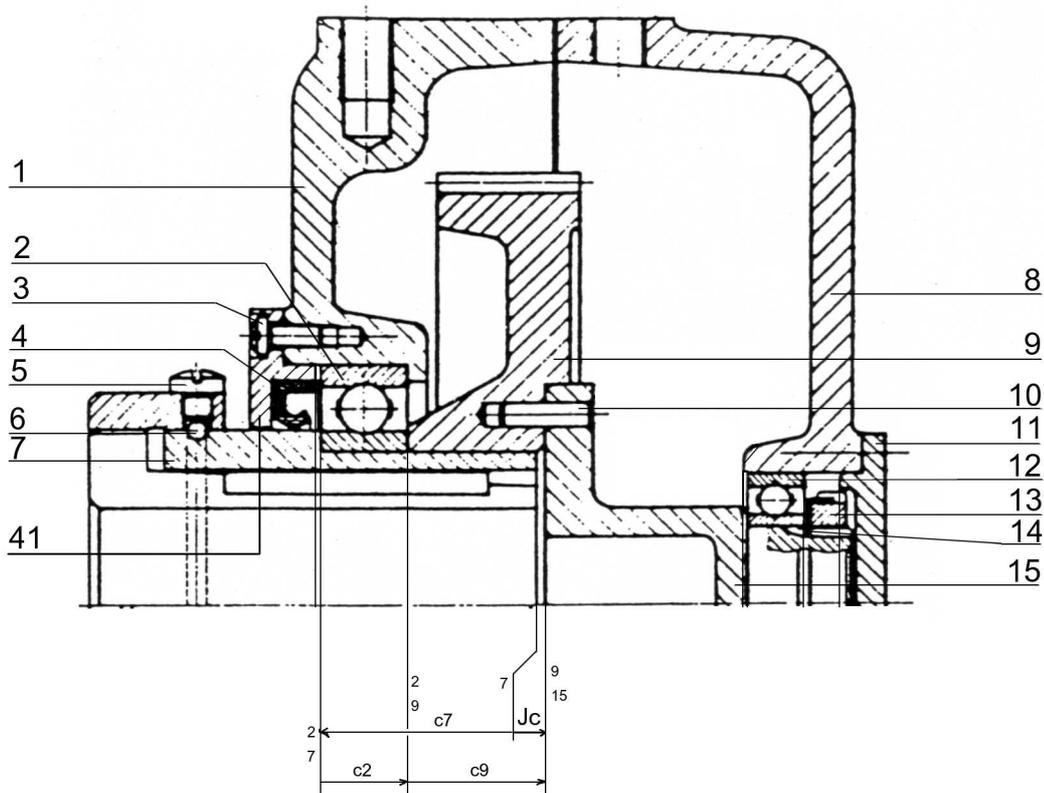


1)

- (4) : joint d'étanchéité à lèvres;
- (10) : goupille;
- (12) : roulement à 1 rangée de billes à contact radial;
- (13) : écrou à encoches;
- (18) : roulement à rouleaux coniques;
- (21) : roulement à rouleaux cylindriques;
- (36) : vis;
- Montage de roulements en "X".

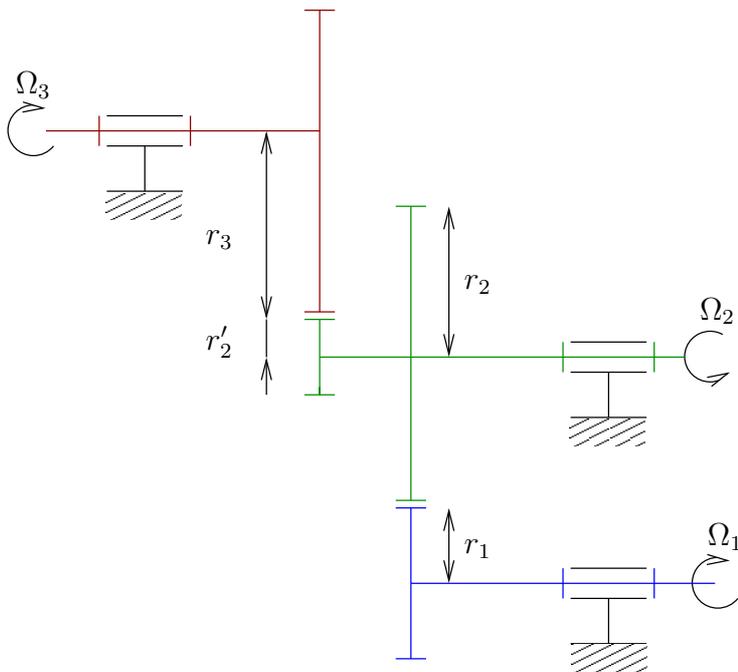
[2]

2)



[1.5]

3)



On relève les rayons primitifs des pignons et roues dentées :

$$r_1 = 28 \quad ; \quad r_2 = 127 \quad ; \quad r'_2 = 35.5 \quad ; \quad r_3 = 158.5$$

$$\Rightarrow \quad \Omega_1 = 1500 \text{ tr/mn} \quad ; \quad \Omega_2 = \frac{r_1}{r_2} \Omega_1 \approx 331 \text{ tr/mn} \quad ; \quad \Omega_3 = \frac{r'_2}{r_3} \Omega_2 \approx 74 \text{ tr/mn}$$

Les couples sur les axes de rotation sont :

$$C_1 = \frac{\mathcal{P}}{\Omega_1} = 102 \text{ N.m} \quad ; \quad C_2 = \frac{\mathcal{P}}{\Omega_2} = 462 \text{ N.m} \quad ; \quad C_3 = \frac{\mathcal{P}}{\Omega_3} = 2063 \text{ N.m}$$

[3]

4)

– Pour l'engrenage entre l'arbre d'entrée (1) et intermédiaire (2) :

Les composantes tangentielle et radiale :

$$F_t = \frac{C_1}{r_1} = \frac{C_2}{r_2} = 3638 \text{ N} \quad ; \quad F_r = F_t \tan \alpha = 1324 \text{ N}$$

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

$$F = \sqrt{F_r^2 + F_t^2} = 3871 \text{ N}$$

La largeur de denture relevée : $b = 35$, le module minimum est, avec $\sigma_{Maxi} = 310 \text{ MPa}$:

$$m_0 = \frac{5.5 F_t}{b \sigma_{Maxi}} = 1.84 \text{ mm}$$

On choisit $m_0 = 2 \text{ mm}$ et avec $d_1 = m_0 Z_1$ et $d_2 = m_0 Z_2$, on trouve les nombres entiers de dents :

$$Z_1 = 28 \quad \text{et} \quad Z_2 = 127$$

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

Les composantes tangentielle et radiale :

$$F_t = \frac{C_2}{r'_2} = \frac{C_3}{r_3} = 13014 \text{ N} \quad ; \quad F_r = F_t \tan \alpha = 4737 \text{ N}$$

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

$$F = \sqrt{F_r^2 + F_t^2} = 13849 \text{ N}$$

La largeur de denture relevée : $b = 54$, le module minimum est, avec $\sigma_{Maxi} = 310 \text{ MPa}$:

$$m_0 = \frac{5.5F_t}{b\sigma_{Maxi}} = 4.3 \text{ mm}$$

On choisit $m_0 = 5 \text{ mm}$ et avec $d_1 = m_0Z_1$ et $d_2 = m_0Z_2$, on trouve les nombres entiers de dents :

$$Z'_2 = 14 \quad \text{et} \quad Z_3 = 64 \text{ (ou) } 63$$

$$\Omega_3 = \frac{14}{64} \frac{28}{127} \Omega_1 = 72.3 \text{ tr/mn} \text{ ou } \Omega_3 = \frac{14}{63} \frac{28}{127} \Omega_1 = 73.5 \text{ tr/mn}$$

..... [4]

5) Clavette usuelle de forme A : $d = 50$ $a = 14$ $b = 9$ $j = d - 5.5$ $l = 46 - 14 = 32$
 La surface de contact de la clavette (19) subissant la pression est $S \approx (b + j - d)l = 3.5 * 32 = 112 \text{ mm}^2$
 où l est la longueur rectiligne de la clavette.

La force transmise par cette surface lorsque $C_2 = 460 \text{ N.m}$ est :

$$F \approx \frac{C_2}{\frac{d}{2}} = 18400 \text{ N}$$

La pression de matage est :

$$p = \frac{F}{S} = 164 \text{ MPa}$$

Cette pression est au dessus de l'acceptable qui se situe environ à 100 MPa. [2.5]

6) $d = 50$, $M_T = 460 \text{ N.m}$, $\tau_{nom} = \frac{M_T}{I_0} \frac{d}{2}$ où $I_0 = \frac{\pi d^4}{32}$
 $\implies \tau_{nom} = \frac{16M_T}{\pi d^3} = 18.7 \text{ MPa}$ et $\tau_{Max} = K_T \tau_{nom} = 5\tau_{nom} = 94 \text{ MPa}$ [1.5]

7) $d = 50$, $D = 60$, $r = 1$ $t = 7$, $\frac{d}{D} = 0.83$, $\frac{r}{t} = 0.14$

• $K_{t0} = 2.15$, $M_T = 460 \text{ N.m}$, $\tau_{nom} = \frac{16M_T}{\pi d^3} = 18.7 \text{ MPa}$, $\tau_{Maxi} = K_{t0}\tau_{nom} = 40.2 \text{ MPa}$

• $K_{tf} = 2.7$, $M_f = 350 \text{ N.m}$, $\sigma_{nom} = \frac{32M_f}{\pi d^3} = 28.5 \text{ MPa}$, $\sigma_{Maxi} = K_{tf}\sigma_{nom} = 77 \text{ MPa}$

$$\sigma_{eq.V.M.} = \sqrt{\sigma_{Maxi}^2 + 3\tau_{Maxi}^2} = 104 \text{ MPa}$$

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

$$R_e > s\sigma_{eq.V.M.} \implies R_e > 312 \text{ MPa}$$

..... [3.5]

8) Rapport de conduite :

$$\frac{AB}{T_1 T_2} = \frac{50}{150} = 0.33$$

cf FIG. 1. [2]

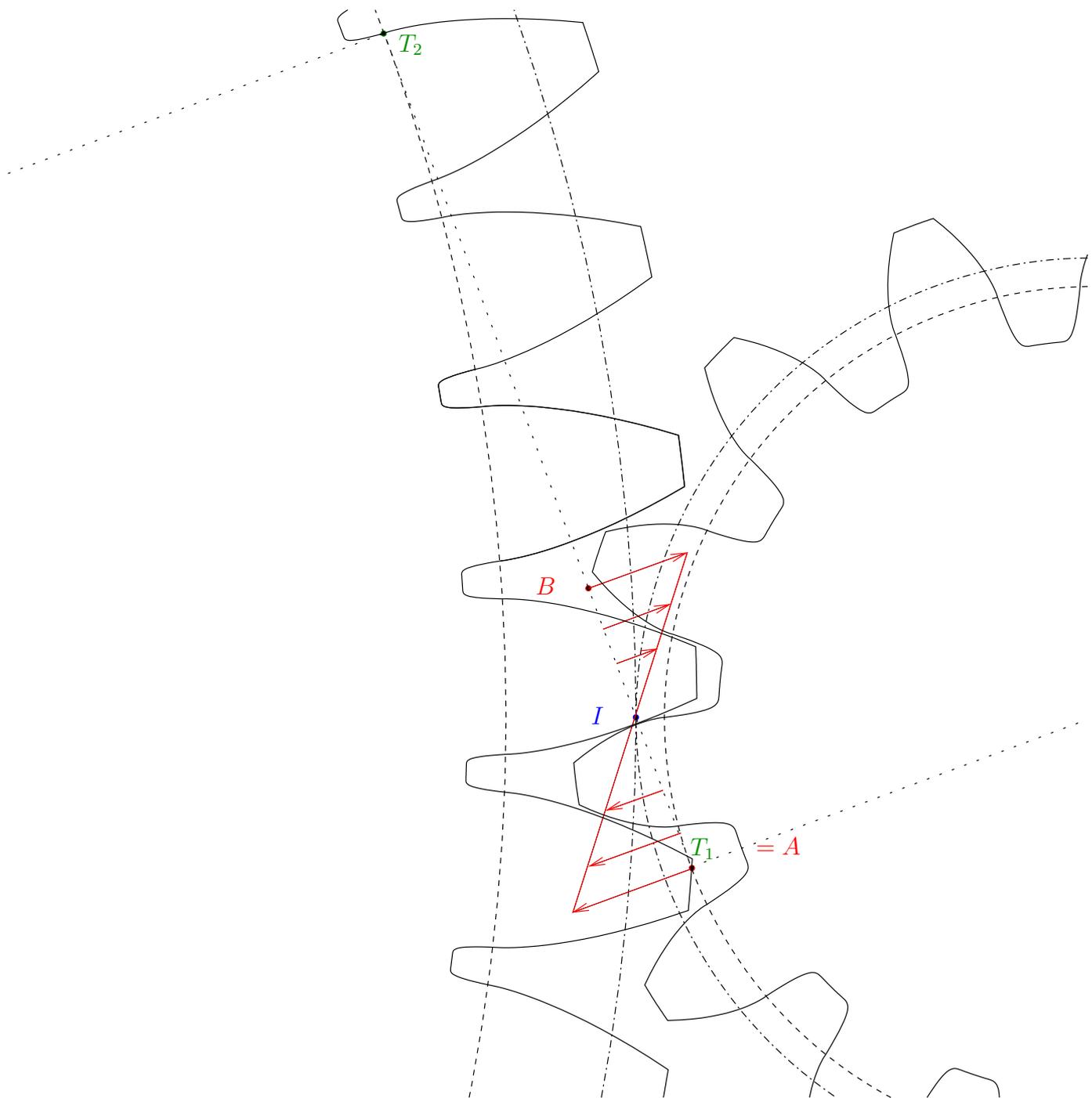


FIG. 1 – Répartition de la vitesse de glissement entre les points de début A et fin B d'engrenement.