_0 = 1 \text{ mm}$, $n_{12} = 1$ et $n_{23} = 3$.
..... [1.5]

On a alors pour chaque engrenage des rapports corrects de largeur sur module :

$$\frac{n_{12}b}{m_0} = 5 \text{ et } \frac{n_{23}b}{m_0} = 15$$

Et les contraintes de tension au pied de dent subie sont :

$$\sigma_{Maxi 12} = \frac{5.5F_{t12}}{n_{12}bm_0} = 192 \text{ MPa} \text{ et } \sigma_{Maxi 23} = \frac{5.5F_{t23}}{n_{23}bm_0} = 203 \text{ MPa}$$

..... [1]

2)

$$p = \frac{F}{S} \text{ avec } F = \frac{2C}{d} \text{ et } S = EL$$

La pression sera minime si F est minime donc si d est maxi donc on choisit $d = 22 \text{ mm}$.

On a alors $E = B - D - J = 2.5 \text{ mm}$ avec $B = 6$ et $D - J = 3.5$ et la longueur minimum de clavette à installer $L = 30.55 \text{ mm}$ [2.5]

3) Le P.F.S. donne :

$$\begin{cases} aF_{r1} + bY_2 - (b+c)F_{r2} = 0 \\ aF_{t1} + bZ_2 + (b+c)F_{t2} = 0 \\ (a+b)F_{r1} - bY_1 - cF_{r2} = 0 \\ (a+b)F_{t1} - bZ_1 + cF_{t2} = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} Y_2 = \frac{1}{b}((b+c)F_{r2} - aF_{r1}) = 30.6 \text{ N} \\ Z_2 = -\frac{1}{b}((b+c)F_{t2} + aF_{t1}) = -533.2 \text{ N} \\ Y_1 = \frac{1}{b}((a+b)F_{r1} - cF_{r2}) = 234.4 \text{ N} \\ Z_1 = \frac{1}{b}((a+b)F_{t1} + cF_{t2}) = 943.5 \text{ N} \end{cases}$$

..... [1.5] et l'on vérifie les équations de la résultante avant de continuer que :

$$\begin{cases} Y_1 + Y_2 = 265 \text{ N} = F_{r2} + F_{r1} \\ Z_1 + Z_2 = 410.3 \text{ N} = F_{t1} - F_{t2} \end{cases}$$

Le moment de torsion est constant sur toute la longueur de l'arbre et vaut : $M_T = F_{t2} \frac{d_2}{2} = F_{t1} \frac{d_1}{2} = 14.4 \text{ N.m}$ (on devrait avoir exactement $C_2 = 13.3 \text{ N.m}$ mais on a surestimé les efforts d'où l'écart.

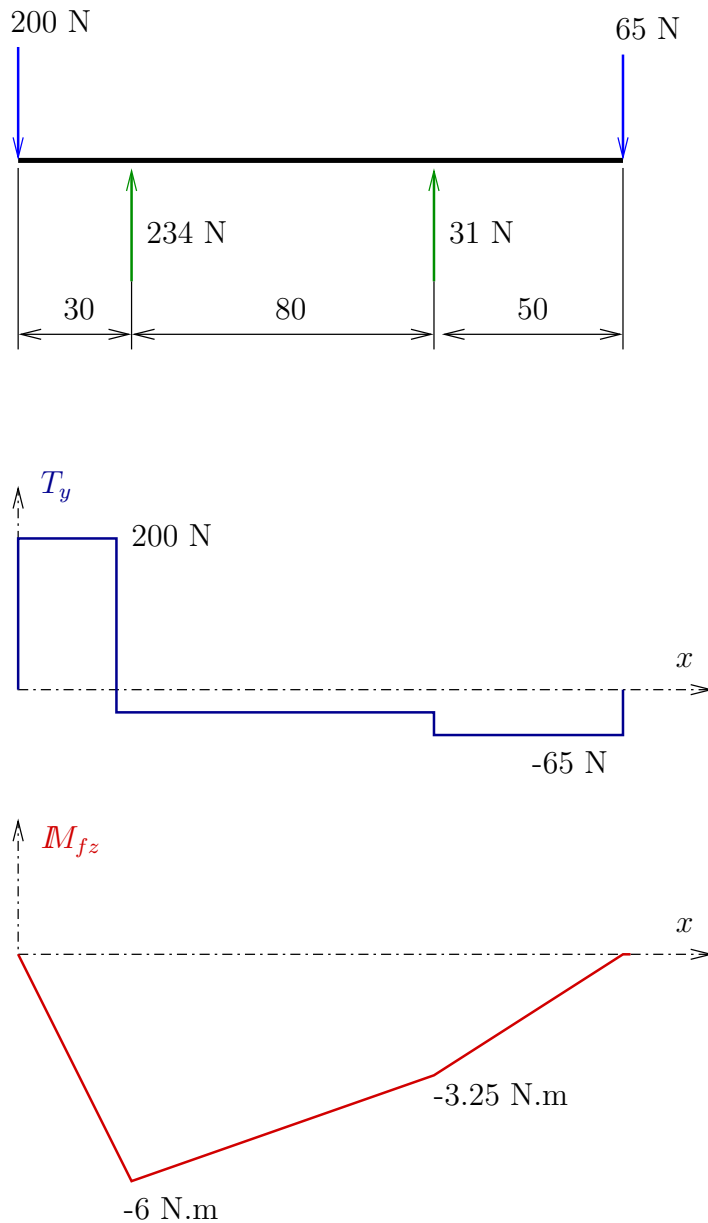


FIG. 1 – Effort tranchant T_y et moment fléchissant M_{fz} .

[2]

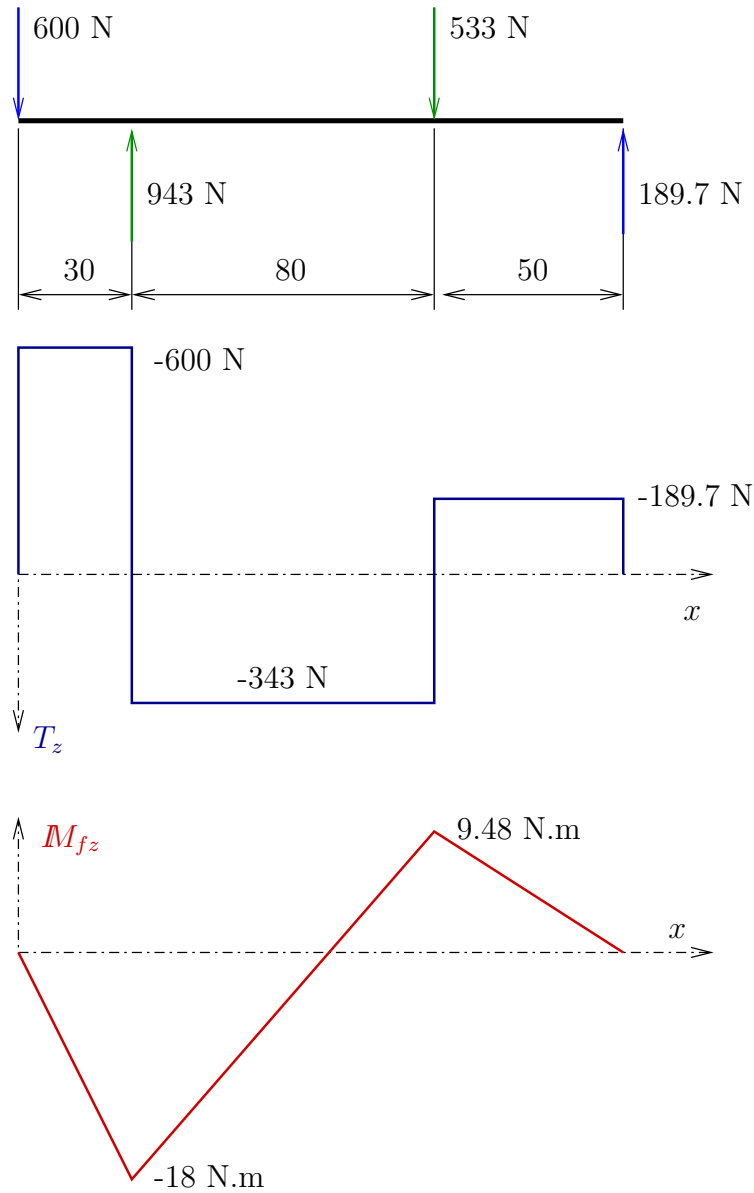


FIG. 2 – Effort tranchant T_z et moment fléchissant M_{fy} .

.....[2]
 4) Les contraintes nominales sont :

$$\tau_{nom} = \frac{16M_T}{\pi d^3} = 27.8 \text{ MPa} \quad ; \quad \sigma_{nom} = \frac{32M_f}{\pi d^3} = 74.2 \text{ MPa}$$

Les graphes donnent : $\frac{d}{D} = 0.875$, $\frac{r}{t} = 1$ donc $K_{t0} = 1.5$ et $K_{tf} = 1.62$. Les contraintes réelles maxi dans cette section sont :

$$\tau_{Max} = K_{t0}\tau_{nom} = 42 \text{ MPa} \quad ; \quad \sigma_{Max} = K_{tf}\sigma_{nom} = 120 \text{ MPa}$$

La contrainte maximum de Von-Mises dans cette section est alors :

$$\sigma_{eqV.M.} = \sqrt{\sigma_{Max}^2 + 3\tau_{Max}^2} = 140 \text{ MPa} < R_e$$

Le coefficient de sécurité est 2.49.[3]
 5)

	<p>Courroie plate [0.25]</p>
	<p>Courroie trapézoïdale crantée (asynchrone) [0.5]</p>
	<p>Courroie synchrone dentée et ses 2 poulies [0.5]</p>
	<p>Anneau élastique (circlips) [0.25]</p>

TAB. 1 – Noms des pièces.

	<p>Butée à billes [0.5]</p>
	<p>Roulement à rouleaux coniques ... [0.5]</p>
	<p>Roue dentée cylindrique à denture droite [0.5]</p>
	<p>2 roues dentées coniques à denture droite [0.5]</p>

TAB. 2 – Noms des pièces.