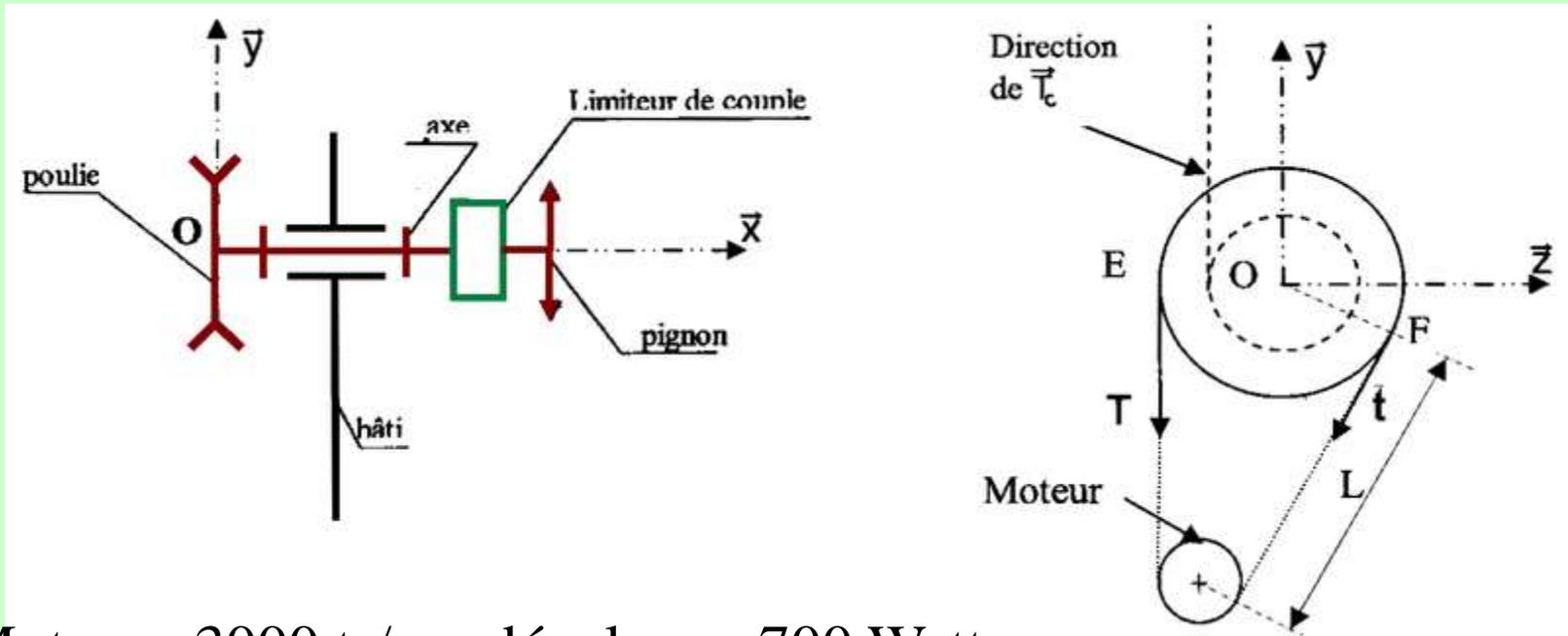


Conception du guidage d'un axe par palier lisses destiné à transmettre la puissance d'une poulie à un pignon chaîne par l'intermédiaire d'un limiteur de couple.



Moteur : 3000 tr/mn développe 700 Watts

Support  $S_0$  : tôle verticale épaisseur 14. Usinée uniquement.

Liaison pivot :

Coussinets frittés autolubrifiants METAFRAM collerette  $\varnothing 20$

P.V. admissible : 2 Mpa.m/s. Longueur 15 à vérifier.

Montés dans un boîtier usiné fixé sur  $S_0$  par 4 vis Chc M6 tête noyée.

Axe acier usiné.

Poulie : à moyeu plein, profil SPZ 1 gorge (PRUDHOMME),  $\varnothing$  primitif 90, liaison encastrement démontable sur l'arbre sur alésage  $\varnothing 20$ , clavette parallèle normalisée longueur 20, épaulement sur l'arbre, serrage axial par vis H M8 sur rondelle large et rondelle Z.

Courroie trapézoïdale : coefficient frottement avec poulie : 0,25

Pignon chaîne simple à rouleaux : DCR 06B1 (PRUDHOMME), 24 dents, acier, alésé, placé dans un limiteur de couple.

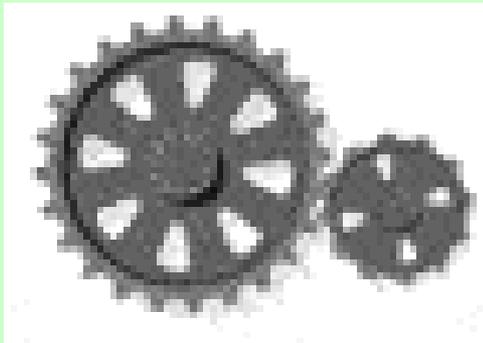
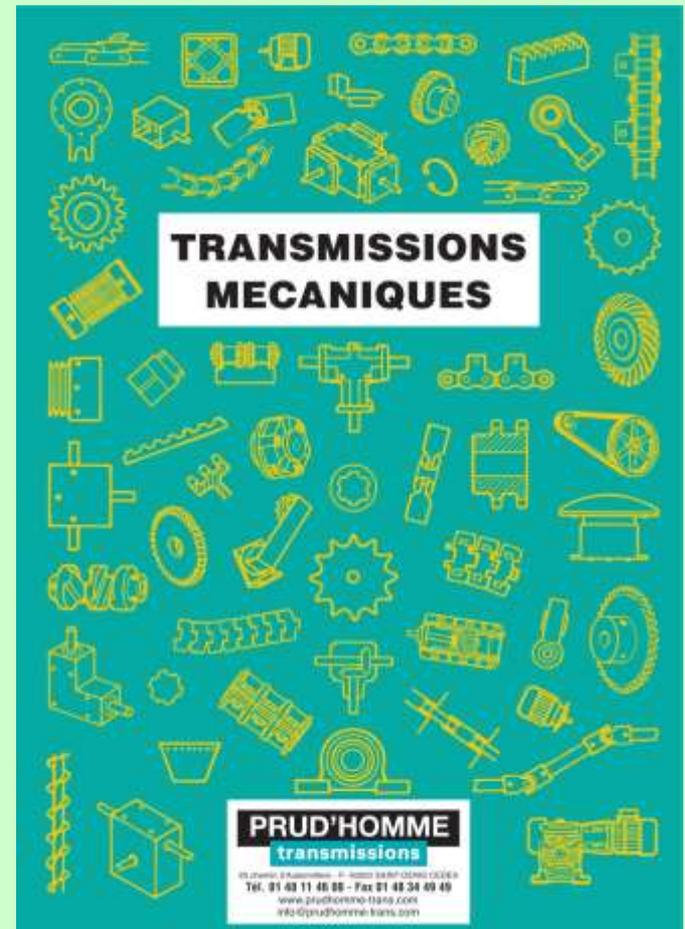
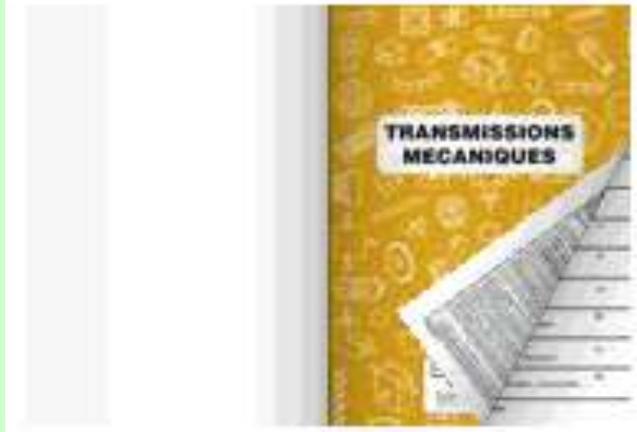
Limiteur de couple : DLC382BP (PRUDHOMME), à choisir en fonction du couple à transmettre.

## Cahier des charges page 2/2

Moteur : 3000 tr/mn développe 700 Watts

Poulie moteur :  $\varnothing$  primitif 50

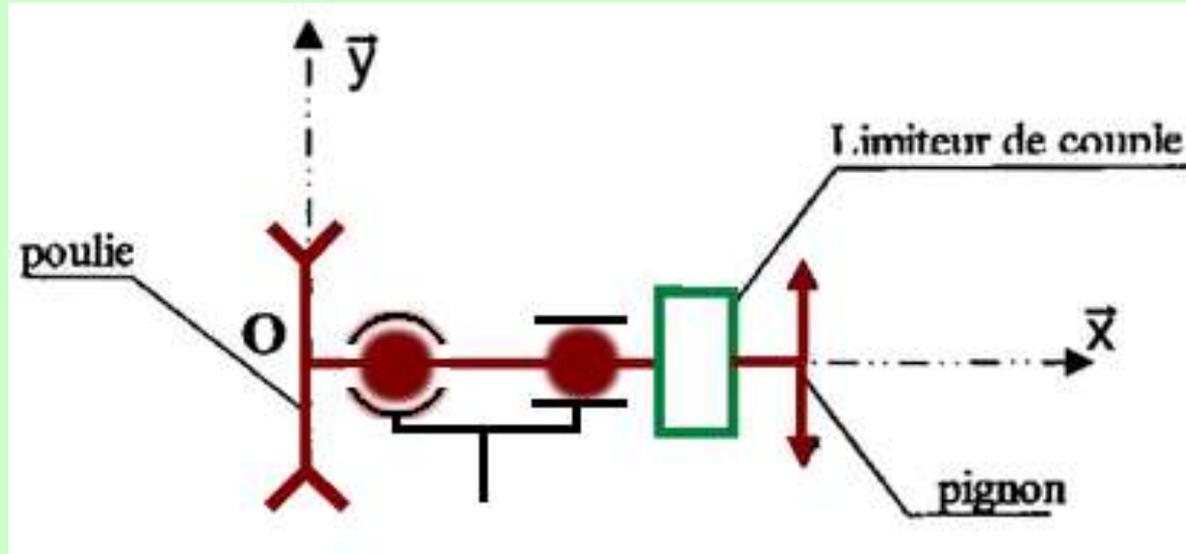
Entraxe : 120 mm



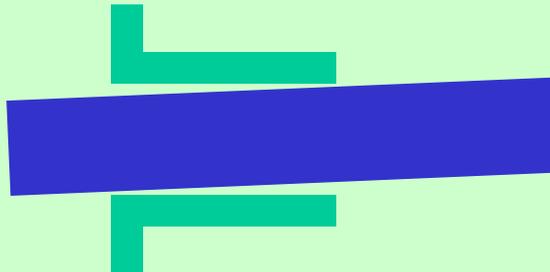
<http://prudhomme.comodata.eu/Prudhomme/>

Login jcdevigne et ICAMI12 ou créez votre login

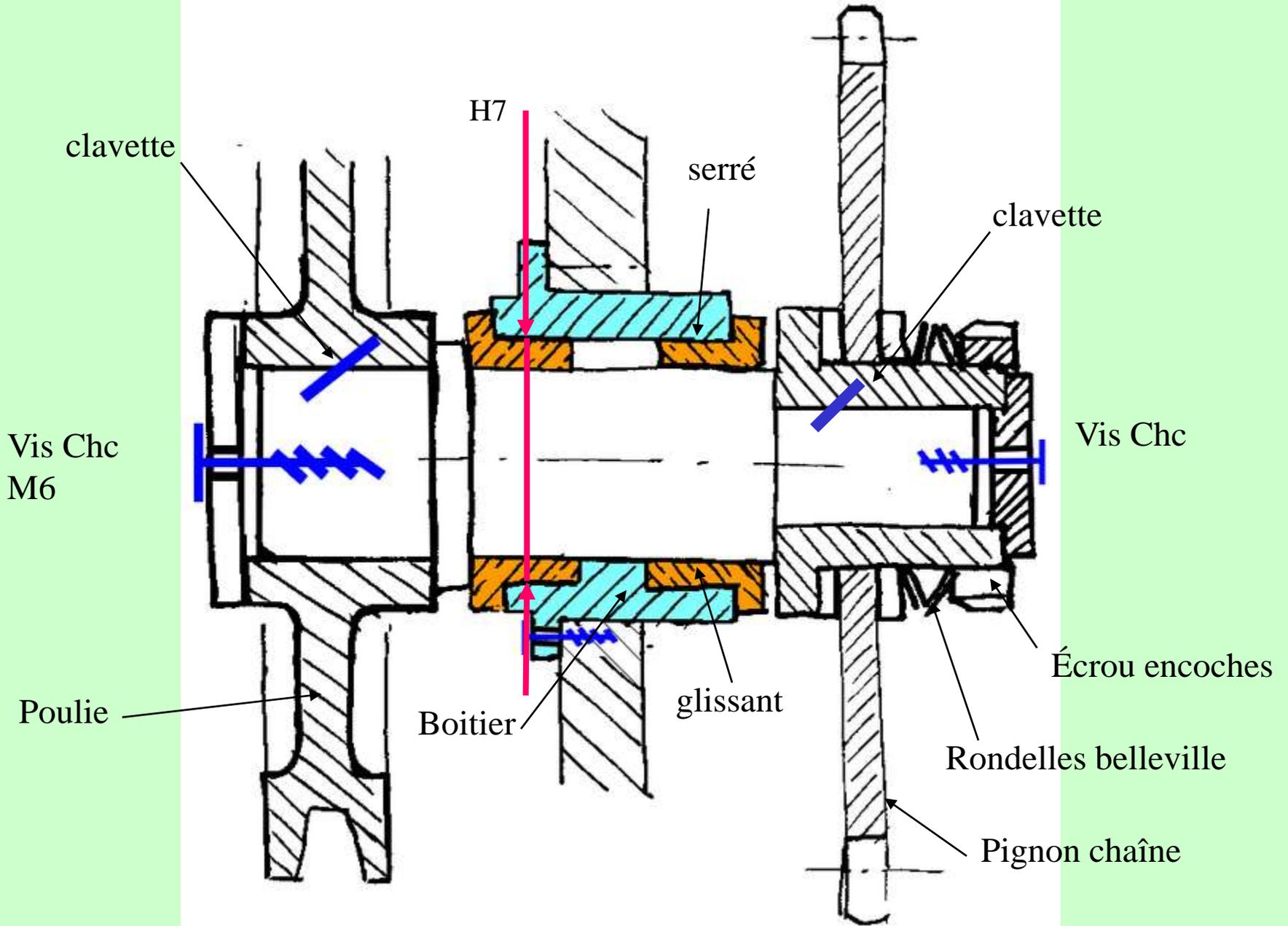
# 1 – Schéma cinématique distributif de liaisons de la solution



Hypothèse : le montage des paliers est suffisamment soigné (tolérances de fabrication suffisamment serrées, ...) pour que les deux guidages puissent être considérés comme deux demi-rotules (le défaut est plus petit que le jeu).



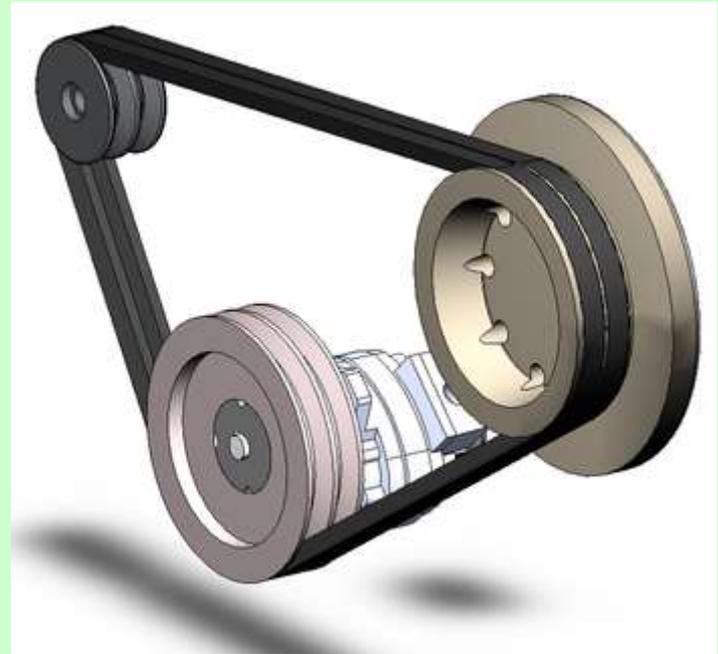
## 2 – Schéma technologique



[http://www.zpag.net/Tecnologies\\_Industrielles/transmission\\_courroies.htm](http://www.zpag.net/Tecnologies_Industrielles/transmission_courroies.htm)

[http://www.contitech.de/pages/produkte/antriebsriemen/antrieb-industrie/contitech-suite\\_en.html](http://www.contitech.de/pages/produkte/antriebsriemen/antrieb-industrie/contitech-suite_en.html)

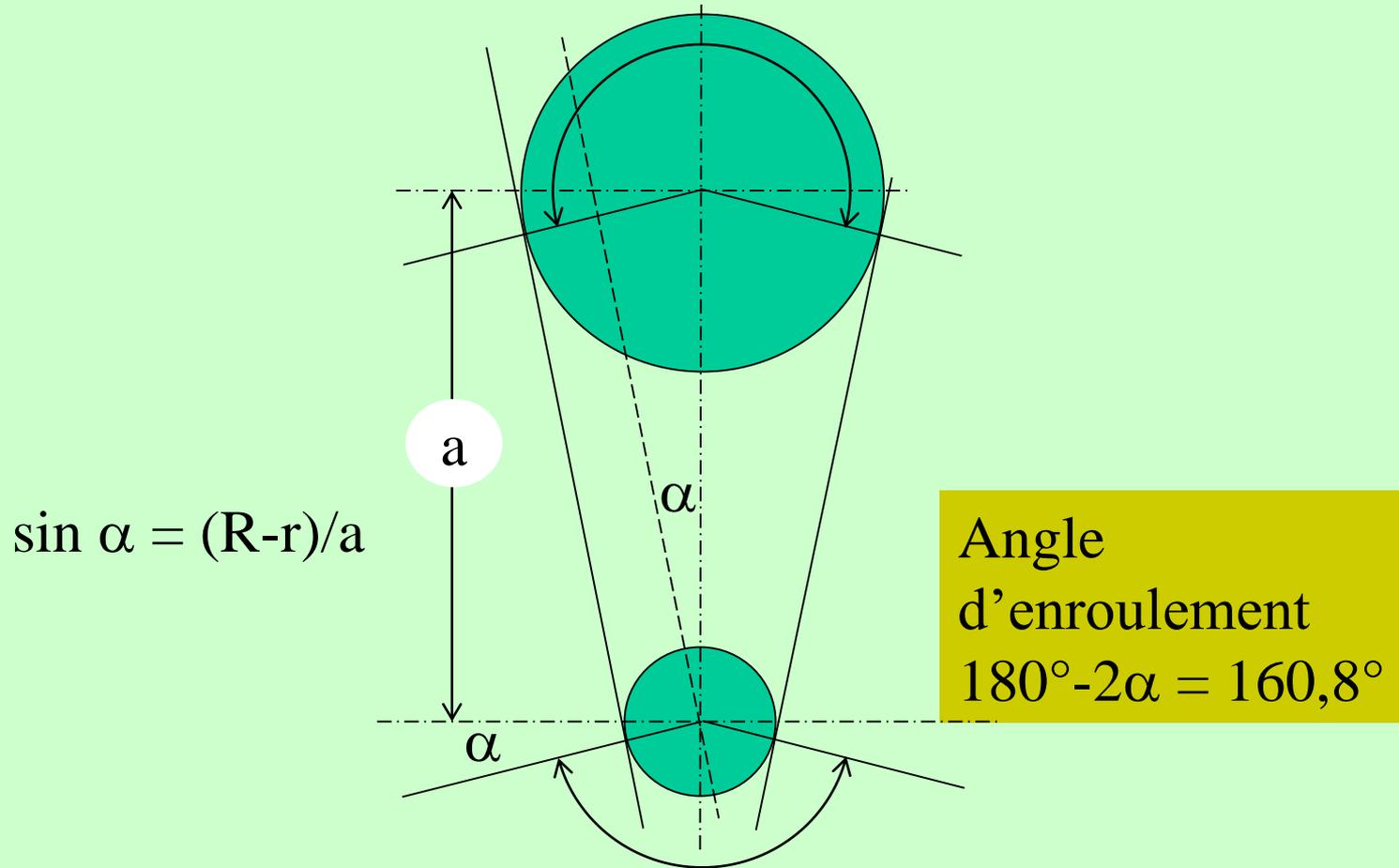
Logiciel de calcul en ligne



**France Poulies**  
Fabrication et vente de poulies et courroies

[france-poulies.com](http://france-poulies.com)

3 – Déterminer l'angle d'enroulement de la courroie sur la poulie motrice.



$$\alpha = \sin^{-1} [(90-50)/240] = 9,6^\circ$$

## 4 – Calculer les tension T et t dans la courroie.

En normes : T et t.

GSTI :  $T = 5t$  valeur courante.

Si on isole la petite poulie :

Elle est soumise à :

Torseur de liaison pivot

Glisseur T

Glisseur t

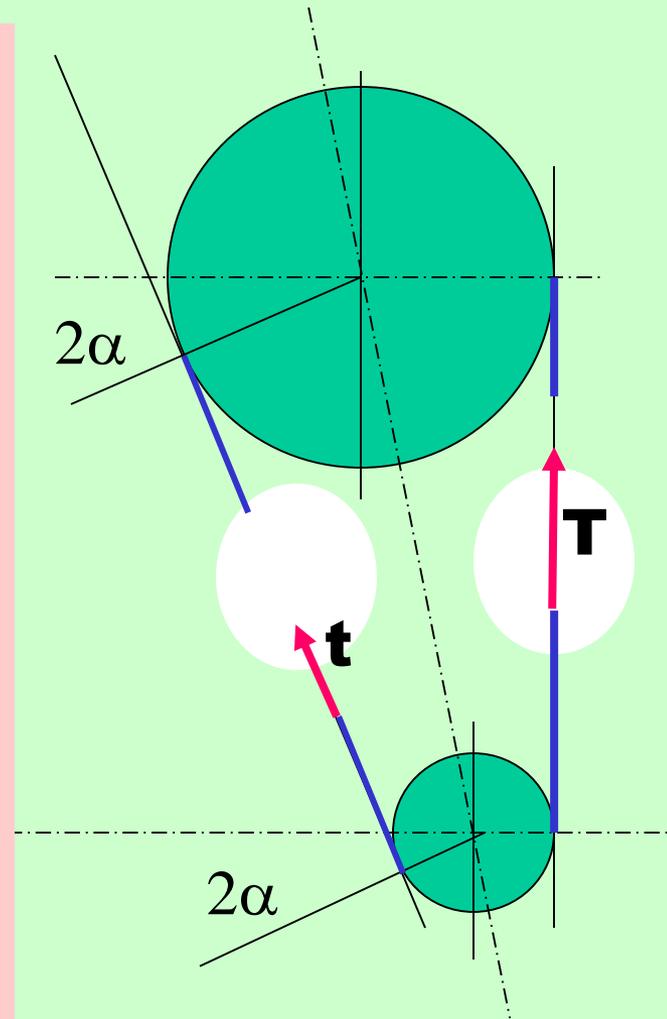
Couple moteur  $C_m$

La somme des moments sur l'axe nous donne :

$$C_m = (T-t) r_p \text{ et } T = 5t$$

$$C_m = 700 / (3000 \cdot 2 \cdot \pi / 60) = 2,23 \text{ N.m}$$

$$T = 111 \text{ N et } t = 22,3 \text{ N}$$



Rappel

$$P(\text{watts}) = C(\text{N.m}) \cdot \omega(\text{rds})$$

## 4 – Calculer les tension T et t dans la courroie.

En normes : T et t,

$$\text{GSTI : } T = t e^{f \theta / \sin(\beta/2)} = t \cdot 8,6$$

(On néglige les forces centrifuges sur la courroie)

$$\theta = 160,8^\circ \quad f = 0,25 \quad \beta = 38^\circ \quad (\theta \text{ en radians})$$

Si on isole la petite poulie+le brin de chaîne enroulé :

Ce système est soumis à :

Torseur de liaison pivot

Glisseur T

Glisseur t

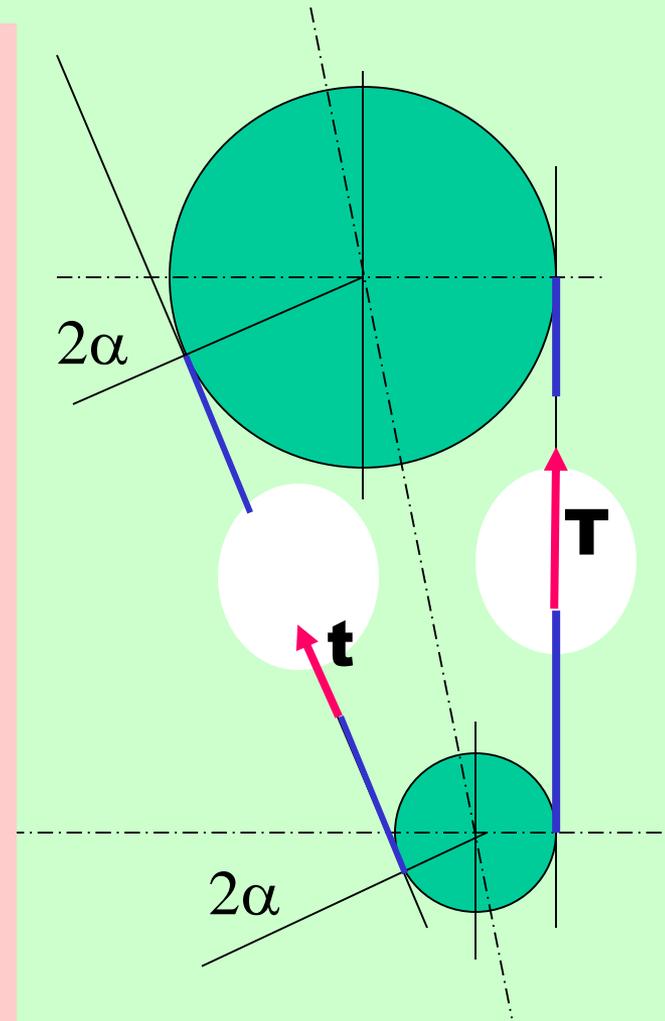
Couple moteur  $C_m$

La somme des moments sur l'axe nous donne :

$$C_m = (T - t) r_p \quad \text{et} \quad T = 8,6 t$$

$$C_m = 700 / (3000 \cdot 2 \cdot \pi / 60) = 2,23 \text{ N.m}$$

$$T = 101 \text{ N} \quad \text{et} \quad t = 12 \text{ N}$$

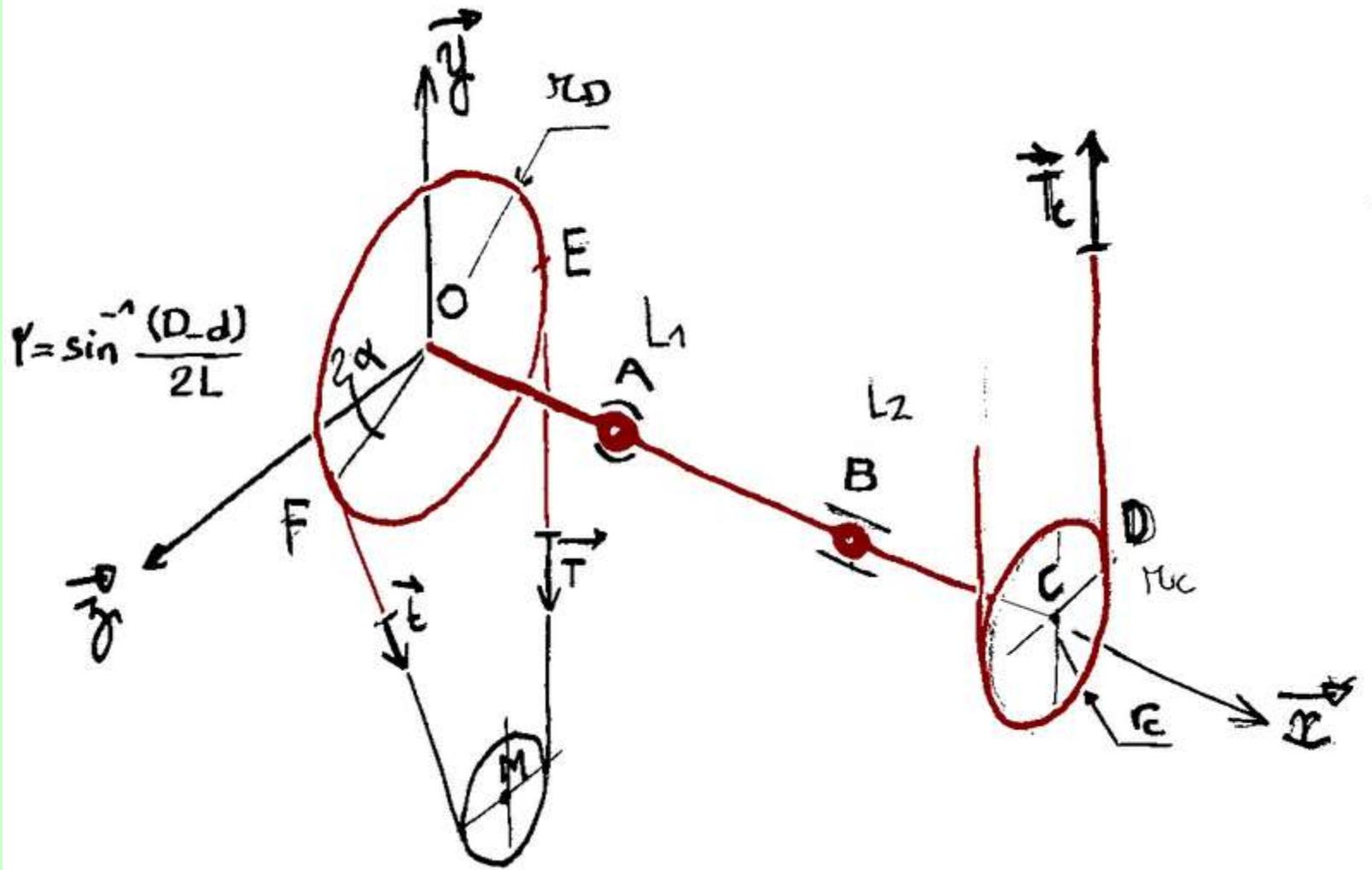


Rappel

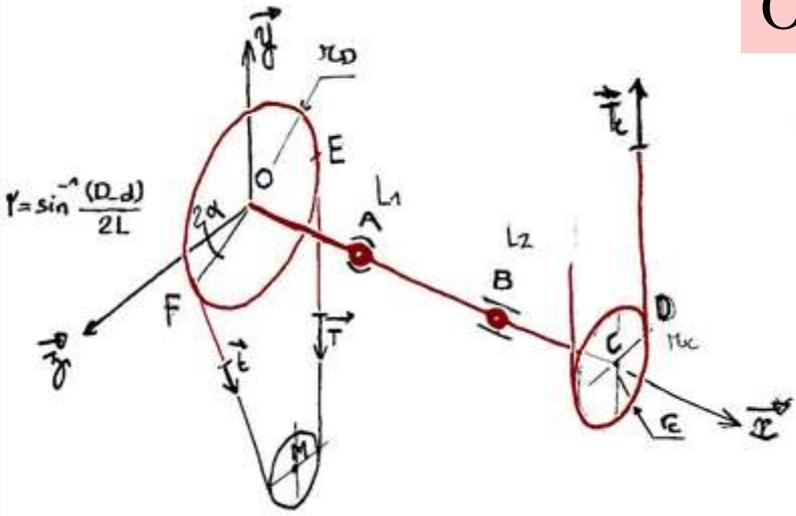
$$P(\text{watts}) = C(\text{N.m}) * \omega(\text{rds})$$



## 6 – Isoler l'arbre avec poulie, pignon.



## On isole l'axe



La somme des moments autour de l'axe nous permet d'écrire :

$$-T.OE + t.OF + T_c.CD = 0$$

$$T_c = 109 \text{ N}$$

## Bilan

dans la base  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$

$$\begin{cases} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{cases} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \Big|_A ; \begin{cases} 0 \\ Y_B \\ Z_B \end{cases} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \Big|_B ; \begin{cases} 0 \\ T_c \\ 0 \end{cases} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \Big|_D ; \begin{cases} 0 \\ -T \\ 0 \end{cases} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \Big|_E ; \begin{cases} 0 \\ -t \cos \alpha \\ -t \sin \alpha \end{cases} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \Big|_F$$

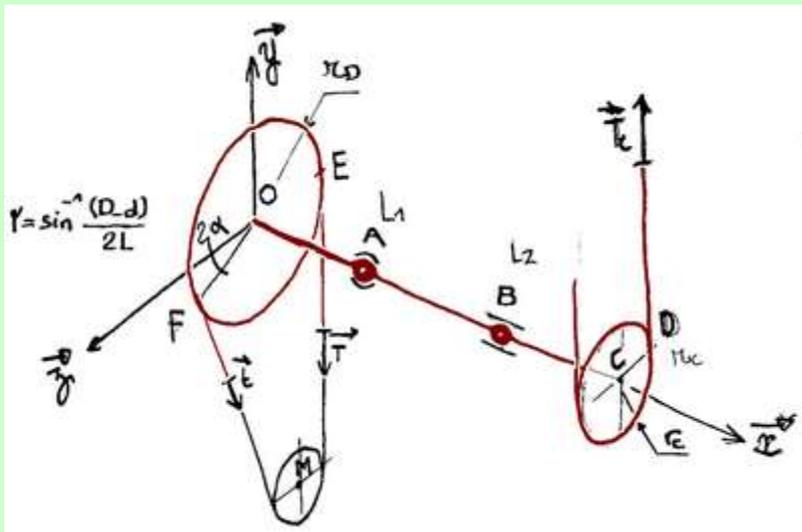
Liaison  
rotule

Liaison  
linéaire  
annulaire

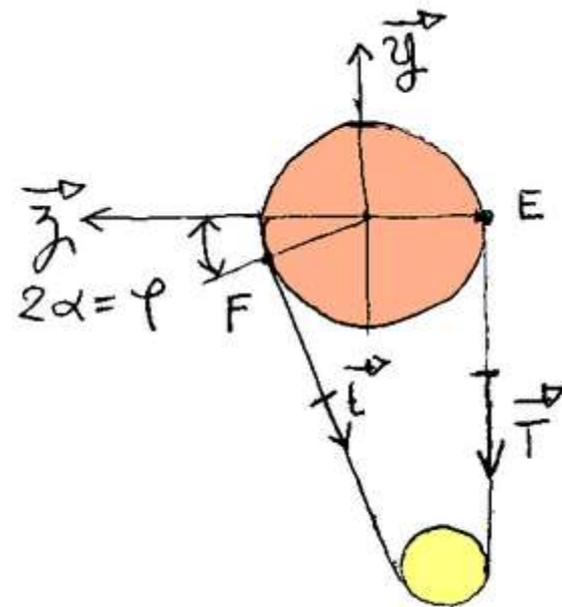
glisseur  
action  
chaîne

glisseur  
action  $\vec{T}$   
courroie

glisseur  
action  $\vec{t}$   
courroie.



OA = 0.032 m  
 AB = 0.026 m  
 BC = 0.019  
 CD = 36,3 mm  
 OE = OF = 45 mm  
 $2\alpha = 19,2^\circ$   
 $T_c = 109 \text{ N}$   
 $T = 111 \text{ N}$   
 $T = 23 \text{ N}$



$$\sum \left\{ \vec{F}_{\text{ext} \rightarrow S} \right\} = \left\{ 0 \right\} \text{ (tenseur nul)}$$

5 équations – 5 inconnues – 1 équation somme des moments sur  $\mathbf{x}$  doit faire zéro.

$$\begin{Bmatrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ Z_A & 0 \end{Bmatrix}_A + \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_B & -AB \cdot Z_B \\ Z_B & AB \cdot Y_B \end{Bmatrix}_A + \begin{Bmatrix} 0 & CD \cdot T_c \\ T_c & 0 \\ 0 & AC \cdot T_c \end{Bmatrix}_A + \begin{Bmatrix} 0 & -OE \cdot T \\ -T & 0 \\ 0 & AO \cdot T \end{Bmatrix}_A + \begin{Bmatrix} 0 & E \cdot OF (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) \\ -E \cos \varphi & -AO E \sin \varphi \\ -E \sin \varphi & AO E \cos \varphi \end{Bmatrix}_A = \left\{ 0 \right\}$$

$$M_A = M_B + \vec{AB} \wedge \vec{R}$$

$$\begin{array}{c|c} AB & 0 \\ \hline 0 & Y_B \\ \hline 0 & Z_B \end{array}$$

$$M_A = M_D + \vec{AD} \wedge \vec{R}$$

$$\begin{array}{c|c} AC & 0 \\ \hline 0 & T_c \\ \hline -CD & 0 \end{array}$$

$$\vec{M}_A = \vec{M}_E + \vec{AE} \wedge \vec{R}$$

$$\begin{array}{c|c} -OA & 0 \\ \hline 0 & -T \\ \hline -OE & 0 \end{array}$$

$$\vec{M}_A = \vec{M}_F + \vec{AF} \wedge \vec{R}$$

$$= \begin{array}{c|c} 0 & -AO \\ \hline 0 & -OF \sin \varphi \\ \hline 0 & OF \cos \varphi \end{array} \wedge \begin{array}{c} 0 \\ -E \cos \varphi \\ -E \sin \varphi \end{array}$$

Feuille de calcul EXCEL sur le site pour vérifier vos calculs. (copier sur le site)

Microsoft Excel - calcul\_statique\_actions\_rpts

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre 2

E6

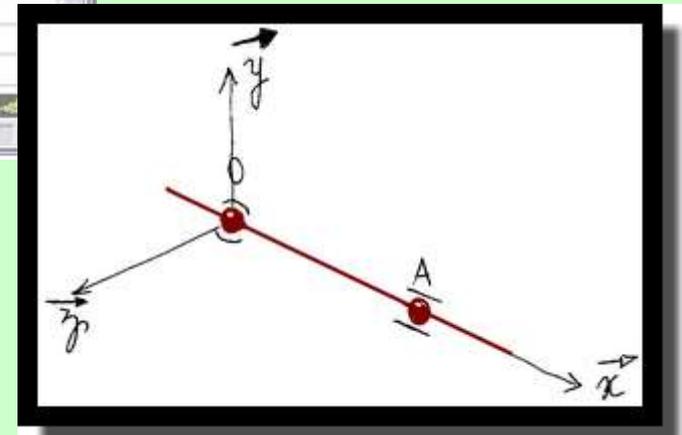
	B	C	D	E	F
1	Attention	au	repère	unités	SI
2	TC	T	t		
3	<b>Force F1 (N)</b>	<b>Force F2 (N)</b>	<b>Force F3 (N)</b>	<b>Couple 1 (N.m)</b>	<b>Couple 2 (N.m)</b>
4	0	0	0	0	0
5	109	-111	-22		
6	0	0	-8		
7					
8	<b>Position (m)</b>	<b>Position(m)</b>	<b>Position (m)</b>		<b>x(A) lin ann (m)</b>
9	0.045	-0.032	-0.032		0.026
10	0	0	-0.014		
11	-0.0363	-0.045	0.042		
12					
13					
14			<b>Action lin ann (N)</b>		<b>Action rotule (N)</b>
15					0
16			-352.35		376.35
17			-9.85		17.85
18					
19					
20		<b>S+ mts/x</b>	-0.0023		

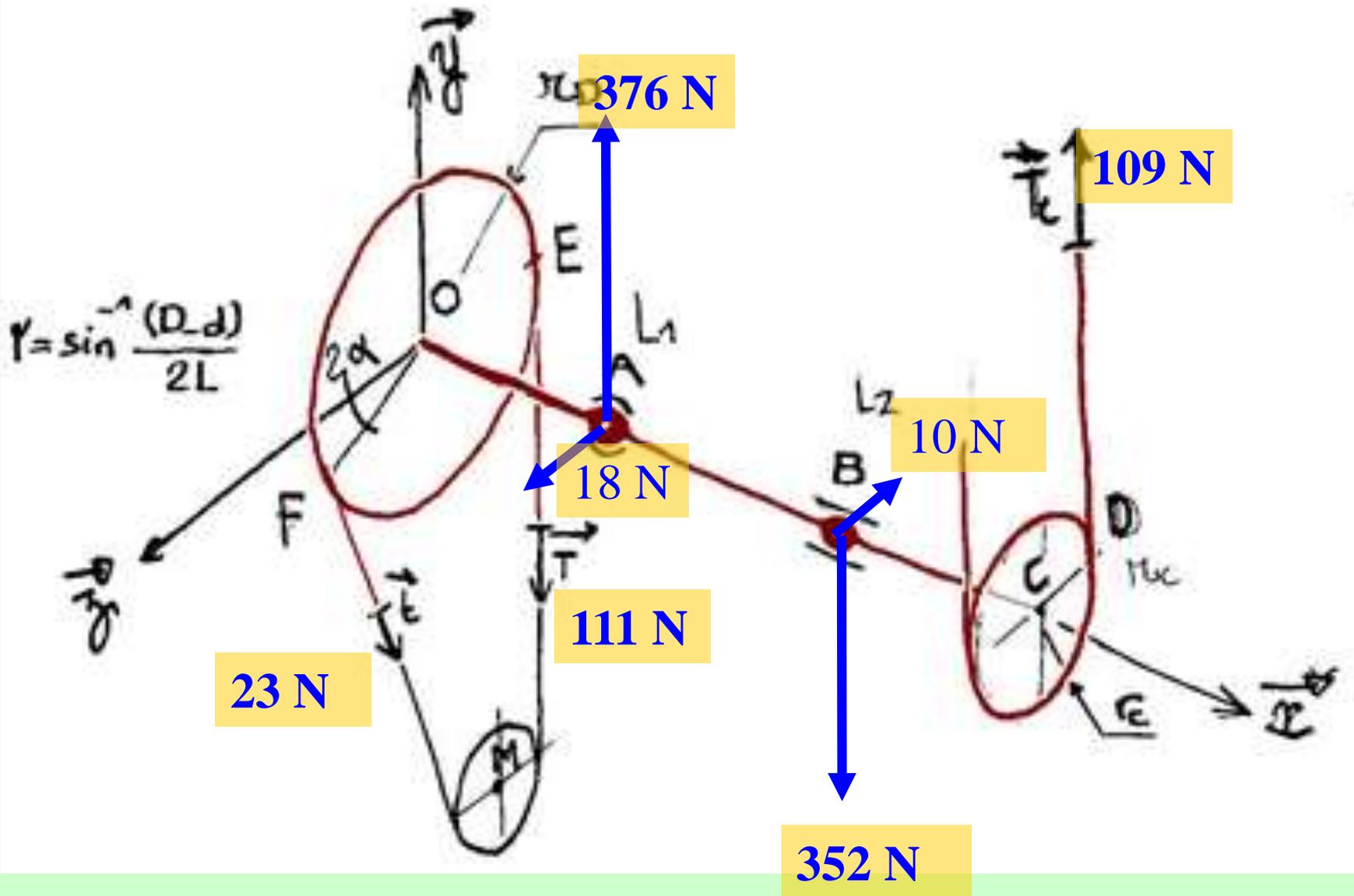
Prêt MAJ

376 N dans la rotule.

352 N dans la linéique annulaire

Force en Newtons  
Distances en mètres  
Couples en N.m sur **x**





## 7 – Vérifier la tenue des paliers lisses.

Coussinets frittés autolubrifiants METAFRAM collerette  $\varnothing 20$

P.V. admissible : 2 Mpa.m/s

La résultante des actions de pression dans un demi-cylindre est égale à :

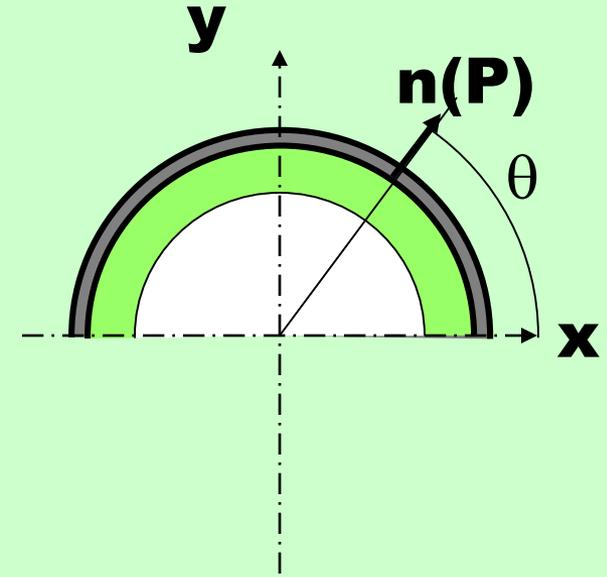
$$\mathbf{R} = p \cdot \varnothing \cdot L \cdot \mathbf{y}$$

Avec :

$p$  : pression de contact arbre coussinet  
supposée uniforme (si l'ajustement est respecté)

$\varnothing$  : diamètre intérieur du coussinet.

$L$  : longueur du coussinet.

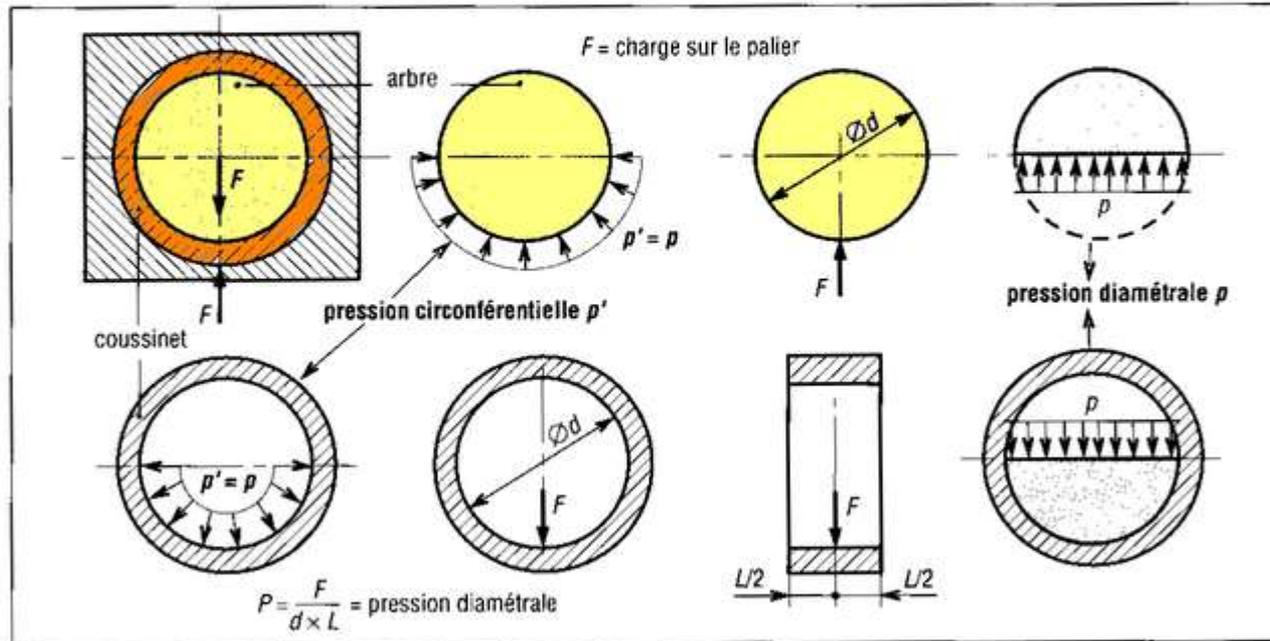


Voir le GSTI 23-I-2

## 2. Calcul des coussinets (régime non hydrodynamique)

La procédure de calcul varie sensiblement d'une famille à l'autre et d'un fabricant à l'autre. Pour des choix précis utiliser des documents constructeurs. Cependant ces calculs (durée de vie, longueur du coussinet, facteur d'usure...) font régulièrement intervenir les notions de pression diamétrale  $p$  et de produit  $pV$ .

### a) Pression diamétrale $p$



4. Pression diamétrale  $p$  et pression circonférentielle  $p'$ .

$$p = \frac{F}{d \times L}$$

avec  
 $F$  : charge sur le palier (N)  
 $d$  : diamètre de l'alésage (mm)  
 $L$  : longueur du coussinet (mm)  
 $p$  : pression diamétrale (MPa ou  $\text{N}/\text{mm}^2$ )

Force radiale max =  
376 N

Diamètre 20 mm

Rayon 0.010 m

Longueur 15 mm

$p = 1,25 \text{ Mpa (N}/\text{mm}^2)$

Vitesse

circonférentielle :

$N_{\text{arbre}} = 3000.5/9$

$N_{\text{arbre}} = 1667 \text{ tr}/\text{mn}$

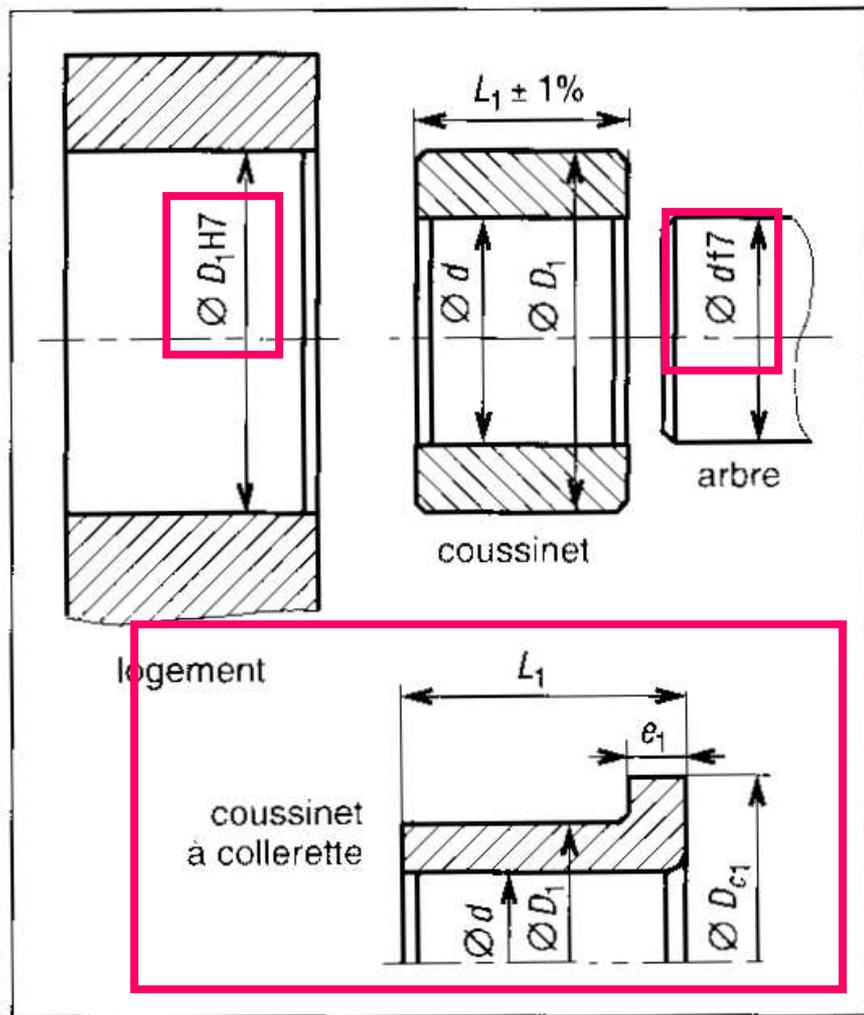
$V = N_a \cdot 2 \cdot \pi \cdot d / 2.60$

$V = 0.87 \text{ m}/\text{s}$

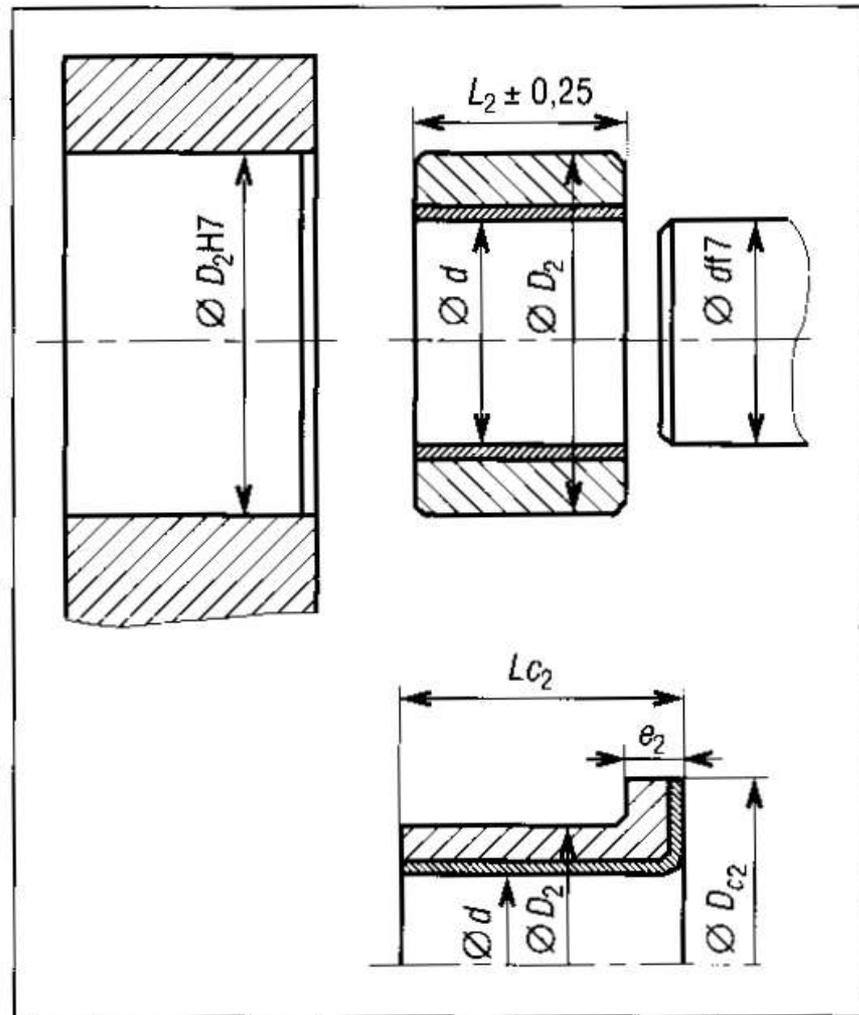
Produit PV

$pV = 1,25 \cdot 0.87$

$pV = 1,09 \text{ Mpa} \cdot \text{m}/\text{s}$



5. Cousinets frittés autolubrifiants (Métafram...)

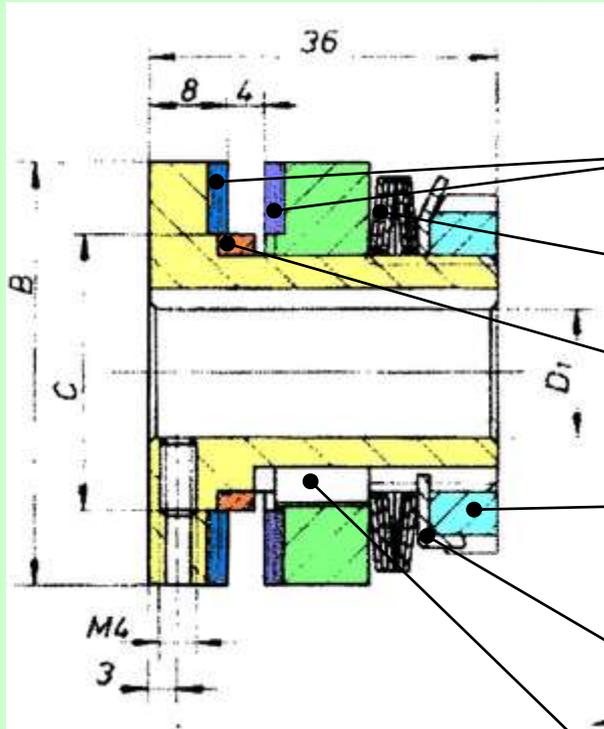


6. Cousinets glacières (INA, SIC, SKF...)

18	24	30	3	12-18-30	28	36	42	4	20-30-40	20	23	10-15-20-25-30	30	1,5	12-17-22
20	26	32	3	15-20-25	30	38	44	4	20-30-40	22	25	15-20-25-30			11,5-16,5-21,5
22	28	34	3	15-20-25	32	40	46	4	20-30-40	25	28	15-20-25-30-40	35	1,5	11,5-16,5-21,5
25	32	39	3,5	20-25-30	35	45	50	5	30-40-50	28	32	15-20-25-30			
28	36	44	4	20-25-30	38	48	54	5	30-40-50	30	34	15-20-25-30-40	42	2	16-26

# 8 – Étude du limiteur de couple

## 8.1 Schéma cinématique



Pignon

Garniture

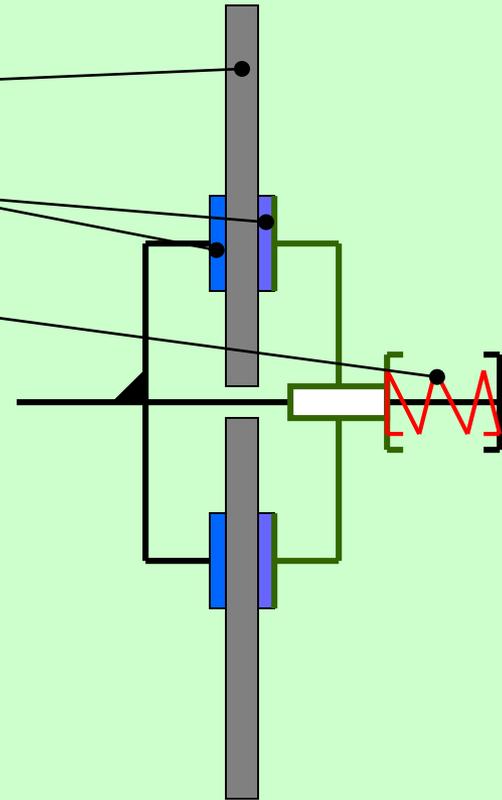
Ressorts

Bague

Ecou  
encoche

Rondelle  
frein

Clavette



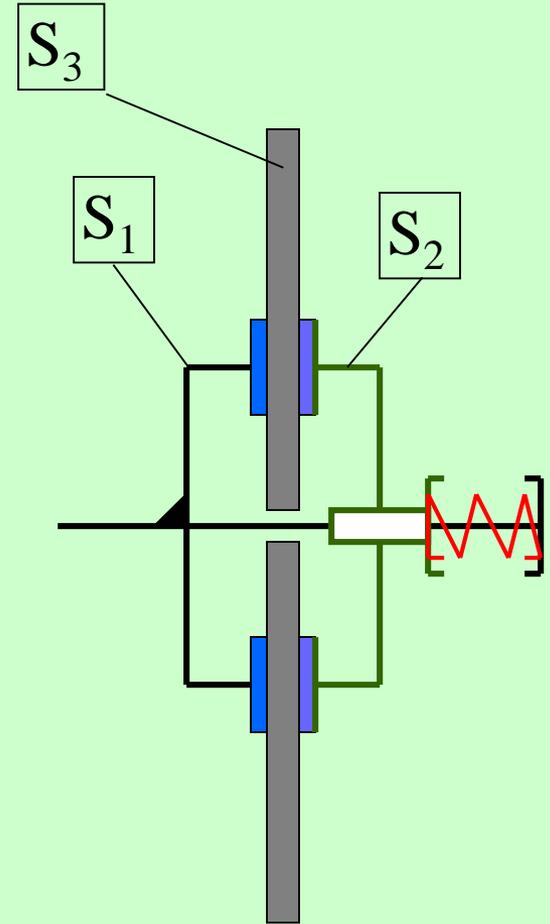
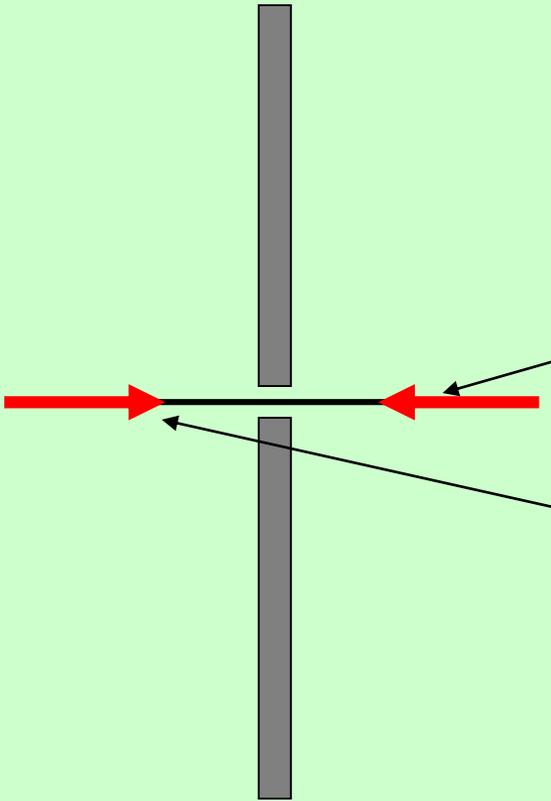
## 8.2 Étude du couple transmissible

### On isole le disque $S_3$

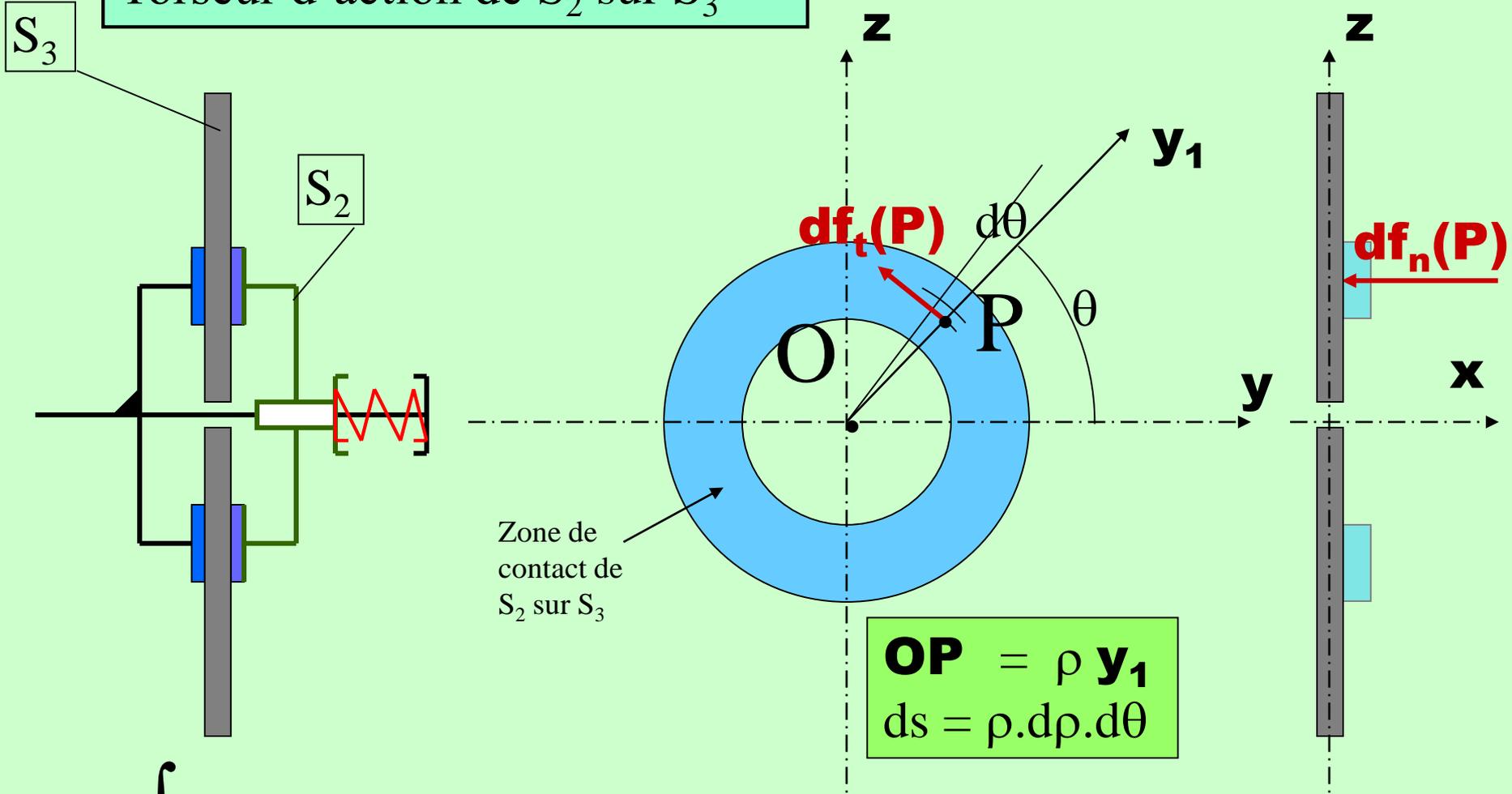
Soumis à :

- . Torseur d'action de  $S_2$  sur  $S_3$
- . Torseur d'action de  $S_1$  sur  $S_3$
- . Torseur de liaison linéique annulaire de  $S_1$  sur  $S_3$

- La résultante des actions normales de  $S_2$  sur  $S_3$  est égale à la poussée du ressort (il suffit d'isoler  $S_2$ ).
- La résultante des actions normales de  $S_1$  sur  $S_3$  est égale à la poussée du ressort (actions réciproques).
- La résultante des actions tangentielles de  $S_2$  sur  $S_3$  est nulle : en faisant le tour de la piste circulaire, elles s'annulent deux à deux.
- Les actions tangentielles de  $S_1$  sur  $S_3$  de  $\hat{m}$  s'annulent deux à deux.



# Torseur d'action de $S_2$ sur $S_3$



$$M_o = \int_{(S)} \mathbf{OP} \wedge d\mathbf{f}_t(\mathbf{P}) = \rho \mathbf{y}_1 \wedge p_n(\mathbf{P}) \cdot \tan\varphi \cdot \rho \cdot d\rho \cdot d\theta \cdot \mathbf{z}_1$$

$$d\mathbf{f}_n(\mathbf{P}) = -p_n(\mathbf{P}) \cdot ds \mathbf{x} \text{ et en normes : } d\mathbf{f}_t(\mathbf{P}) = \tan\varphi \cdot d\mathbf{f}_n(\mathbf{P})$$

$$p_n(\mathbf{P}) = p_n \text{ (si supposée uniforme)} = F_{\text{ressort}} / \text{PI} \cdot (R^2 - r^2)$$

$$\mathbf{M}_o = \int_{(S)} \mathbf{OP} \wedge d\mathbf{f}_t(\mathbf{P}) = \rho \mathbf{y}_1 \wedge p_n \cdot \tan\varphi \cdot \rho \cdot d\rho \cdot d\theta \cdot \mathbf{Z}_1$$

$$= p_n \cdot \tan\varphi \int_{(S)} \rho^2 \cdot d\rho \cdot d\theta \mathbf{x} = p_n \cdot \tan\varphi \cdot [(R^3 - r^3)/3] \cdot 2 \cdot \text{PI}$$

$$\text{Et } p_n = F_{\text{ressort}} / \text{PI} \cdot (R^2 - r^2)$$

$$\mathbf{M}_o = n \cdot F_{\text{ressort}} \cdot \tan\varphi \cdot 2 (R_3 - r_3) / 3 (R^2 - r^2)$$

$$\mathbf{M}_o = n \cdot F_{\text{ressort}} \cdot \tan\varphi \cdot r_m \text{ avec } r_m \approx 2 (R_3 - r_3) / 3 (R^2 - r^2)$$

avec n nombre de surfaces entraînant.