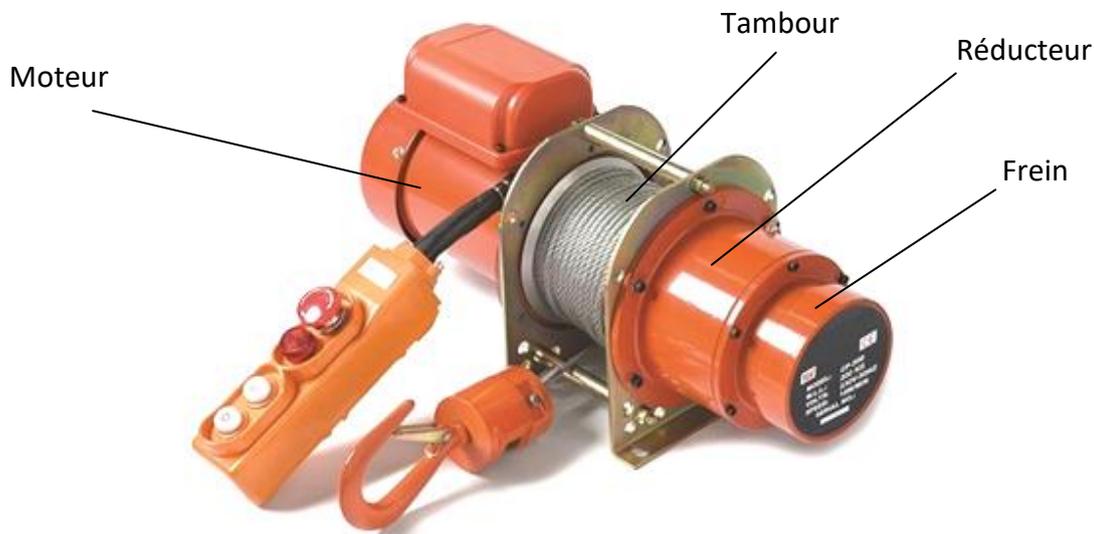


## Réducteur d'appareil de levage

Le palan d'un pont roulant (voir figure ci-dessous) est constitué d'un moteur, réducteur, tambour, câble, poulie et crochet de levage



Le crochet est porté par la poulie sur laquelle s'enroule le câble :

- un des brins du câble est fixé au bâti du moteur-réducteur;
- l'autre brin s'enroule sur le tambour qui est solidaire de l'arbre de sortie du réducteur.

Le réducteur (voir plan) a pour entrée la pièce (11), pour sortie la pièce (03), et pour bâti (01) les pièces (21), (22) et (52).

Un frein bloque automatiquement l'arbre d'entrée 1 lorsque le moteur est inactif. Dans ces conditions :

- les ressorts (47) poussent le plateau d'acier (36);
- les garnitures gauches de frein solidaires du plateau (36),
- les garnitures droites de frein solidaires du plateau (31), bloquent alors entre elles le disque (33) et empêchent la rotation de l'arbre d'entrée (11).

Lorsqu'on désire enrouler ou dérouler du câble, on alimente simultanément le moteur et le bobinage placé à l'intérieur de (37).

Dans ces conditions, le champ magnétique crée attire alors le plateau (36) qui comprime les ressorts (25) et libère le disque (33).

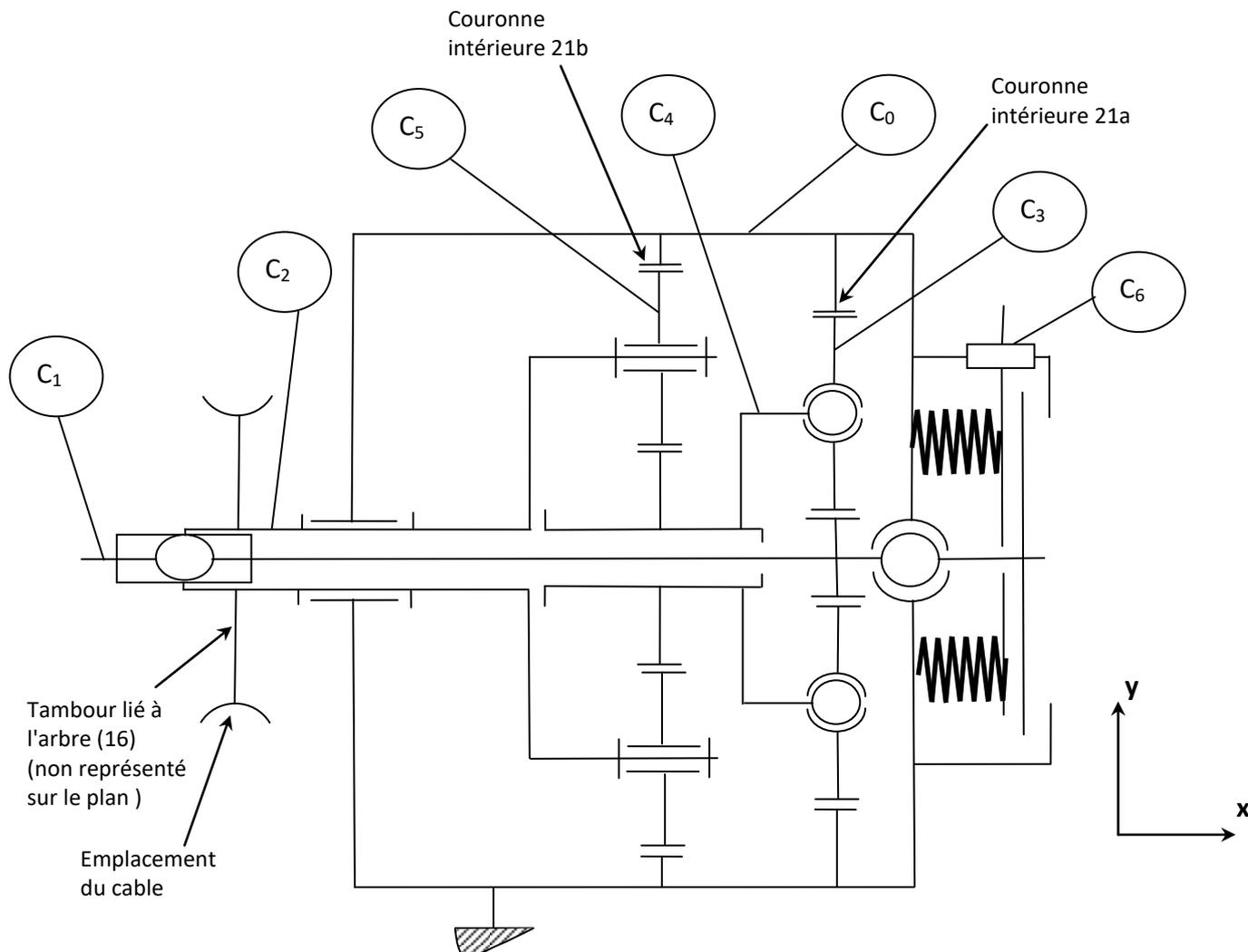
Numéro	Nombre de dents	Module en mm
Pignon 11	$Z_{11} = 21$	$M = 2$
Pignon 24	$Z_{24} = 51$	$M = 2$
Couronne intérieure droite 21a	$Z_{21a} = 123$	$M = 2$
Couronne intérieure gauche 21b	$Z_{21b} = 91$	$M = 3$
Pignon 7	$Z_7 = 34$	$M = 3$
Pignon 20	$Z_{20} = 23$	$M = 3$

Le moteur délivre une puissance de 250 W à la vitesse de 1500 tours/mn

Le diamètre d'enroulement moyen du câble sur le tambour est 200 mm

## 1 - Etude de la chaîne cinématique

On donne ci-dessous le schéma cinématique du réducteur



1) On demande d'indiquer les numéros des pièces qui composent les différentes classes d'équivalence

$$C_0 = \{ 01; ..$$

$$C_1 = \{ 11; ..$$

$$C_2 = \{ 03; ..$$

$$C_3 = \{ 24; ..$$

$$C_4 = \{ 20; ..$$

$$C_5 = \{ 07; ..$$

$$C_6 = \{ 36; ..$$

2) Sur le schéma cinématique on demande ;

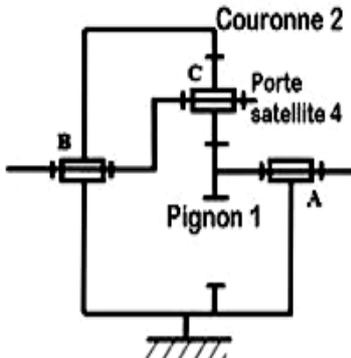
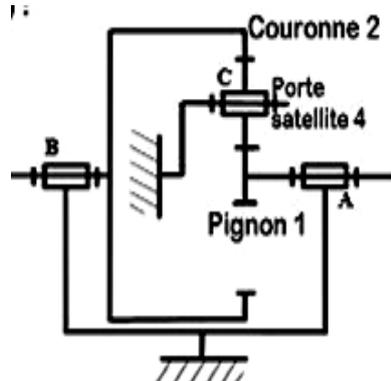
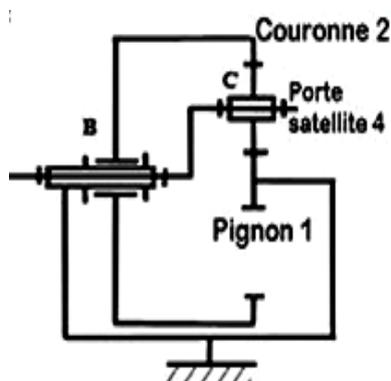
- de repasser en bleu la classe d'équivalence C<sub>1</sub> ;
- de repasser en vert la classe d'équivalence C<sub>2</sub> ;
- de repasser en noir la classe d'équivalence C<sub>3</sub> ;
- de repasser en rouge la classe d'équivalence C<sub>4</sub> ;
- de repasser en noir la classe d'équivalence C<sub>5</sub> ;
- de repasser en vert la classe d'équivalence C<sub>6</sub> ;

3) Réaliser le graphe des liaisons du système en indiquant le nom des liaisons ainsi que leur axe principal

4) Justifier les modélisations :

- du roulement (15)
- du roulement (45)
- des roulements (9)
- des roulements (6)
- des roulements (26)

On donne les schémas des différentes configurations de trains épicycloïdaux

Schéma	Elément fixe	Rapport des vitesses
<p>Configuration (a)</p> 	<p>La couronne (2) est solidaire du bâti (0)</p> $\omega_{2/0} = 0$	<p>D'après la formule de Willis :</p> $\frac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$ <p>Pour que le train d'engrenages soit réducteur il faut que :</p> <p>(1) = Arbre d'entrée (4) = Arbre de sortie</p>
<p>Configuration (b)</p> 	<p>Le porte-satellite (4) est solidaire du bâti (0)</p> $\omega_{4/0} = 0$	<p>D'après la formule de Willis :</p> $\frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}} = - \frac{Z_1}{Z_2}$ <p>Le train d'engrenages est dans ce cas "ordinaire"</p> <p>Pour que le train d'engrenages soit réducteur il faut que :</p> <p>(1) = Arbre d'entrée (2) = Arbre de sortie</p>
<p>Configuration (c)</p> 	<p>Le planétaire (1) est solidaire du bâti</p> $\omega_{1/0} = 0$	<p>D'après la formule de Willis :</p> $\frac{\omega_{2/0}}{\omega_{4/0}} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1}$ <p>Pour que le train d'engrenages soit réducteur il faut que :</p> <p>(2) = Arbre d'entrée (4) = Arbre de sortie</p>

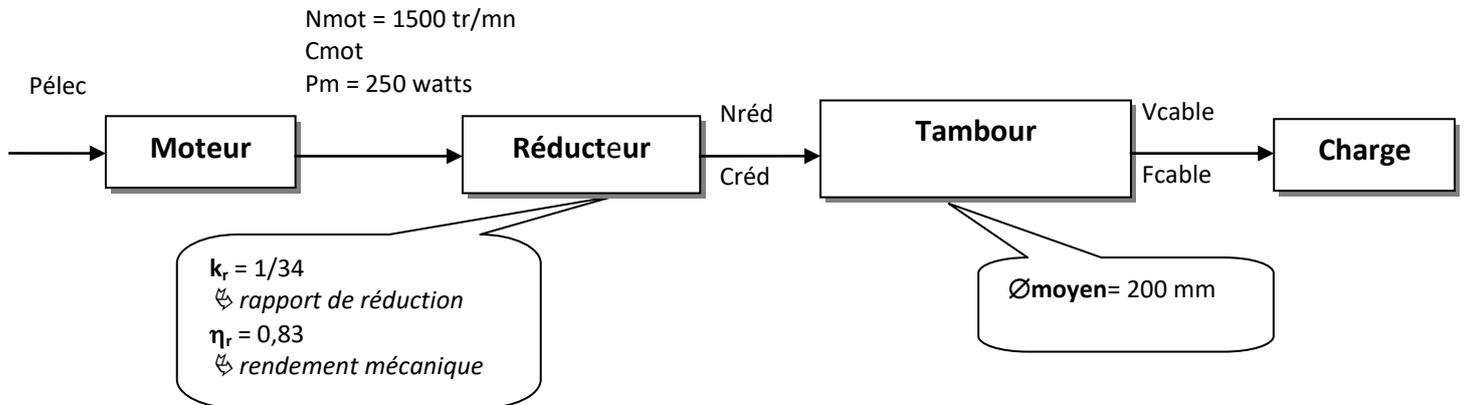
5) Préciser à quelle configuration ( a, b, ou c ) correspond le train épicycloïdal étudié

6) En utilisant les formules donnant les rapports de réduction dans le tableau précédent, retrouver par le calcul le rapport de réduction (1/34) du réducteur épicycloïdal

## 2 - Dimensionnement de la chaîne d'énergie

On donne le schéma-bloc de la transmission de puissance :

La charge est soulevée par un câble qui s'enroule autour du tambour ( diamètre moyen d'enroulement : 200 mm ) lui-même solidaire de (03)



7) Calculer le couple moteur maximal  $C_{mot}$  que peut fournir le moteur électrique

8) Calculer le couple en sortie de réducteur  $C_{red}$

9) Calculer la force dans le câble  $F_{cable}$  et en déduire la masse maxi en kg qui peut être soulevée

## 3 - Dimensionnement des roulements

### 3-1 Etude de liaison 03/01

10) On admettra dans la suite que la liaison en  $O_1$  (roulement à billes) de 03/1 est linéaire annulaire d'axe  $\vec{x}$  et en  $O_2$  (roulement à billes), une rotule.

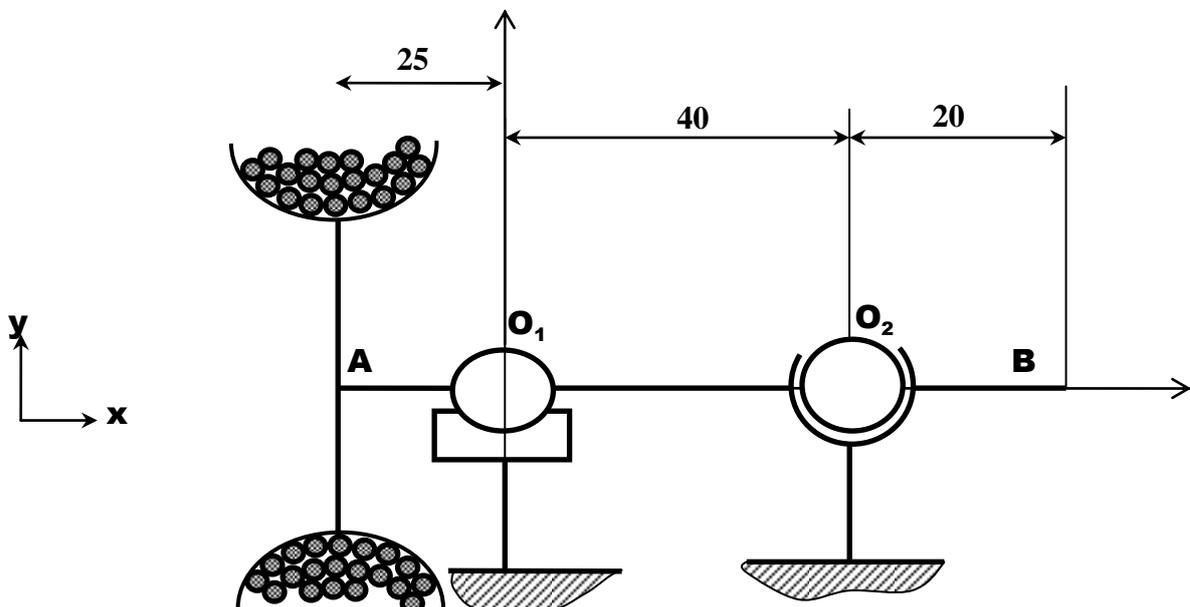
Le torseur des efforts extérieurs du récepteur sur la poulie (7) vaut :

$$\{T_{(ext \rightarrow 03)}\}_A = \begin{cases} \vec{F}_{(ext \rightarrow 03)} = F_x \cdot \vec{x} - F_y \cdot \vec{y} + F_z \cdot \vec{z} \\ \vec{M}_{A(ext \rightarrow 03)} = C \cdot \vec{x} \end{cases}$$

avec  $F_x = 0 \text{ N}$ ,  $F_y = 450 \text{ N}$ ;  $F_z = 0 \text{ N}$  et  $C = 45 \text{ N.m}$

En B, il s'applique un couple  $\vec{C}_B = C_B \cdot \vec{x}$

Calculer les composantes des actions mécaniques transmises dans les roulements en  $O_1$  et en  $O_2$ .



- 11) En déduire les efforts radiaux et axiaux au niveau des 2 roulements .  
12) Calculer les charges équivalentes au centre des deux roulements.

Pour le roulement à billes (9) on a :  $C = 21800 \text{ N}$  et  $C_0 = 16600 \text{ N}$

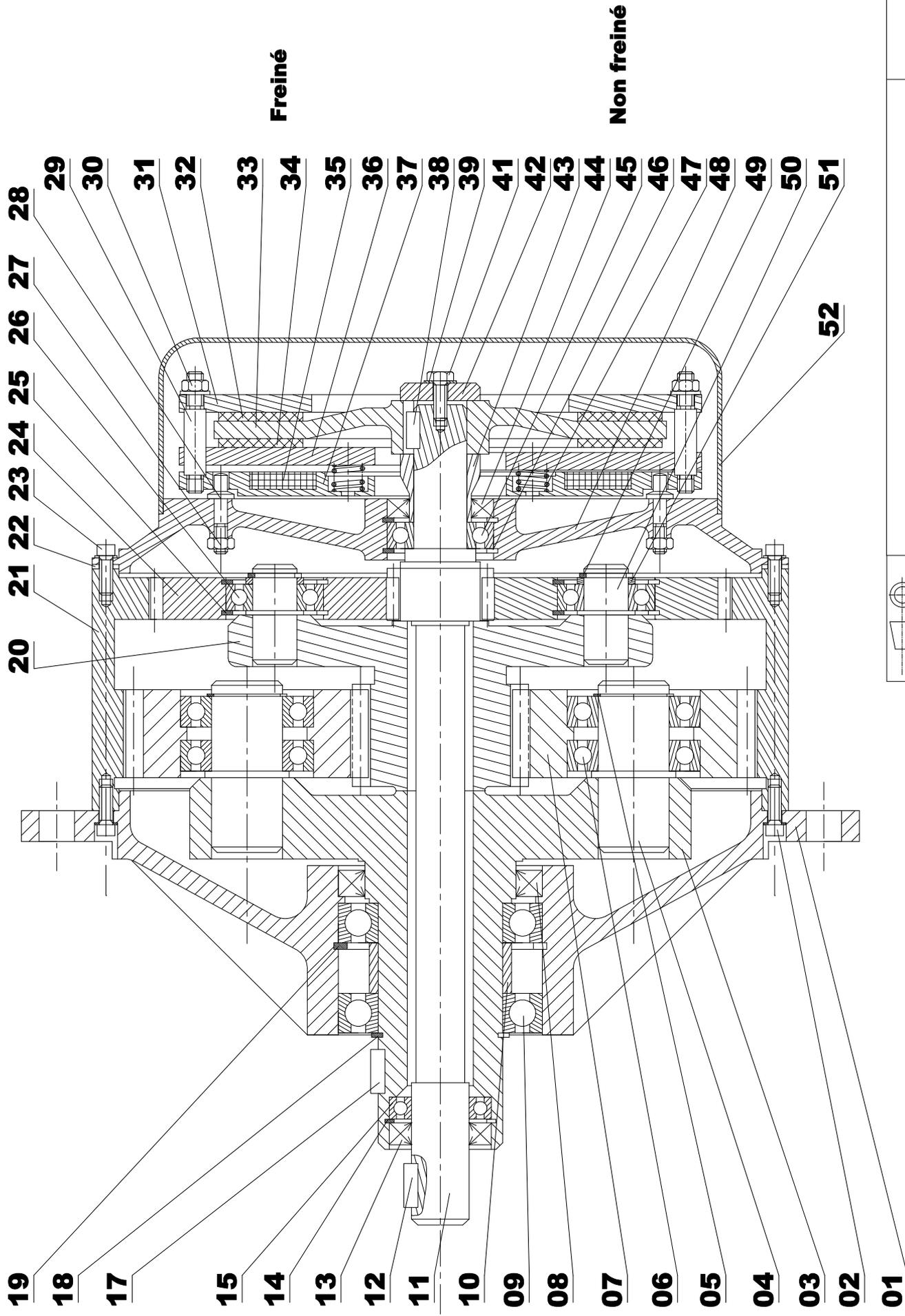
Détermination de la charge équivalente P

Valeurs des coefficients X et Y									
Roulements à billes à contact radial									
Si $\frac{F_A}{F_R} \leq e$ alors $P = F_R$					Si $\frac{F_A}{F_R} \geq e$ alors $P = 0,56.F_R + Y.F_A$				
Les coefficients e et Y ci-dessus dépendent du rapport $\frac{F_A}{C_0}$ ( voir ci-dessous )									
$\frac{F_A}{C_0}$	0.014	0.028	0.056	0.084	0.11	0.170	0.280	0.420	0.560
e	0.19	0.22	0.26	0.28	0.30	0.34	0.38	0.42	0.44
Y	2.30	1.99	1.71	1.55	1.45	1.31	1.15	1.04	1.00

- 13) Quelle est alors la durée de vie des roulements ?

Nomenclature du réducteur

26	1	Roulement à billes	52	1	Capot
25	2	Anneau élastique	51	2	Anneau élastique
24	2	Pignon $Z_{24} = 51$	50	2	Axe de satellite
23	8	Vis	49	2	Anneau élastique
22	1	Joint	48	1	Support de frein
21	1	Couronnes dentées intérieures	47	6	Ressort
20	1	Porte-satellite intermédiaire	46	1	Anneau élastique
19	1	Anneau élastique	45	1	Roulement à billes
18	1	Anneau élastique	44	1	Joint
17	1	Clavette	43	1	Entretoise
15	1	Roulement à billes	42	1	Entretoise
14	1	Anneau élastique	41	1	Vis
13	1	Joint	39	1	Rondelle
12	1	Clavette	38	1	Presse étoupe
11	1	Axe d'entrée	37	1	Plateau magnétique
10	1	Tube entretoise	36	1	Plateau de frein
09	2	Roulement à billes	35	4	Bobinage
08	1	Joint	34	2	Garniture de frein
07	2	Pignon $Z_7 = 34 ; m = 3$	33	1	Accouplement femelle
06	4	Roulement à billes	32	1	Disque de frein
05	2	Anneau élastique	31	1	Plaque support de frein
03	1	Axe de sortie	30	6	Ecrou
04	2	Axe	29	6	Axe de guidage
02	8	Vis	28	6	Vis
01	1	Boîtier avant	27	6	Ecrou
REP	NB	DESIGNATION	REP	NB	DESIGNATION



<b>APPAREIL DE LEVAGE</b>	
	Format A3 H
Echelle 0,6	