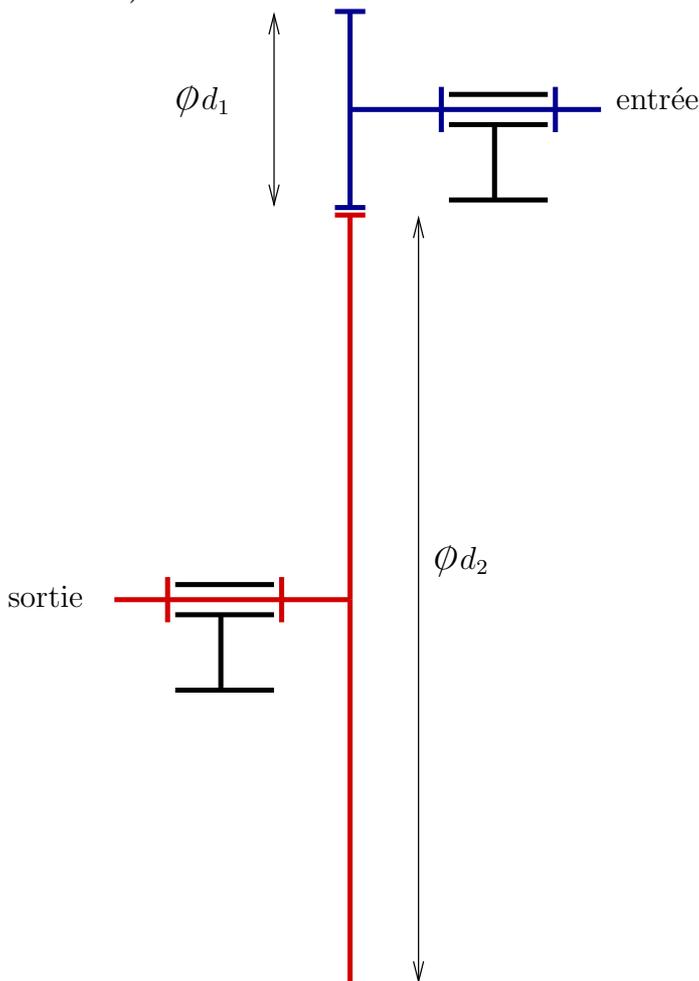


1)

- (1) et (40) forment un engrenage : (1) est le pignon et (40) la roue dentée parallèle à denture hélicoïdale;
- (2) : clavette;
- (7) : écrou à encoches muni d'une rondelle qui permet de faire frein d'écrou;
- (4) : roulement à rouleaux cylindriques;
- (10) : roulement à rotule sur 2 rangées de rouleaux;
- (14) : vis;
- (16) et (35) : cales de réglage annulant le jeu axial;
- (36) : entretoise;
- (11) et (24) : joint d'étanchéité à lèvre(s);
- Les pignons et roues dentés (1), (3), (38) et (40) forment un engrenage en chevron permettant de supprimer l'effort axial produit par la denture hélicoïdale.

[4]

2)



Les diamètres primitifs des roues sont  $d_1 = 128$  et  $d_2 = 504$ .

Le nombre de dents  $Z$  ( $d = m_0 Z$ ) sera :  $Z_1 = 16$  et  $Z_2 = 63$

$$\Omega_1 d_1 = \Omega_2 d_2 \implies \Omega_2 \approx 380.9 \text{ tr.mn}^{-1}$$

Le couple  $\mathcal{C}_1$  sur l'arbre d'entrée est :

$$\mathcal{P} = \mathcal{C}_1 \Omega_1 \implies \mathcal{C}_1 = 764 \text{ N.m}$$

Le couple sur l'arbre de sortie est :

$$\mathcal{C}_2 = \frac{\mathcal{P}}{\Omega_2} = 3008 \text{ N.m}$$

En prenant un rendement de  $\eta = 96 \%$  dû aux pertes par frottement, la puissance sur l'arbre de sortie est  $\eta \mathcal{P} = 115.2 \text{ kW}$  et le couple  $\mathcal{C}_2 = 2888 \text{ N.m}$ .

[3]

3) Le moment de torseur engendre une contrainte de cisaillement maximum subie par chacun des 2 arbres :

$$\tau_{nom} = \frac{M_T d}{I_0} = \frac{16M_T}{\pi d^3}$$

arbre	entrée	sortie
$M_T$	$C_1 = 764 \text{ N.m}$	$C_2 = 2888 \text{ N.m}$
$d$	65 mm	100 mm
$\tau_{nom}$	14.2 MPa	14.7 MPa
$K_t \tau_{nom}$	56.7 MPa	58.8 MPa

Les diamètres des arbres ont apparemment été étudiés pour avoir la même contrainte de cisaillement. La concentration de contrainte engendre une contrainte réelle d'environ 60 MPa.

Sans sécurité il faudrait prendre un acier de limite élastique 2 fois (critère de Tresca) supérieure soit :  $R_e > 120 \text{ MPa}$ .

Avec un coefficient de sécurité de 2.2, il faut prendre un acier de limite élastique  $R_e > 264 \text{ MPa}$

**N.B.** Ces considérations ne prennent pas en compte les autres sollicitations (flexion, ...) subies par l'arbre. .... [2.5]

4)  $d = 100, D = 118, t = 9, \frac{r}{t} = 0.11, \frac{d}{D} = 0.847 \implies K_t = 2.4.$

On a précédemment calculer la contrainte nominale  $\tau_{nom} = 14.7 \text{ MPa}$  donc la contrainte réelle maxi dans cette section est  $\tau = K_t \tau_{nom} = 35.3 \text{ MPa}$ . .... [2]

5) Les composantes tangentielles  $F_t$  et radiales  $F_r$  sont :

$$F_t = \frac{C_1}{\frac{d_1}{2}} = \frac{C_2}{\frac{d_2}{2}} = 11937 \text{ N} \quad \text{et} \quad F_r = F_t \tan \alpha = 4345 \text{ N}$$

L'intensité de l'effort sur la denture est :  $F = 12702 \text{ N}$  .... [1.5]

6) On mesure la largeur d'une roue  $b = 128 \text{ mm}$  qui supporte la moitié de cet effort tangentiel. La contrainte de tension au pied de dent sera :

$$\sigma = \frac{5.5 \frac{1}{2} F_t}{bm_0} = 32 \text{ MPa}$$

..... [1]

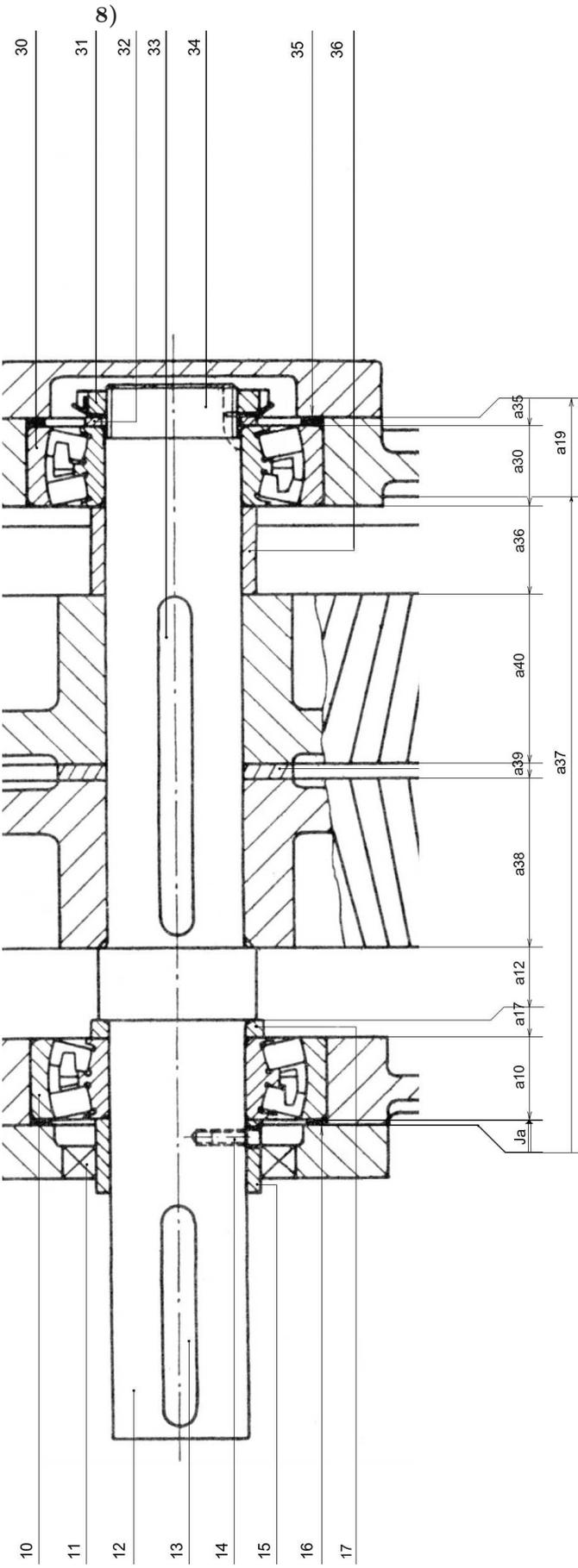
7) La clavette usuelle (13) est montée sur un arbre de  $D = \phi 100 : A = 28, B = 16, J = D - 10$ . Sa longueur "utile" est  $L = 140 \text{ mm}$ . Sa surface de contact avec le moyeu (non représenté) est  $eL$  où  $e = 6 \text{ mm}$  d'après le tableau fourni.

$$C_2 = F \frac{d}{2} \quad \text{et} \quad F = peL \quad \text{donc} \quad C_2 = peL \frac{d}{2} \implies p = \frac{2C_2}{eLd} = 69 \text{ MPa}$$

Cette pression est sous une limite haute de 100 MPa acceptable mais reste non négligeable. .... [2]

N.B. dans le cas d'une clavette mince :  $A = 28, B = 10, J = D - 6, e = 4$  et  $p = 107 \text{ MPa}$ .

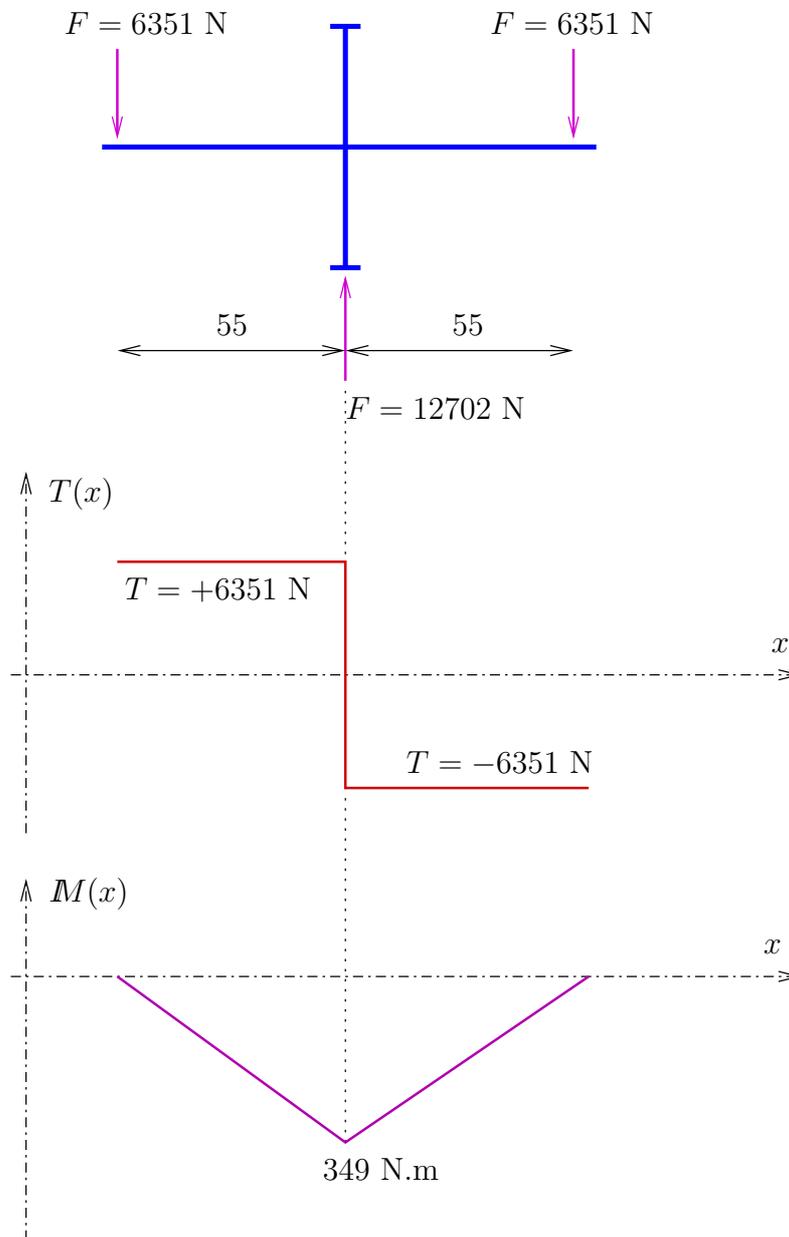
3



9) Le plan médian de l'engrenage est à mi distance des 2 roulements (4) et (21). Chaque roulement subira la même charge radiale soit  $F_r = P = 6351$  N alors qu'il possède une capacité de charge dynamique  $C = 183$  kN.

La durée de vie sera :  $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}} = 73343.7 \bar{M}tr = 0.81 \bar{M}h$  en sachant qu'il tourne à 1500 tr/mn.

La durée de vie est énorme : 814784 heures soit 33949 jours !



La contrainte de tension est, avec  $d = 65$  :

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3} = 13 \text{ MPa}$$