

1)

(3)	Roue (du système roue et vis sans fin)
(4)	Vis sans fin (du système roue et vis sans fin)
(5)	Roue dentée cylindrique à denture hélicoïdale
(8)	Entretoise
(9)	Roulement à billes à contact radial
(10)	Roulement à rouleaux coniques
(13)	Bouchon fileté de remplissage ou de vidange
(18)	Joint d'étanchéité à lèvres
(20)	Joint d'étanchéité torique
(21)	Goujon

..... [10*0.4=4]

2) Lors d'un tour de la vis qui possède 1 seul filet, 1 seule dent de la roue aura engrainé. Il faut donc 34 tours de la vis pour faire tourner d'un tour la roue.

$$\frac{\Omega_s}{\Omega_e} = \frac{1}{34} \implies \Omega_e = 1224 \text{ tr/mn}$$

..... [0.5→0.75]

3) Diamètre de l'arbre : $d = 45 \implies A * B = 14 * 9$ et $J = d - 5.5$.

La surface de contact de la clavette avec la roue (3) possède donc une largeur $e = 9 - 5.5 = 3.5$ et une longueur utile $22 - A = 22 - 14 = 8 : S = 8 * 3.5 = 28 \text{ mm}^2$.

La pression est déterminée par $p = \frac{F}{S}$ et le couple par $C = F \frac{d}{2}$ donc :

$$C = pS \frac{d}{2} = 100.8 \text{ N.m}$$

La puissance maximum transmissible par ce réducteur est : $\mathcal{P} = C\Omega_s = 380 \text{ W}$

Le service de reproduction a malheureusement fait les tirages des sujets en dilatant la taille des documents. On relevait alors le diamètre de l'arbre $d = 47$ ce qui ne changeait ni A , ni B , ni e , ni S et qui donnait $C = 105.28 \text{ N.m}$ et $\mathcal{P} = 397 \text{ W}$.

Le diamètre de l'arbre était facile à reconnaître sur la Fig. 8. Ceux qui ont utilisé la Fig. 7 pour lire $d = 50$ ou 51 avait faux car sur cette Fig. 7, il n'était pas possible de reconnaître le bon diamètre d parmi les 5 cercles. [2.5]

4) J_a est une précontrainte : les roulements à contact oblique (10), montés en "X" (les bagues intérieures sont montées serrées sur l'arbre et les bagues extérieures sont montées glissantes dans le logement car la direction de la charge est fixe par rapport aux bagues extérieures), doivent être précontraints précisément pour maximiser leur durée de vie. [2.75]

5) Le P.F.S. à l'arbre donne :

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 - A = 0 \\ Y_1 + Y_2 - R = 0 \\ Z_1 + Z_2 + T = 0 \\ Tr - C = 0 \\ Z_1 a - Z_2 a = 0 \\ 2aY_2 - aR + rA = 0 \end{array} \right. \implies \left\{ \begin{array}{l} X_1 = A = 800 \text{ N} \\ Z_1 = Z_2 = -\frac{T}{2} = -1500 \text{ N} \\ Y_2 = \frac{R}{2} - \frac{r}{2a}A = 124 \text{ N} \\ Y_1 = R - Y_2 = \frac{R}{2} + \frac{r}{2a}A = 976 \text{ N} \\ Tr - C = 0 \end{array} \right.$$

[2]

6) La section est creuse $d_i = 32$, $d = 45$, $D = 56$.

L'aire de section droite $S = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_i^2)$.

Le moment quadratique polaire $I_0 = \frac{\pi}{32} (d^4 - d_i^4)$.

Les contraintes nominales sont :

– La contrainte de traction due à l'effort normal : $\sigma_{t\ nom} = \frac{N}{S} = 1.27$ MPa

– La contrainte de cisaillement due au moment de torsion : $\tau_{nom} = \frac{M_t}{I_0} \frac{d}{2} = 8.26$ MPa

– La contrainte de traction due au moment fléchissant : $\sigma_{f\ nom} = \frac{M_f}{\frac{1}{2}I_0} \frac{d}{2} = 9.01$ MPa

[1.5]

La lecture des 3 graphes avec $\frac{d}{D} = \frac{45}{56} \approx 0.80$ et $t = \frac{D-d}{2} = 5.5$ donc $\frac{r}{t} \approx 0.36$ donne les coefficients de concentration de contrainte :

– en traction : $K_{tt} \approx 2.20$;

– en torsion : $K_{t0} \approx 1.60$;

– en flexion : $K_{tf} \approx 2.00$.

[0.75]

Les contraintes réelles maxi sont donc :

– en traction : $\sigma = K_{tt}\sigma_{t\ nom} + K_{tf}\sigma_{f\ nom} = 2.80 + 18.02$ MPa = 20.8 MPa

– en cisaillement : $\tau = K_{t0}\tau_{nom} = 13.22$ MPa

La contrainte équivalente de Von-Mises est alors : $\sigma_{eq.V.M.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \approx 31$ MPa

La limite élastique R_e du matériau de l'arbre doit alors vérifier avec un coefficient de sécurité $s = 4$:

$$\sigma_{eq.V.M.} < \frac{R_e}{s} \quad \implies \quad R_e > 124 \text{ MPa}$$

[2]

Les termes entre guillemets qui suivent ont été lus sur les copies. Ces termes peuvent faire rire certains et pleurer d'autres :

– "Bille cylindrique" ;

– "Bille conique" ;

– "Bille sphérique" : ce qui sous-entend qu'il existe des billes de roulement non sphériques ...

– "Un joint thorique" est il fumé par un Avenger ?

– "Roue dentée à denture spatiale" ... une denture d'un nouveau type.

– "36 tr/mn=3.77 m/s"

– "Roulement à billes cylindrique en cône"

– ...

Moi, j'en pleure.

J'ai réussi à trouver la bonne réponse aux questions 1) à 5) sur au moins 1 copie (pas toujours la même).

Une seule copie a compris que la section étudiée dans la question 6) était creuse (c'était écrit et dessiné) ; Par contre il ne se souvenait plus des relations de RDM du 1^{er} semestre et a inventé ses propres formules !

Des étudiants, ayant finis toutes les questions (incorrectement), sont partis avant les 2h ! Avaient ils un train à prendre ?

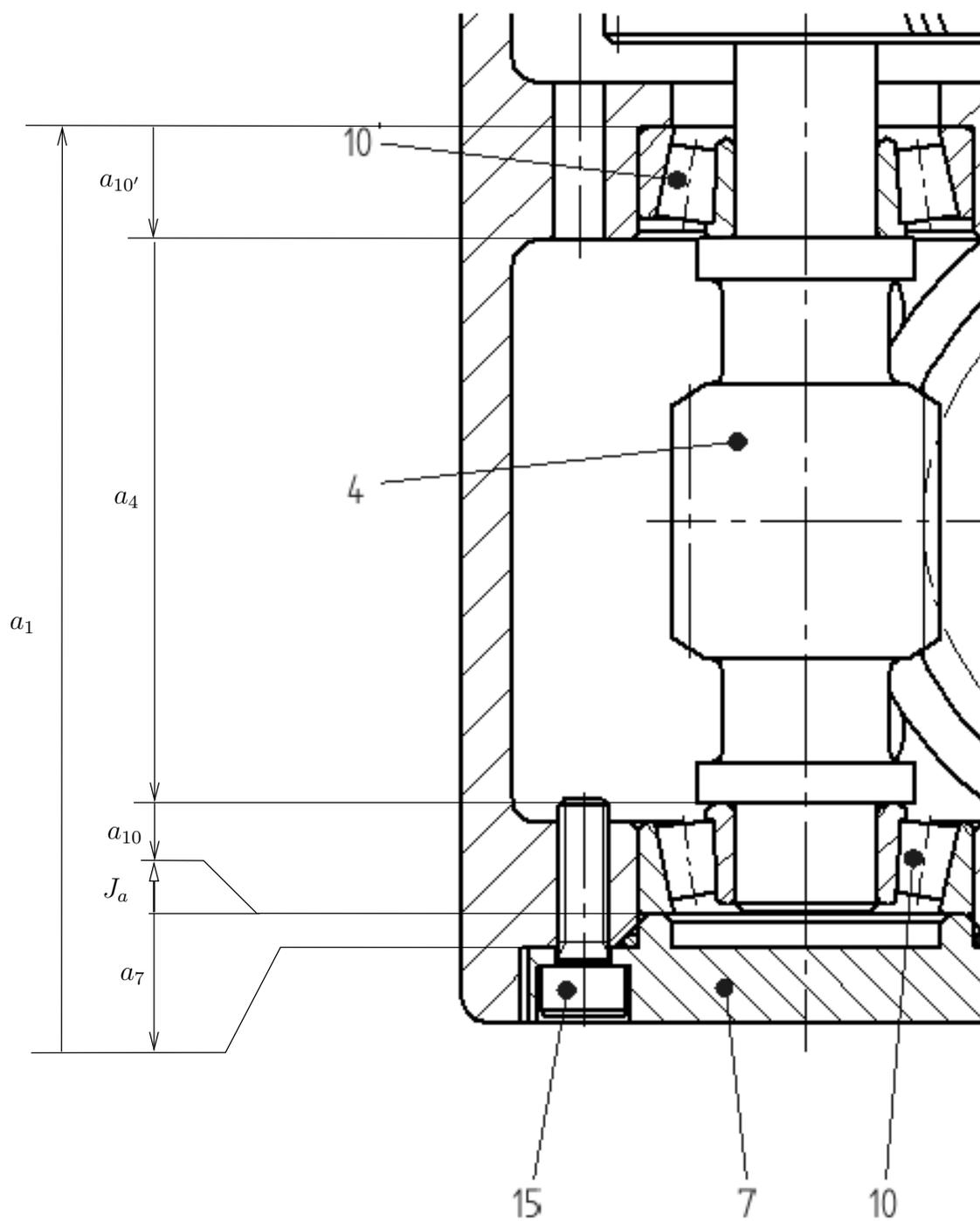


FIG. 1 – Chaîne de cotes.

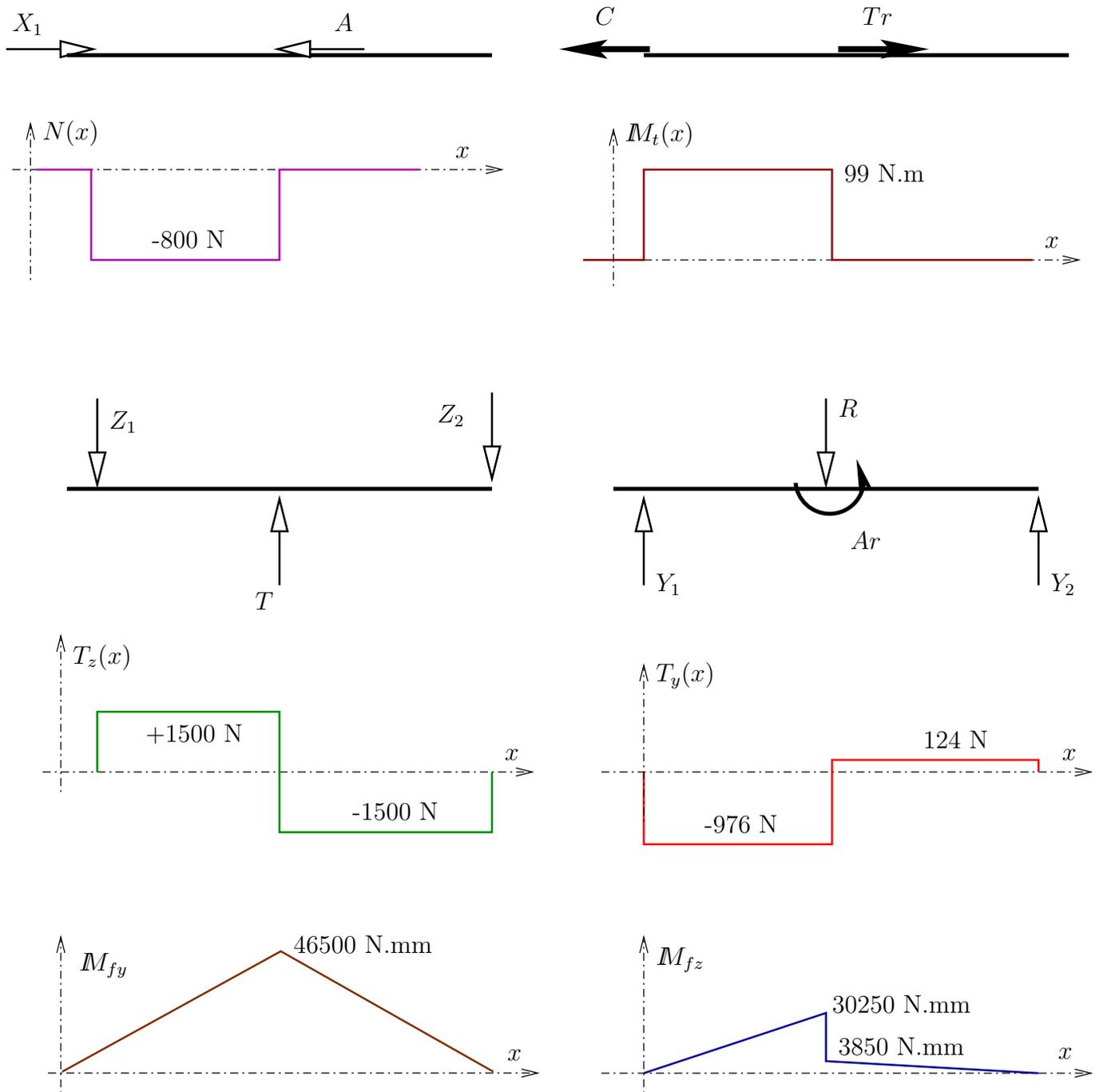


FIG. 2 – Diagrammes des efforts intérieurs.[4]