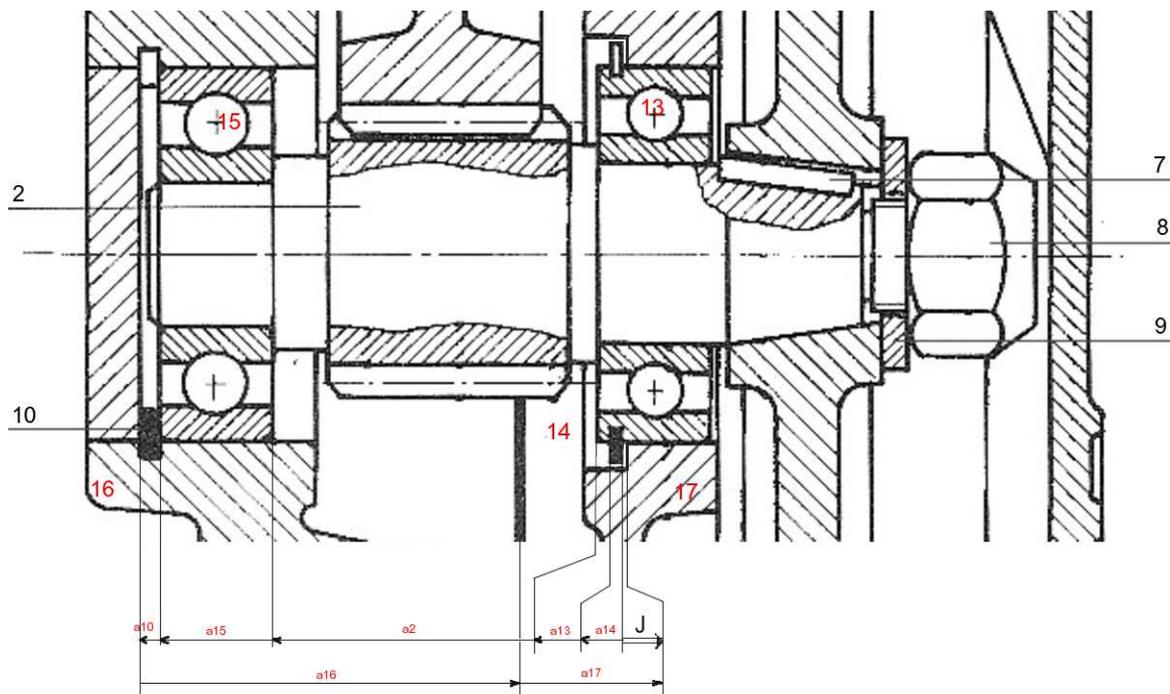


1)

- (4) : roulement à 1 rangée de billes à contact radial ;
- (5) : joint d'étanchéité à lèvres ;
- (7) : clavette ;
- (8) : écrou ;
- (9) : rondelle ;
- (10) : anneau élastique (circlips) pour logement ;
- (11) : clavette ;
- (12) : vis.
- Les roulements n'étant pas protégés, de l'huile permet de lubrifier les roues dentées et les 6 roulements certainement par barbotage.

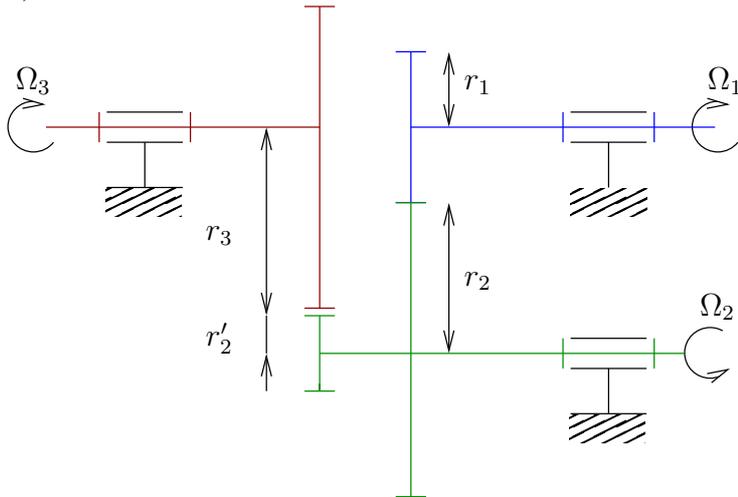
[2.5]

2)



[1.5]

3)



On relève les rayons primitifs des pignons et roues dentées :

$$r_1 = 26 \quad ; \quad r_2 = 85 \quad ; \quad r'_2 = 22 \quad ; \quad r_3 = 89$$

$$\Rightarrow \quad \Omega_1 = 1500 \text{ tr/mn} \quad ; \quad \Omega_2 = \frac{r_1}{r_2} \Omega_1 \approx 459 \text{ tr/mn} \quad ; \quad \Omega_3 = \frac{r'_2}{r_3} \Omega_2 \approx 113 \text{ tr/mn}$$

Les couples sur les axes de rotation sont :

$$C_1 = \frac{\mathcal{P}}{\Omega_1} = 57.3 \text{ N.m} \quad ; \quad C_2 = \frac{\mathcal{P}}{\Omega_2} = 187 \text{ N.m} \quad ; \quad C_3 = \frac{\mathcal{P}}{\Omega_3} = 758 \text{ N.m}$$

..... [2.5]

4)

– Pour l'engrenage entre l'arbre intermédiaire (2) et de sortie (3) :

Les composantes tangentielle et radiale :

$$F_t = \frac{C_2}{r'_2} = \frac{C_3}{r_3} = 8514 \text{ N} \quad ; \quad F_r = F_t \tan \alpha = 3099 \text{ N}$$

et enfin la norme de la force au niveau de la denture :

$$F = \sqrt{F_r^2 + F_t^2} = 9061 \text{ N}$$

La largeur de denture relevée : $b = 34$, le module minimum est, avec $\sigma_{Maxi} = 420 \text{ MPa}$:

$$m_0 = \frac{5.5 F_t}{b \sigma_{Maxi}} = 3.28 \text{ mm}$$

On choisit $m_0 = 4 \text{ mm}$ et avec $d'_2 = m_0 Z'_2$ et $d_3 = m_0 Z_3$, on trouve les nombres entiers de dents :

$$Z'_2 = 11 \quad \text{et} \quad Z_3 = 44$$

Le nombre $Z'_2 = 11 < 13$ est trop faible : il faudrait diminuer le module. En choisissant $m_0 = 3.5$ dans la série de modules secondaires, on peut tout juste arriver à obtenir $Z'_2 = 13$...mais ceci n'était pas demandé.

- Pour l'engrenage entre l'arbre d'entrée (1) et intermédiaire (2) :
Les composantes tangentielle et radiale :

$$F_t = \frac{C_1}{r_1} = \frac{C_2}{r_2} = 2204 \text{ N} \quad ; \quad F_r = F_t \tan \alpha = 802 \text{ N}$$

et enfin la norme de la force au niveau de la denture :

$$F = \sqrt{F_r^2 + F_t^2} = 2345 \text{ N}$$

ce qui suit n'était pas demandé :

La largeur de denture relevée : $b = 22$, le module minimum est, avec $\sigma_{Maxi} = 420 \text{ MPa}$:

$$m_0 = \frac{5.5F_t}{b\sigma_{Maxi}} = 1.31 \text{ mm}$$

On choisit $m_0 = 1.5 \text{ mm}$ et avec $d_1 = m_0Z_1$ et $d_2 = m_0Z_2$, on trouve les nombres entiers de dents :

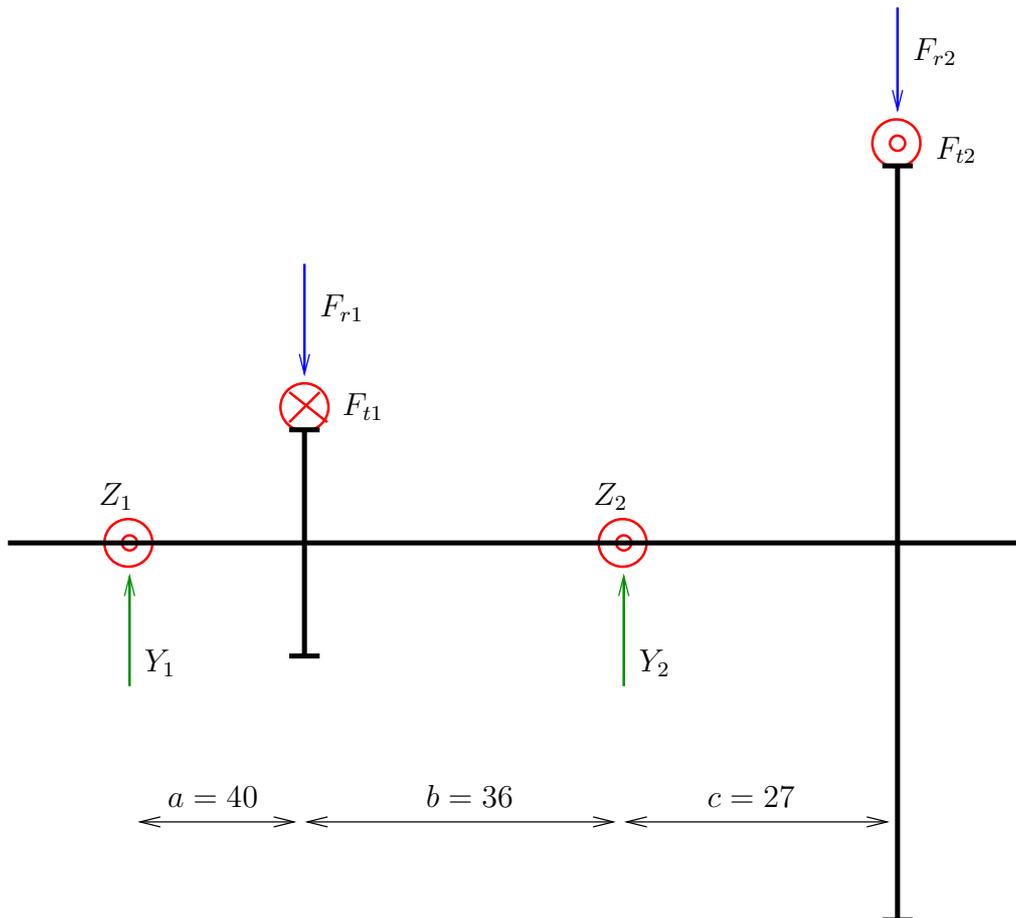
$$Z_1 = 35 \quad \text{et} \quad Z_2 = 113$$

[3]

5)

On a :

$$F_{t1} = 8514 \text{ N} \quad ; \quad F_{r1} = 3099 \text{ N} \quad ; \quad F_{t2} = 2204 \text{ N} \quad ; \quad F_{r2} = 802 \text{ N}$$



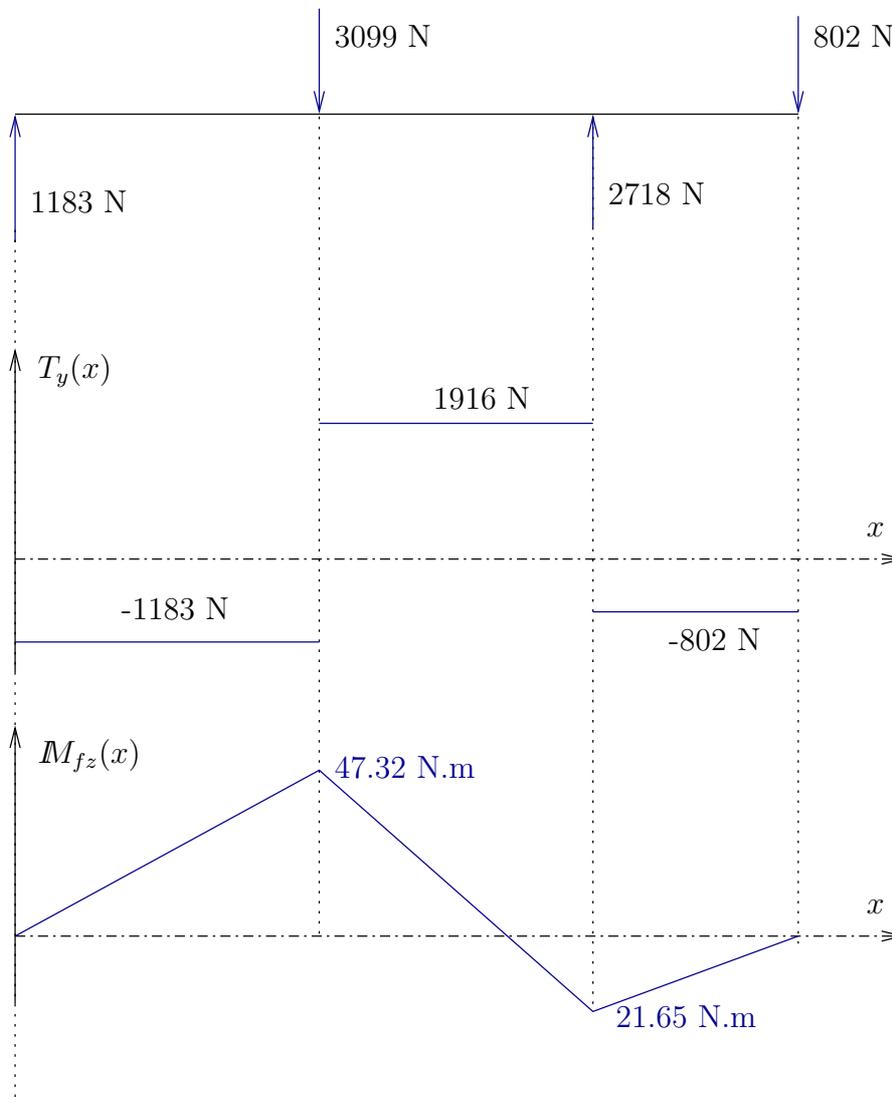
La somme des moments en 2 points différents donne :

$$\begin{cases} (a+b)Y_2 = aF_{r1} + (a+b+c)F_{r2} \\ (a+b)Z_2 + (a+b+c)F_{t2} = aF_{t1} \\ (a+b)Y_1 + cF_{r2} = bF_{r1} \\ (a+b)Z_1 = cF_{t2} + bF_{t1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Y_2 = 2718 \text{ N} \\ Z_2 = 1495 \text{ N} \\ Y_1 = 1183 \text{ N} \\ Z_1 = 4816 \text{ N} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_1 = \sqrt{Y_1^2 + Z_1^2} = 4959 \text{ N} \\ F_2 = \sqrt{Y_2^2 + Z_2^2} = 3102 \text{ N} \end{cases}$$

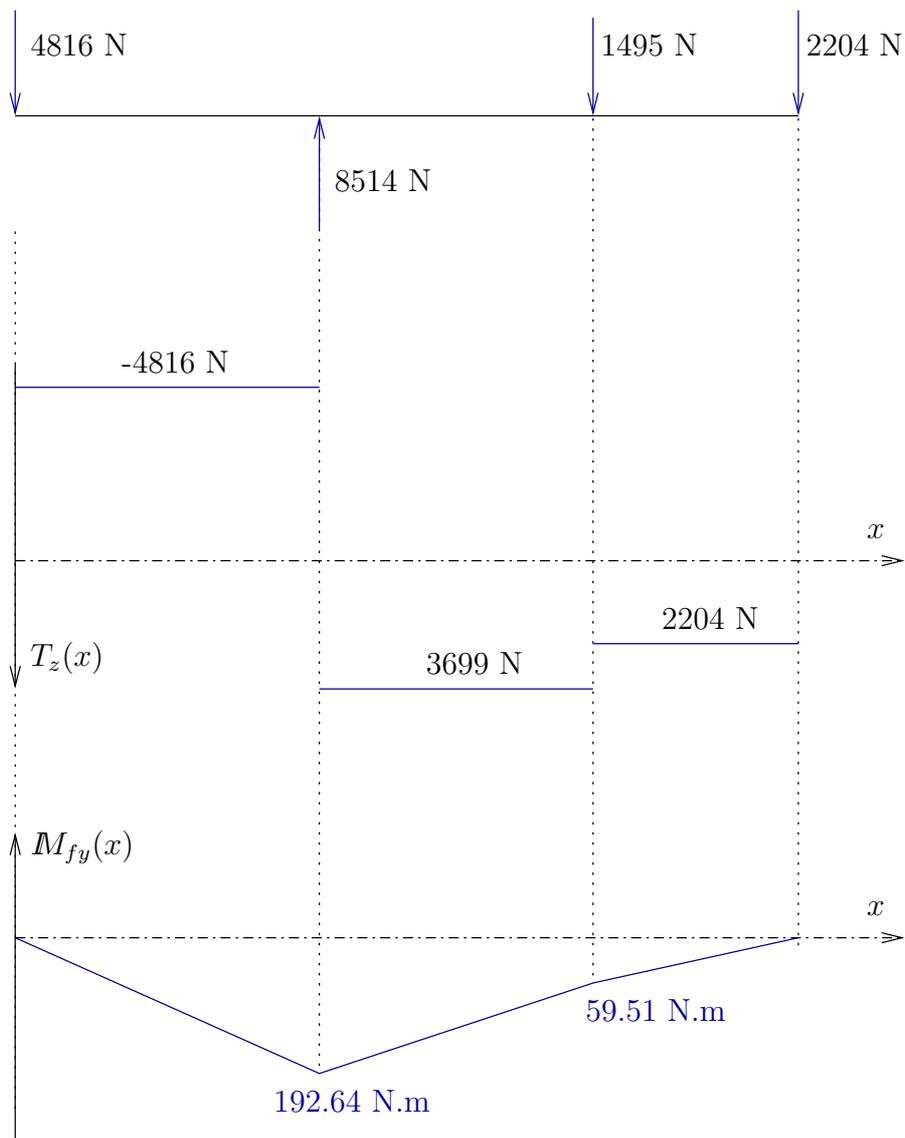
..... [2]
 On mesure les diamètres extérieurs et largeurs des roulements pour déterminer les références : réf-6305 et réf-6206.

réf	C (N)	P (N)	L_{10} (Mtrs)	en mn	en h
6305	22400 N	4959 N	92.16 Mtr	200858	3348
6206	19500 N	3102 N	248.4 Mtr	541489	9025

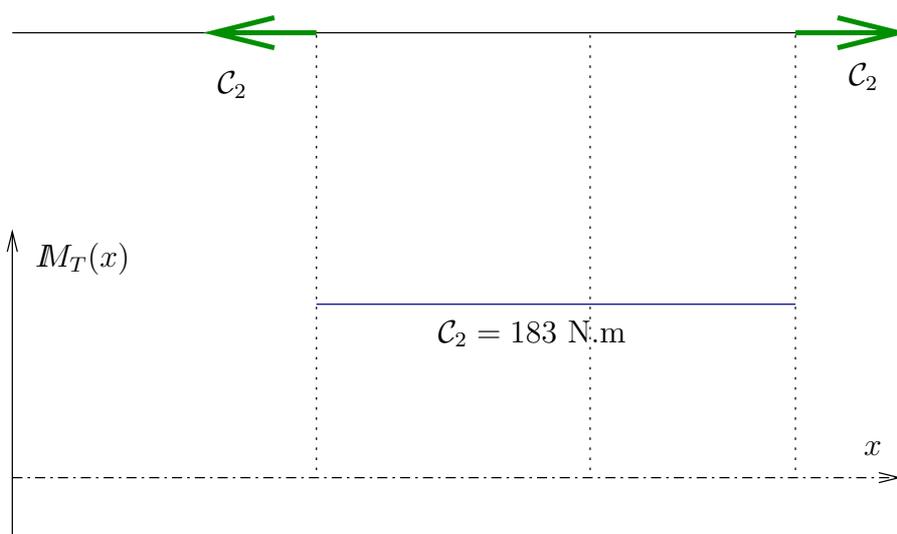
..... [0.75]
 On trace les différents efforts intérieurs :



..... [1]



[1]



[0.75]

6) $d = 30, D = 37, r = 0.7 t = 3.5, \frac{d}{D} = 0.81, \frac{r}{t} = 0.2.$

• $K_{t0} = 1.9, M_T = 183 \text{ N.m}, \tau_{nom} = \frac{16M_T}{\pi d^3} = 34.5 \text{ MPa}, \tau_{Maxi} = K_{t0}\tau_{nom} = 65.7 \text{ MPa}$

• $K_{tf} = 2.3, M_f = 80 \text{ N.m}, \sigma_{nom} = \frac{32M_f}{\pi d^3} = 30.2 \text{ MPa}, \sigma_{Maxi} = K_{tf}\sigma_{nom} = 69.4 \text{ MPa}$

$$\sigma_{eq.V.M.} = \sqrt{\sigma_{Maxi}^2 + 3\tau_{Maxi}^2} = 133 \text{ MPa}$$

La limite élastique R_e devra être, avec un coefficient de sécurité $s = 3$:

$$R_e > s\sigma_{eq.V.M.} \implies R_e > 400 \text{ MPa}$$

..... [3.5]

7) Clavette usuelle de forme B : $d = 88 \quad a = 25 \quad b = 14 \quad j = d - 9 \quad l = 26$

La surface de contact de la clavette est $S \approx (b + j - d)l = 5 * 26 = 130 \text{ mm}^2$ où l est la longueur rectiligne de la clavette.

La force transmise par cette surface lorsque $C_2 = 758 \text{ N.m}$ est :

$$F \approx \frac{C_2}{\frac{d}{2}} = 17222 \text{ N}$$

La pression de matage est :

$$p = \frac{F}{S} = 132 \text{ MPa}$$

Cette pression est au dessus de l'acceptable qui se situe environ à 100 MPa. [2]

Ceux qui ont choisi de dimensionner la clavette (11) ont dû écrire :

Clavette usuelle : $d = 56 \quad a = 16 \quad b = 10 \quad j = d - 6 \quad l = 76$ (pas d'erreur!)

*La surface de contact de la clavette est $S \approx (b + j - d)l = 4 * 76 = 304 \text{ mm}^2$ où l est la longueur rectiligne de la clavette.*

La force transmise par cette surface lorsque $C_2 = 758 \text{ N.m}$ est :

$$F \approx \frac{C_2}{\frac{d}{2}} = 27061 \text{ N}$$

La pression de matage est :

$$p = \frac{F}{S} = 89 \text{ MPa}$$