1)
- (14) : roulement à 1 rangée de billes à contact radial ;
- (11) : joint d'étanchéité à lèvre ;
- (23) : vis (tête CHC) ;
- (27) : Anneau élastique intérieur (circlips extérieur)

.... **[2]**

2) S'il y a jeu entre (18) et (19), c'est qu'il y a contact entre la face droite de (27) et le bâti (7).

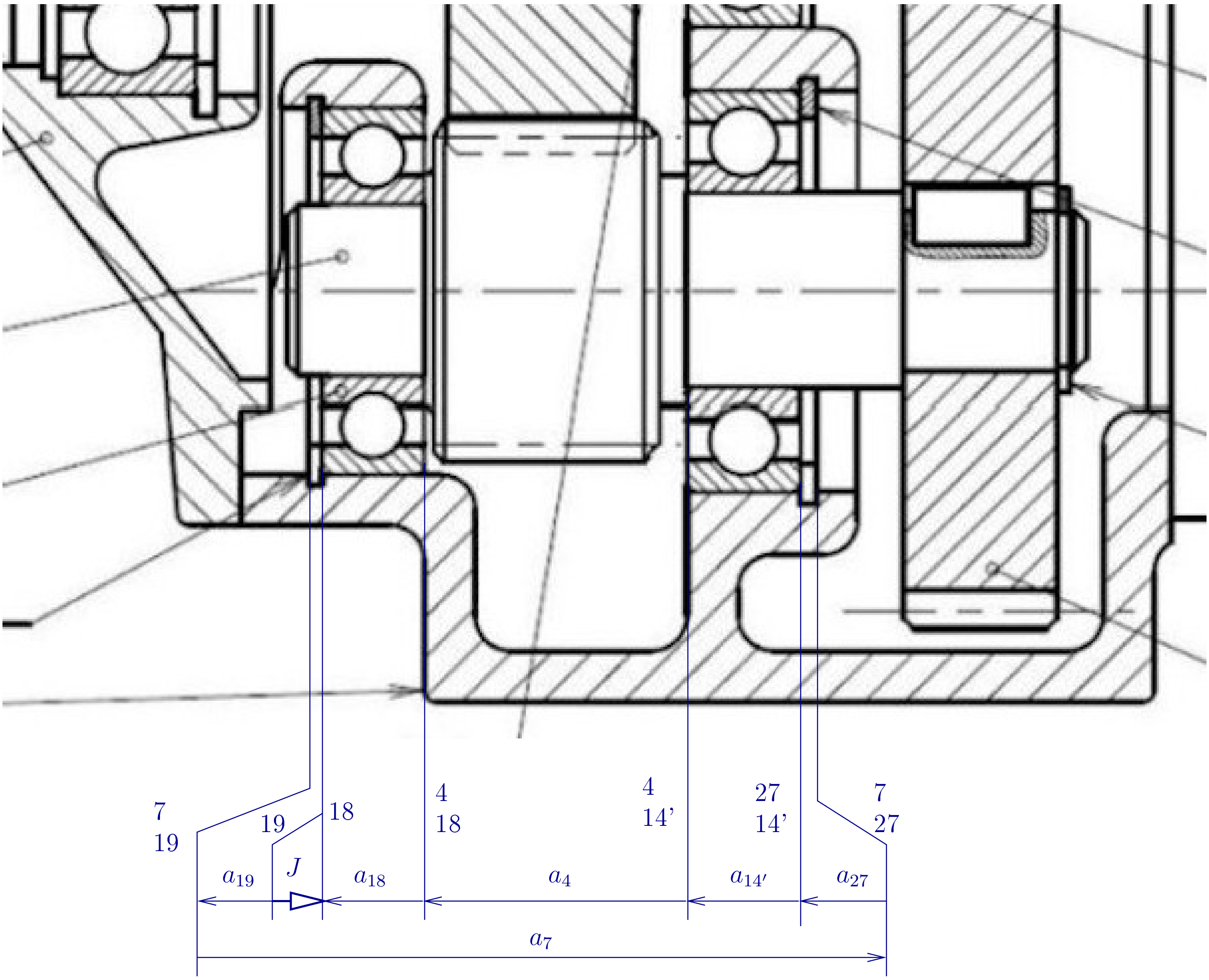


FIGURE 1 – Chaine de cotes.

.... **[2]**

3) L'huile est inséré dans le bâti par l'orifice situé au niveau du bouchon de remplissage (24).
Les roues dentées (5) et (4) **barbotent** dans l'huile au fond du bâti. Le bas des roulements (18) et (14') **barbotent** tout juste dans l'huile. [1]
L'huile est projetée sur les parois intérieures du bâti et lubrifie les roues dentées (6) et (3) ainsi que les roulements (14) et (10) : Lubrification par **barbotage**.
Le joint d'étanchéité à lèvre (11) évite à l'huile de sortir.
Il y a un joint d'étanchéité statique plat (carton, papier, ...) entre le couvercle (2) et le bâti.
Il y a un autre joint d'étanchéité statique plat entre le bloc moteur (9) et le bâti. .... **[1]**

4)

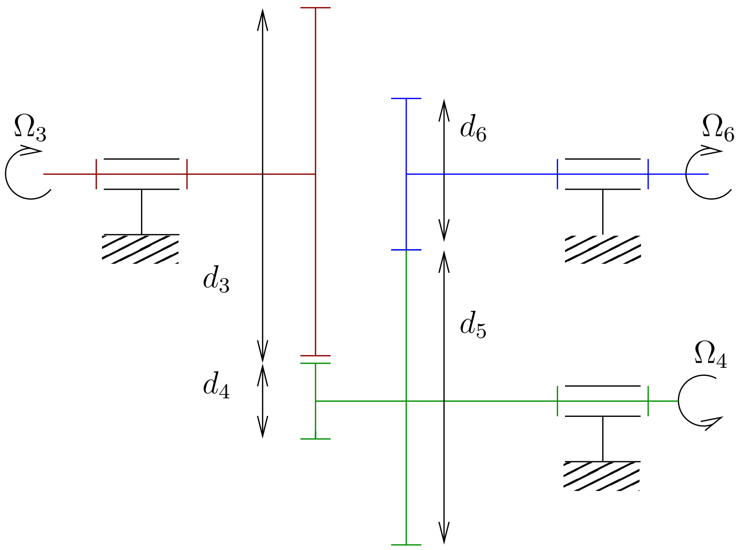


FIGURE 2 – Schéma cinématique du réducteur.

Les Z_i sont donnés, on mesure les d_i ($d_6 + d_5 = d_4 + d_3$) et on calcule les m_0 ($d_i = m_0 Z_i$) qui doivent être le même.

	$Z_6 = 20$	$Z_5 = 46$	$Z_4 = 22$	$Z_3 = 44$
	$d_6 \approx 30$	$d_5 \approx 68$	$d_4 \approx 33$	$d_3 \approx 65$
m_0	1.50	1.48	1.50	1.48
	$d_6 = 30$	$d_5 = 69$	$d_4 = 33$	$d_3 = 66$

On en déduit le module de taille $m_0 = 1.5$ et les diamètres primitifs de taille $d_i = m_0 Z_i$. (Les diamètres primitifs de fonctionnement diffèrent légèrement de ces valeurs afin entre autre de respecter un entraxe commun)

$$\Omega_3 d_3 = \Omega_4 d_4 \qquad ; \qquad \Omega_4 d_5 = \Omega_6 d_6 \qquad ; \qquad \Omega_3 = \frac{d_4}{d_3}\frac{d_6}{d_5}\Omega_6 = 326 \text{ tr/mn} = 34 \text{ rd/s}$$

.... **[2]**

5) La clavette usuelle de forme A est donnée avec les cotes :

$D = 26$	$A = 8$	$B = 7$	$J = D - 4$	$L = 15$

La longueur utile est $L - A = 7$;
La hauteur en contact avec le moyeu est $B - (D - J) = 3$;

1. Il y a aussi la possibilité où seule la roue (5) **barbote** dans l'huile : le niveau d'huile serait alors inférieur.

La surface de contact clavette-moyeu est $S = 7 * 3 = 21$ mm^2.
Pour la pression limite $p = 100$ MPa, la force est :

$$F = pS = 2100 \text{ N}$$

Le moment sur l'axe sera alors :

$$\mathcal{C} = F\frac{D}{2} = 27.3 \text{ N.m}$$

La puissance sur l'arbre de sortie est alors

$$\mathcal{P} = \mathcal{C}\Omega_3 = 932 \text{ W}$$

qui doit être la puissance motrice maximum du moteur (rendement de 1) : pour une puissance supérieure, la pression conventionnelle de matage sur la clavette sera supérieure à la valeur limite donnée. **[3]**

6) L'effort sur la denture entre les roues (3) et (4) possède la composante tangentielle ($d_3 = 66$) :

$$F_t = \frac{\mathcal{C}}{\frac{d_3}{2}} = 827 \text{ N}$$

et la composante radiale :

$$F_r = F_t \tan(20^\circ) = 301 \text{ N}$$

et l'intensité globale est :

$$F = \sqrt{{F_t}^2 + {F_r}^2} = 880 \text{ N}$$

On mesure la largeur de la denture de la roue (3) : $b = 20$ (et non 24 !) : $\frac{b}{m_0} = 13 \in [5 : 16]$.
La contrainte de tension au pied de dent vaut alors :

$$\sigma_{Maxi} = \frac{5.5F_t}{bm_0} = 152 \text{ MPa}$$

.... **[1.5]**

7) Les équation du **P.F.S.** donne ($a = 44$; $b = 21$) :

$$\left\{\begin{array}{l} Y_2(a+b) + F_r a = 0 \\ -Y_1(a+b) - F_r b = 0 \\ -Z_2(a+b) + F_t a = 0 \\ Z_1(a+b) - F_t b = 0 \end{array}\right. \Longrightarrow \left\{\begin{array}{l} Y_2 = -\frac{a}{(a+b)}F_r = -237 \text{ N} \\ Y_1 = -\frac{b}{(a+b)}F_r = -113 \text{ N} \\ Z_2 = \frac{a}{(a+b)}F_t = +677 \text{ N} \\ Z_1 = \frac{b}{(a+b)}F_t = +323 \text{ N} \end{array}\right.$$

Le moment de torsion est $rF_t = 33$ N.m (*soit une valeur plus élevée que celle calculée précédemment, ce qui fait une mesure de sécurité supplémentaire. J'aurai pû ne pas vous donner F_r et F_t mais alors les questions n'étaient plus indépendantes*). .... **[4.5]**

8) *La valeur de $\mathbb{M}_T$ est à nouveau surestimée par mesure de sécurité ; J'aurai pû éviter de vous fournir $\mathbb{M}_T$ mais ...*

$$d = 26 \quad ; \quad D = 34 \quad ; \quad r = 0.4 \quad ; \quad t = 4 \quad ; \quad \frac{r}{t} = 0.1 \quad ; \quad \frac{d}{D} = 0.765$$

donc :

$$K_{t0} = 2.15 \quad ; \quad K_{tf} = 2.8$$

Les contraintes nominales :

$$\tau_{nom} = \frac{\mathbb{M}_T}{\frac{\pi}{32}d^4}\frac{d}{2} = \frac{16\mathbb{M}_T}{\pi d^3} = 10.1 \text{ MPa} \qquad ; \qquad \sigma_{nom} = \frac{\mathbb{M}_f}{\frac{\pi}{64}d^4}\frac{d}{2} = \frac{32\mathbb{M}_f}{\pi d^3} = 6.9 \text{ MPa}$$

Les contraintes maxis :

$$\tau = K_{t0}\,\tau_{nom} = 21.8 \text{ MPa} \qquad ; \qquad \sigma = K_{tf}\,\sigma_{nom} = 19.5 \text{ MPa}$$

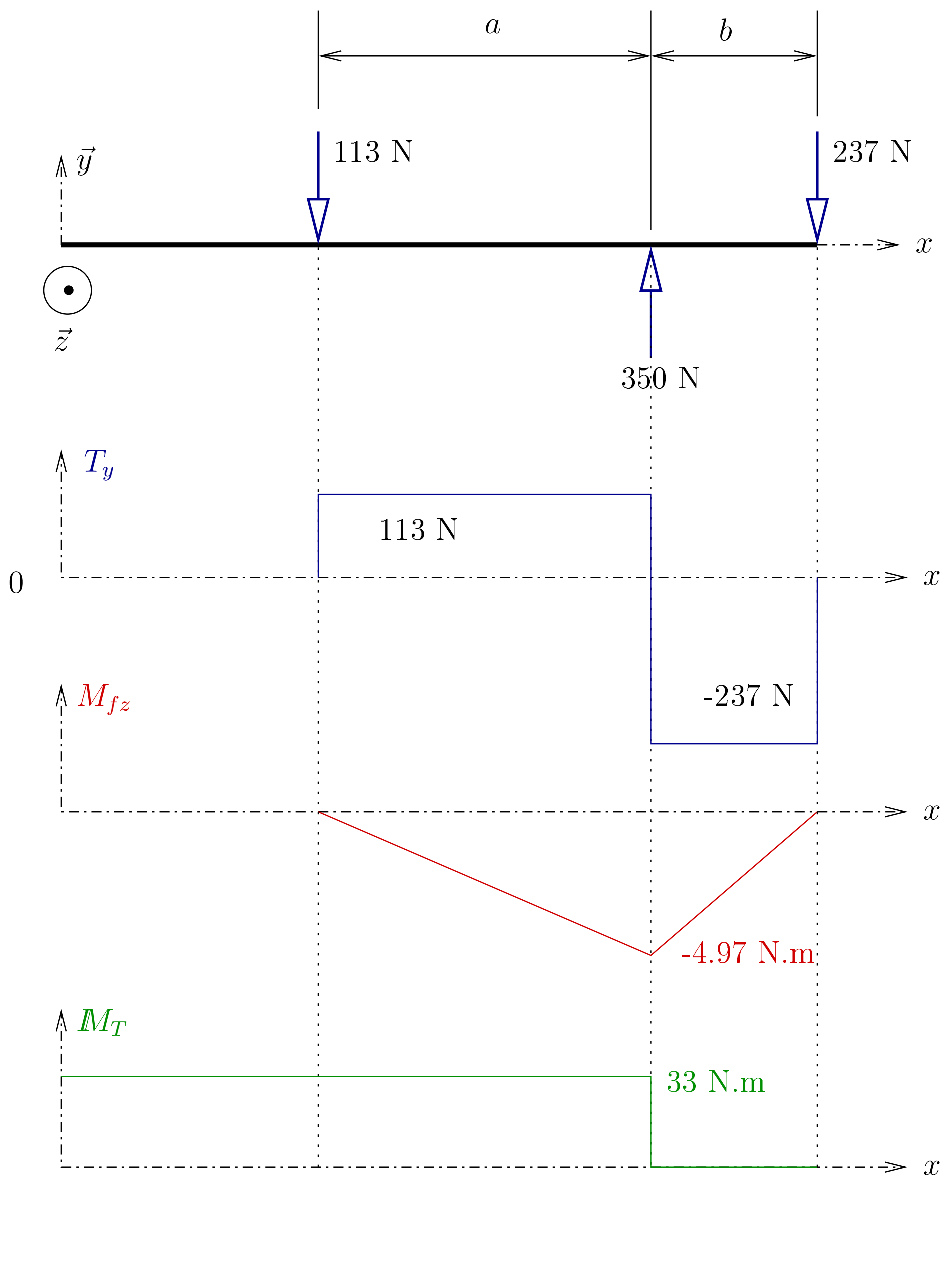
La contrainte de Von-Mises :

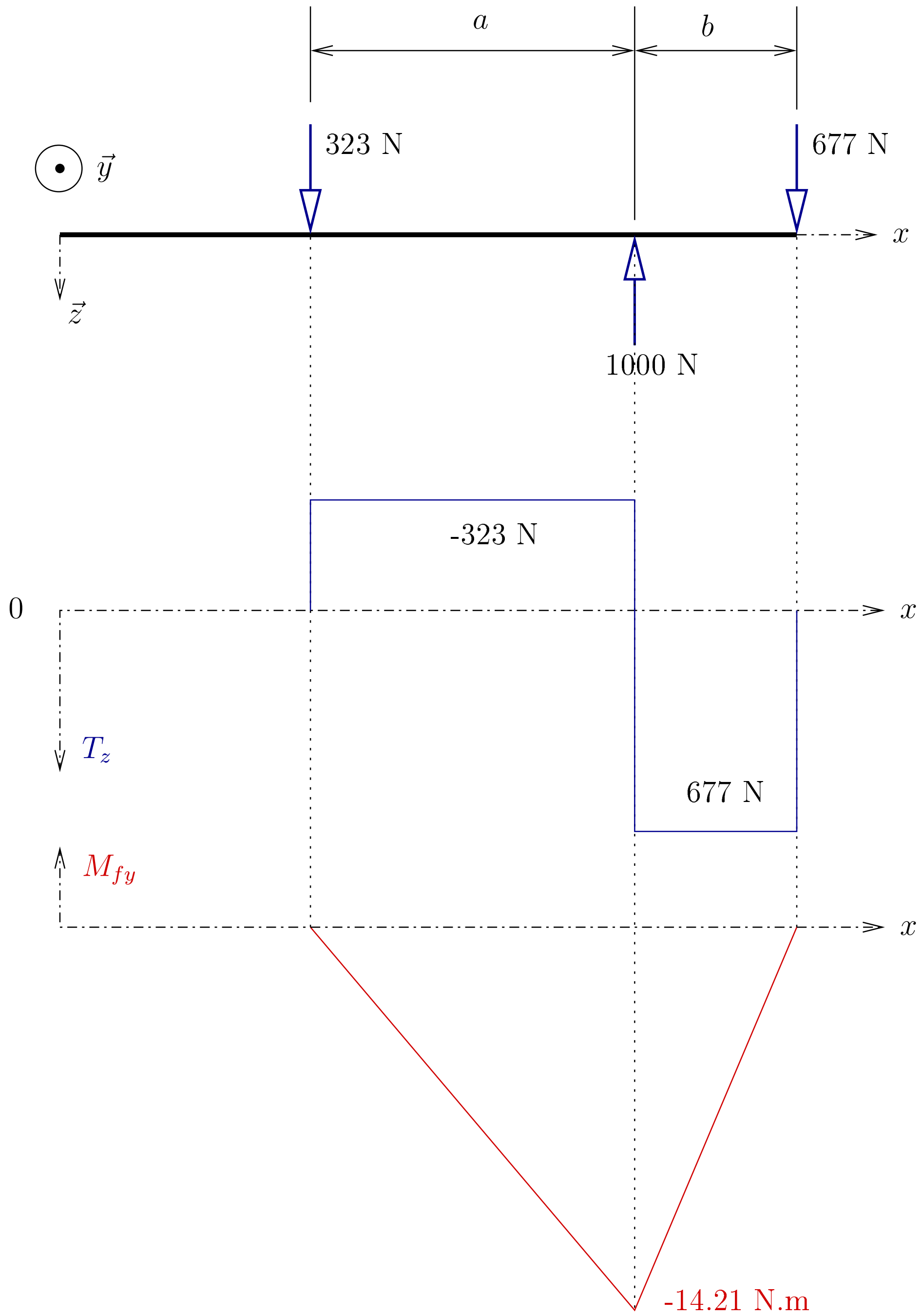
$$\sigma_{eq.V.M.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 42.5 \text{ MPa}$$

Avec le coefficient de sécurité $s = 3$, la limite élastique doit être supérieure à :

$$R_e = s\,\sigma_{eq.V.M.} = 127.5 \text{ MPa}$$

.... **[4]**





a
b
323 N
677 N
$\vec{y}$
x
$\vec{z}$
1000 N
-323 N
0
x
T_z
677 N
M_{fy}
x
-14.21 N.m