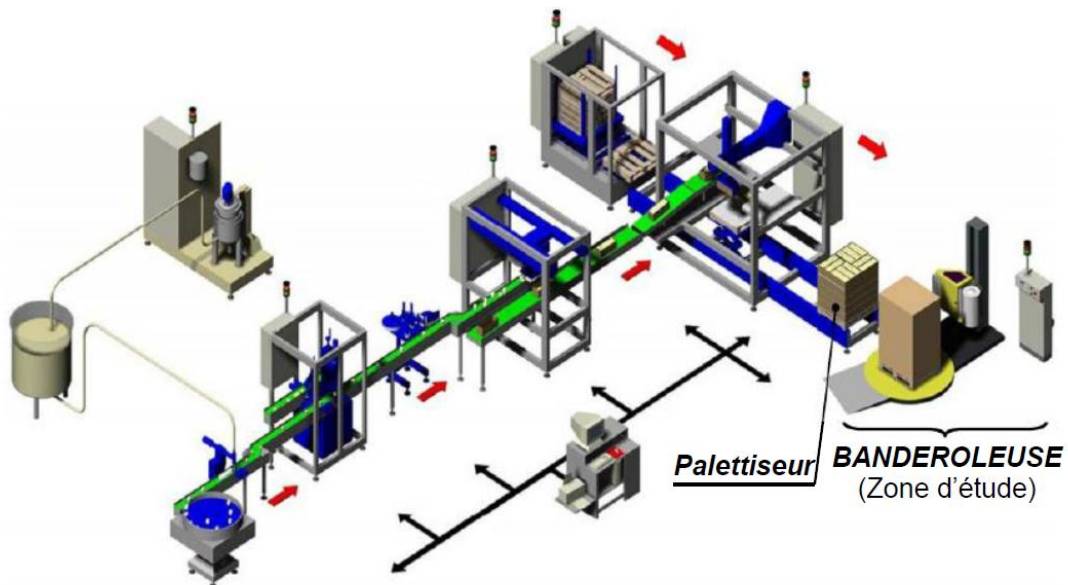


BANDEROLEUSE

I- PRÉSENTATION :

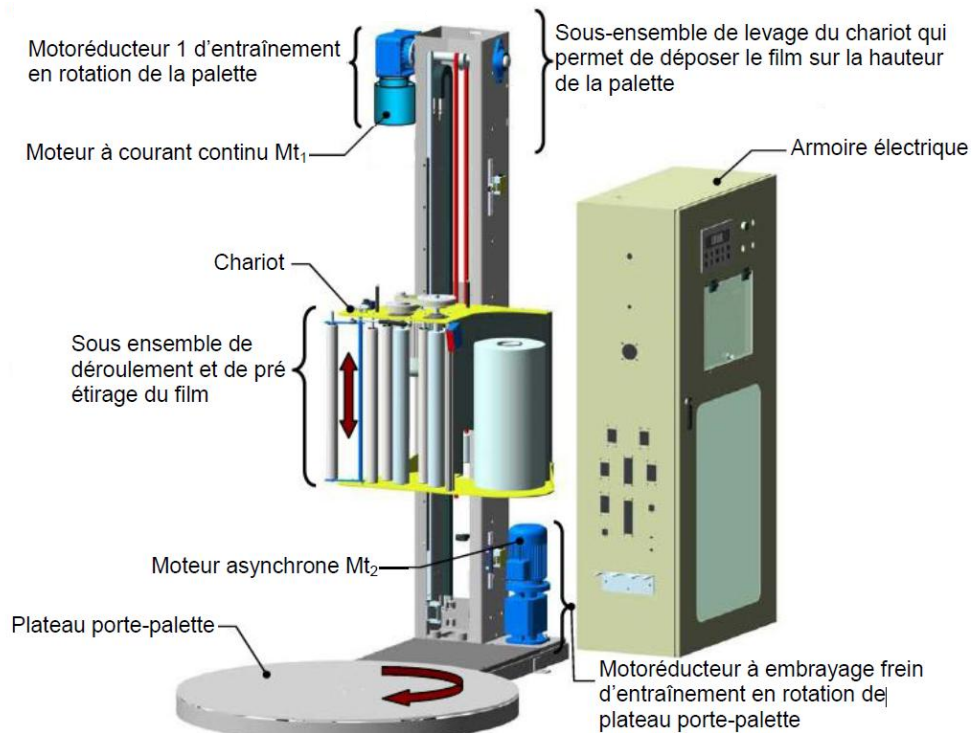
La ligne de conditionnement est utilisée pour fabriquer, conditionner, emballer et palettiser plusieurs contenants.



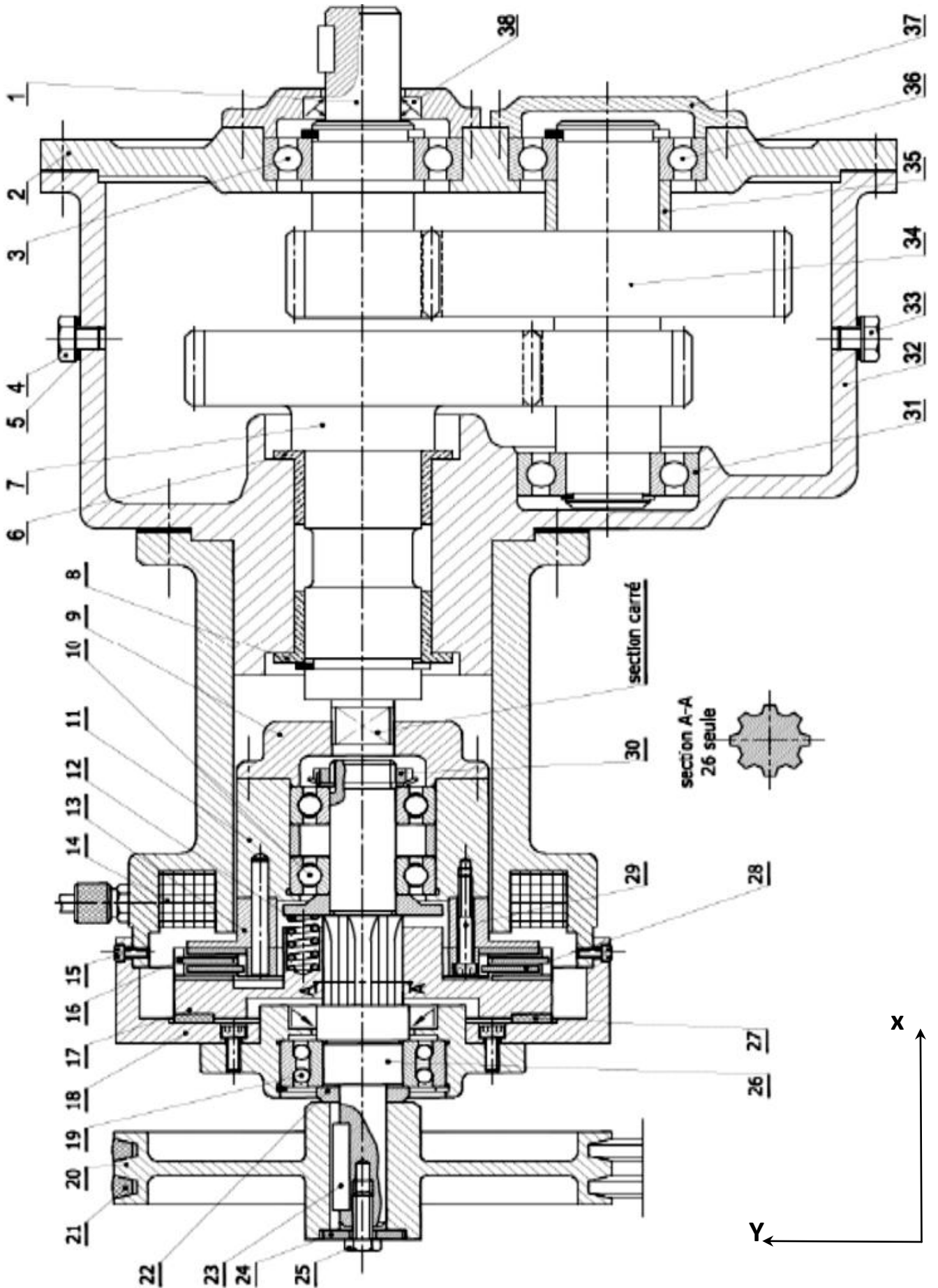
II- STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DE LA BANDEROLEUSE:

Le banderolage des palettes de produits s'effectue grâce, principalement, à deux mouvements combinés : le mouvement de translation vertical alternatif du chariot qui porte le film et le mouvement de rotation continu du plateau sur lequel est posée la palette.

Le mouvement résultant du film est donc hélicoïdal, de pas d'hélice inférieur à la largeur du film pour obtenir une zone de recouvrement du film.



Le mouvement de rotation du plateau porte-palette est réalisé par un **Moto réducteur à Embrayage Frein** représenté sur le dessin d'ensemble à l'échelle 1 : 2.



1	Pignon arbré ($Z = 25$ dents, $m = 2$)	17	Plateau mobile	33	Bouchon
2	Couvercle	18	Plateau fixe	34	Arbre intermediaire ($Z_{34a} = 65$, $Z_{34b} = 28$)
3	Roulement ($d=35$, $D=72$, $b=27$, $C= 27000$ N)	19	Roulement ($d=25$, $D=62$, $b=21$, $C= 32000$ N)	35	Entretoise
4	Bouchon	20	Poulie	36	Roulement ($d=35$, $D=72$, $b=12$, $C= 27000$ N)
5	Joint plat	21	Courroie	37	Couvercle
6	Coussinet ($d=20$, $D= 25$, $b = 14$)	22	Bague	38	Joint à lèvres
7	Arbre de sortie ($Z = 62$ dents, $m = 2$)	23	Clavette		
8	Coussinet ($d=40$, $D= 50$, $b = 28$)	24	Rondelle		
9	Couvercle	25	Vis H		
10	Roulement ($d=25$, $D=52$, $b=15$, $C= 14800$ N)	26	Vis cHc		
11	Moyeu	27	Garniture fixe		
12	Ressort	28	Disque à garniture		
13	Plateau	29	Vis cHc		
14	Electroaimant	30	Ecrou à encoches		
15	Vis CHc	31	Roulement ($d=30$, $D=62$, $b=16$, $C= 14800$ N)		
16	Disque à garniture	32	Corps entretoise		

Embrayage à friction plane multi disque :

Afin d'augmenter le couple transmissible, on peut aussi augmenter le nombre de surfaces en contact, on réalise ainsi un embrayage multidisque.

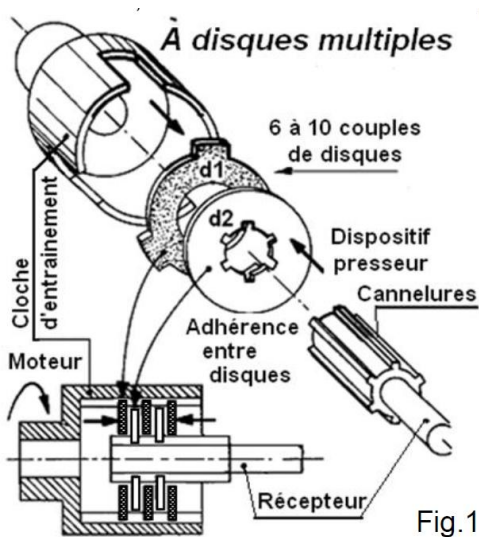


Fig.1

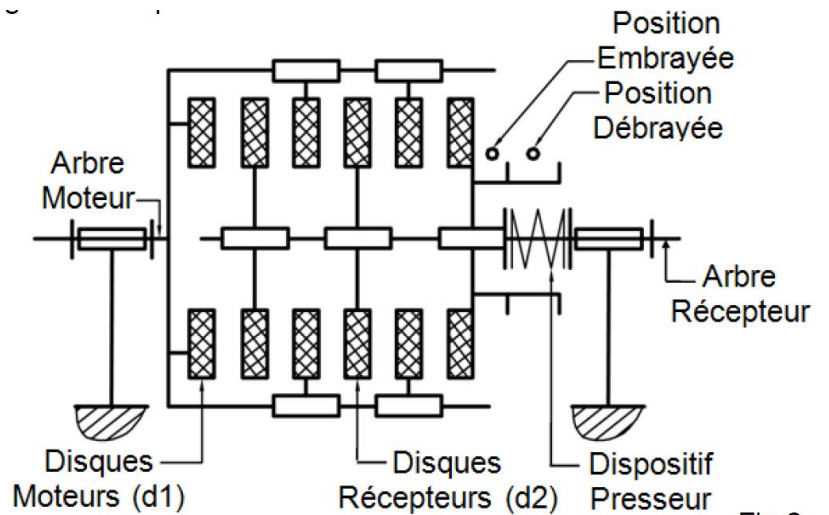


Fig.2

A - MODELISATION DU SYSTEME

- 1) - Modéliser chacune des liaisons de l'arbre (34), réalisée par des roulements, en indiquant votre raisonnement
- 2) - En déduire la liaison équivalente de l'arbre (34) avec le bâti. Le détail du calcul est demandé.
- 3) - De même pour l'arbre (7) par rapport au bâti, mais le calcul n'est pas demandé.
- 4) - On demande d'indiquer les numéros des pièces qui composent les différentes classes d'équivalence de la partie réducteur

$$C_0 = \{ 2 ; 4 ; 5 ; 5 ; 8 ; 14 ; 15 ; 18 ; 32 ; 33 ; 37 ; 38 \}$$

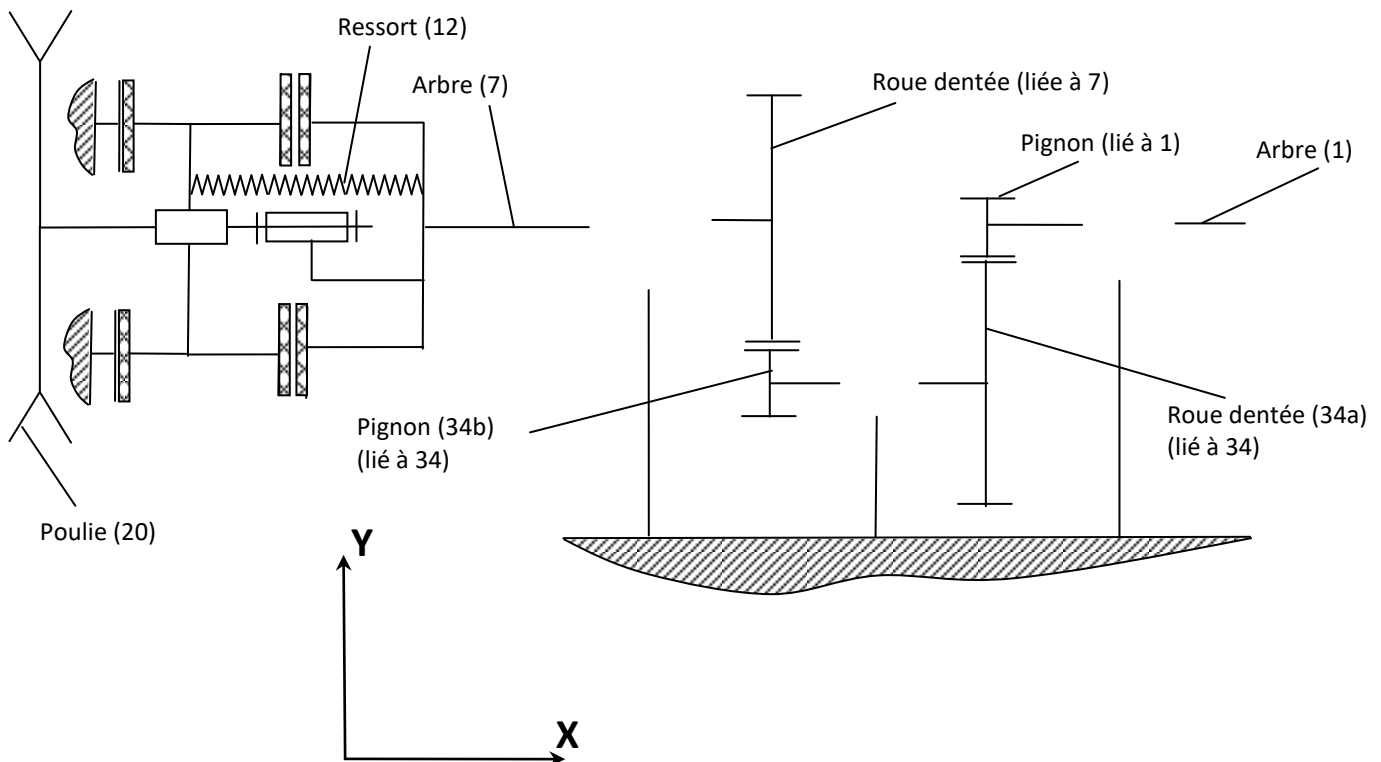
$$C_1 = \{ 1 ; .. \}$$

$$C_2 = \{ 34 ; .. \}$$

$$C_3 = \{ 7 ; .. \}$$

- 5) Réaliser le graphe des liaisons de la partie réducteur en indiquant le nom des liaisons ainsi que leur axe principal

- 6) - Compléter le schéma minimal de la partie réducteur



B - ETUDE DE LA CHAÎNE DE TRANSMISSION DE PUISSANCE

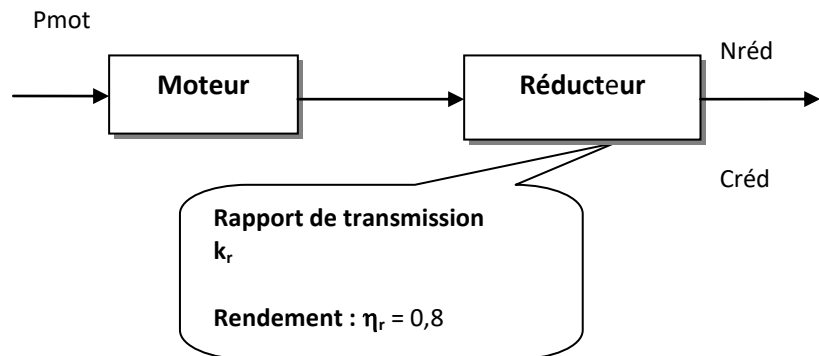
On donne le schéma-bloc de la transmission de puissance :

Caractéristiques du moteur :

$N_{\text{mot}} = 1500 \text{ tr/mn}$

C_{mot}

$P_{\text{mot}} = 500 \text{ watts}$



7) Préciser la nature des grandeurs physiques (couple, puissance mécanique , tension ..) ainsi que leurs unités SI à l'entrée et à la sortie du moteur et du réducteur

Entrée du moteur : énergie électrique (tension en volts, intensité en ampère)

Sortie du moteur : énergie mécanique (couple en Newton.mètre, vitesse de rotation en rad/seconde)

Entrée du réducteur : énergie mécanique (couple en Newton.mètre, vitesse de rotation en rad/seconde)

Sortie du réducteur : énergie mécanique (couple en Newton.mètre, vitesse de rotation en rad/seconde)

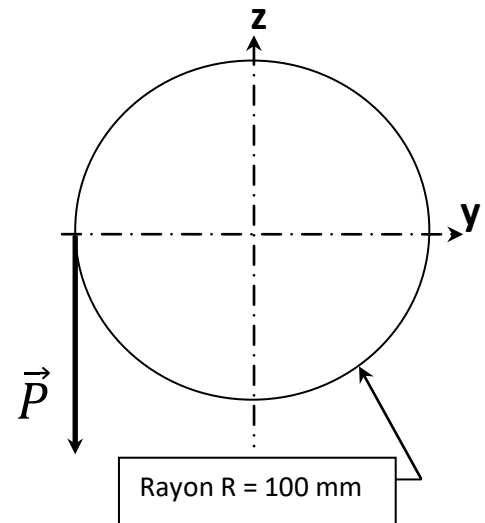
8) Calculer le couple moteur maximal C_{mot} que peut fournir le moteur électrique

9) Calculer le rapport de transmission du réducteur $k_r = \frac{\omega_2}{\omega_1}$

10) Calculer le couple en sortie de réducteur maximal C_{red}

11) L'arbre de sortie (3) entraîne une charge P de 1200 N

Le mécanisme peut-il entraîner cette charge ? Justifier



C - GUIDAGE EN ROTATION

C-1 Etude de liaison 34/02 et 34/32

A : centre du roulement (31) ; B : centre du roulement (36)

Le torseur des **efforts** du pignon moteur (1) sur l'arbre intermédiaire (34) en E vaut :

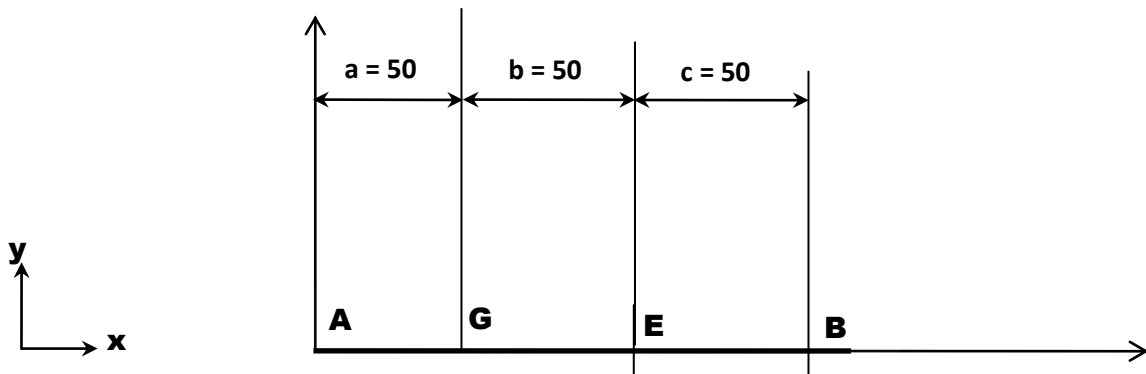
$$\{\mathcal{T}_{(1 \rightarrow 34)}\}_E = \begin{cases} \vec{F}_{(1 \rightarrow 34)} = F_{Ex} \cdot \vec{x} - F_{Ey} \cdot \vec{y} - F_{Ez} \cdot \vec{z} \\ \vec{M}_{E(1 \rightarrow 34)} = C_E \cdot \vec{x} \end{cases}$$

avec $F_{Ex} = 0 \text{ N}$, $F_{Ey} = 17 \text{ N}$; $F_{Ez} = 46 \text{ N}$ et $C_E = 3 \text{ N.m}$

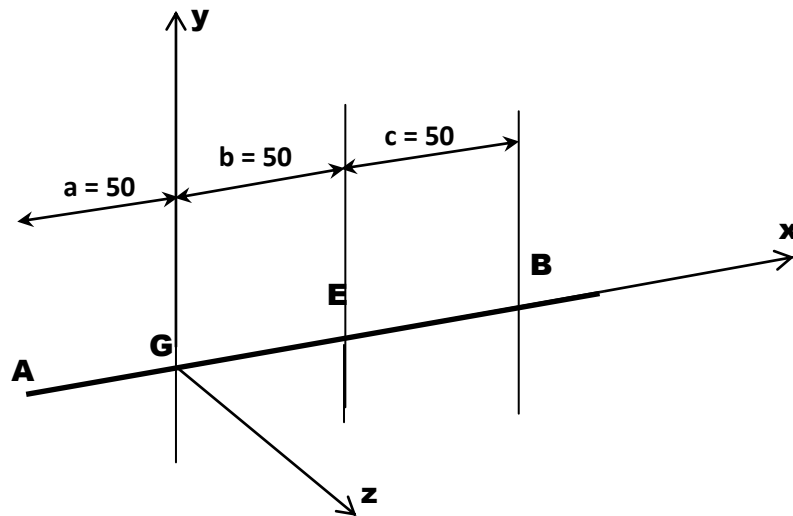
Le torseur des **efforts** du pignon (7) sur l'arbre intermédiaire (34) en E vaut :

$$\{\mathcal{T}_{(7 \rightarrow 34)}\}_G = \begin{cases} \vec{F}_{(7 \rightarrow 34)} = F_{Gx} \cdot \vec{x} + F_{Gy} \cdot \vec{y} + F_{Gz} \cdot \vec{z} \\ \vec{M}_{G(7 \rightarrow 34)} = -C_G \cdot \vec{x} \end{cases}$$

avec $F_{Gx} = 0 \text{ N}$, $F_{Gy} = 38 \text{ N}$; $F_{Gz} = 107 \text{ N}$ et $C_G = 3 \text{ N.m}$



10) Sur le schéma ci-dessous, représenter les efforts en G et en E



11) Par une étude statique, calculer les composantes des actions mécaniques transmises dans les roulements en A et en B .

12) En déduire les efforts radiaux et axiaux au niveau des 2 roulements en A et en B.

13) Calculer les charges équivalentes au centre des deux roulements.

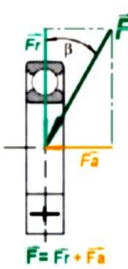
Rappel :

A : centre du roulement (6) ($C = 14800 \text{ N}$)

B : centre du roulement (14) ($C = 27000 \text{ N}$)

13) L'arbre de sortie (34) tournant à 576 tr/mn , quelle est alors la durée de vie des roulements ?

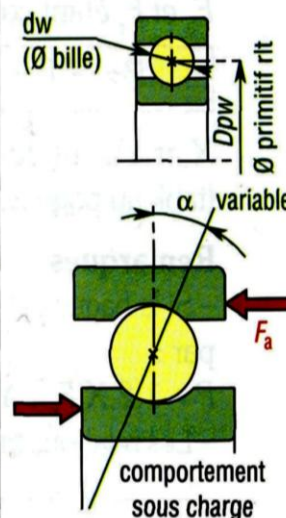
Détermination de la charge équivalente P

Statique			Dynamique										
	Charge statique équivalente		L_{10} Durée après laquelle 90% des roulements sont encore fonctionnels $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^n$ millions de tours $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^n \frac{10^6}{60N}$ heures C Charge dynamique de base										
	Charge radiale pure	Charge combinée											
	$P_0 = F_r$	$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$											
	X_0, Y_0 & $C_0 \Rightarrow$ Catalogues												
$S_0 P_0 = C_0$			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Billes</td> <td style="text-align: center;">Rouleaux</td> <td style="text-align: center;">$\frac{F_a}{F_r} < e$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{F_a}{F_r} > e$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$n = 3$</td> <td style="text-align: center;">$n = \frac{10}{3}$</td> <td style="text-align: center;">$P = F_r$</td> <td style="text-align: center;">$P = X F_r + Y F_a$</td> </tr> </table>			Billes	Rouleaux	$\frac{F_a}{F_r} < e$	$\frac{F_a}{F_r} > e$	$n = 3$	$n = \frac{10}{3}$	$P = F_r$	$P = X F_r + Y F_a$
Billes	Rouleaux	$\frac{F_a}{F_r} < e$				$\frac{F_a}{F_r} > e$							
$n = 3$	$n = \frac{10}{3}$	$P = F_r$	$P = X F_r + Y F_a$										
Pas de chocs	Fonctionnement normal	Chocs											
$0,5 < S_0 < 0,8$	$0,8 < S_0 < 1,2$	$1,2 < S_0 < 2,5$											

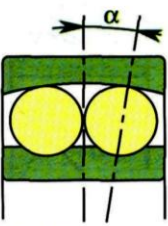
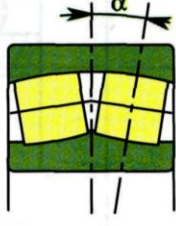
Valeurs des coefficients X et Y									
Roulements à billes à contact radial									
Si $\frac{F_A}{F_R} \leq e$ alors $P = F_R$					Si $\frac{F_A}{F_R} \geq e$ alors $P = 0,56 \cdot F_R + Y \cdot F_A$				
Les coefficients e et Y ci-dessus dépendent du rapport $\frac{F_A}{C_0}$ (voir ci-dessous)									
$\frac{F_A}{C_0}$	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

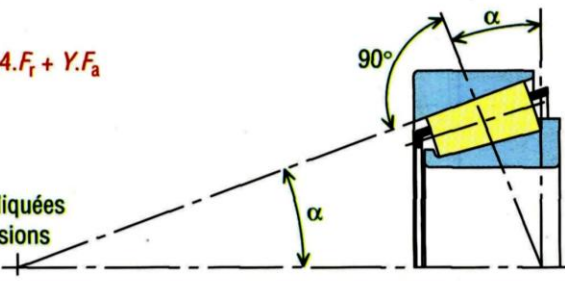
roulements rigides à billes (à contact radial)									
si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ alors $P = F_r$ ($X = 1$ et $Y = 0$)									
si $\frac{F_a}{F_r} > e$ alors $P = 0,56 \cdot F_r + Y \cdot F_a$									
les valeurs de e et Y dépendent du rapport $\frac{f_0 \cdot F_a}{C_0}$ ou $\frac{F_a}{C_0}$ (voir ci-dessous)									
$\frac{f_0 \cdot F_a^*}{C_0}$	0,172	0,345	0,689	1,03	1,38	2,07	3,45	5,17	6,89
$\frac{F_a^{**}}{C_0}$	0,014	0,028	0,056	0,084	0,110	0,170	0,283	0,42	0,5
X^*	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Y^*	2,30	1,99	1,71	1,55	1,45	1,31	1,15	1,04	1,00
e^*	0,19	0,22	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44

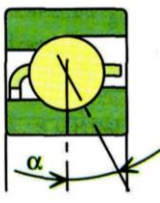
* : valeurs NF ISO 281 ; ** : valeurs usuelles



$f_0 = \frac{dw \cdot \cos \alpha}{Dpw}$

roulements à rotules sur billes	roulements à rotules sur rouleaux
<p>si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ alors $P = F_r + Y_1 \cdot F_a$</p> <p>si $\frac{F_a}{F_r} > e$ alors $P = 0,65 \cdot F_r + Y_2 \cdot F_a$</p> <p>avec $\begin{cases} e = 1,5 \cdot \tan(\alpha) \\ Y_1 = 0,42 \cdot \cotan(\alpha) \\ Y_2 = 0,65 \cdot \cotan(\alpha) \end{cases}$</p> <p>les valeurs de e, Y_1 et Y_2 sont indiquées dans les tableaux de dimensions avec d, D, b et r.</p> 	<p>si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ alors $P = F_r + Y_1 \cdot F_a$</p> <p>si $\frac{F_a}{F_r} > e$ alors $P = 0,67 \cdot F_r + Y_2 \cdot F_a$</p> <p>avec $\begin{cases} e = 1,5 \cdot \tan(\alpha) \\ Y_1 = 0,45 \cdot \cotan(\alpha) \\ Y_2 = 0,67 \cdot \cotan(\alpha) \end{cases}$</p> <p>les valeurs de e, Y_1 et Y_2 sont indiquées dans les tableaux de dimensions avec d, D, b et r.</p> 

roulements à rouleaux coniques	
<p>si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ alors $P = F_r$</p> <p>si $\frac{F_a}{F_r} > e$ alors $P = 0,4 \cdot F_r + Y \cdot F_a$</p> <p>avec $\begin{cases} e = 1,5 \cdot \tan(\alpha) \\ Y = 0,4 \cdot \cotan(\alpha) \end{cases}$</p> <p>les valeurs de e, Y sont indiquées dans les tableaux de dimensions avec d, D, b et r.</p> 	<p>roulements à deux rangées</p> <p>si $\frac{F_a}{F_r} \leq e : P = F_r + Y_1 \cdot F_a$</p> <p>si $\frac{F_a}{F_r} > e : P = 0,67 \cdot F_r + Y_2 \cdot F_a$</p> <p>avec $\begin{cases} e = 1,5 \cdot \tan(\alpha) \\ Y_1 = 0,45 \cdot \cotan(\alpha) \\ Y_2 = 0,67 \cdot \cotan(\alpha) \end{cases}$</p> <p>mêmes valeurs que rotules sur rlx</p>

roulements à billes à contact oblique									
		roulements à une rangée et roulements en tandem (duplex T)				roulements à deux rangées et duplex en X et en O			
		si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$		si $\frac{F_a}{F_r} > e$		si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$		si $\frac{F_a}{F_r} > e$	
α degrés	e	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
20	0,57	1	0	0,43	1,00	1,0	1,09	0,70	1,63
25	0,68	1	0	0,41	0,87	1,0	0,92	0,67	1,41
30	0,80	1	0	0,39	0,76	1,0	0,78	0,63	1,24
35	0,95	1	0	0,37	0,66	1,0	0,66	0,60	1,07
40 *	1,14	1	0	0,35	0,57	1,0	0,55	0,57	0,93
45	1,33	1	0	0,33	0,50	1,0	0,47	0,51	0,81

* la valeur $\alpha = 40^\circ$ est la plus courante ; pour les angles $\alpha < 20^\circ$ les valeurs de e et y dépendent de $\frac{F_a}{C_0}$.