

Contrôle continu de Dimensionnement des
Systèmes Mécaniques

Sylvain CLOUPET, Sylvain VERRON

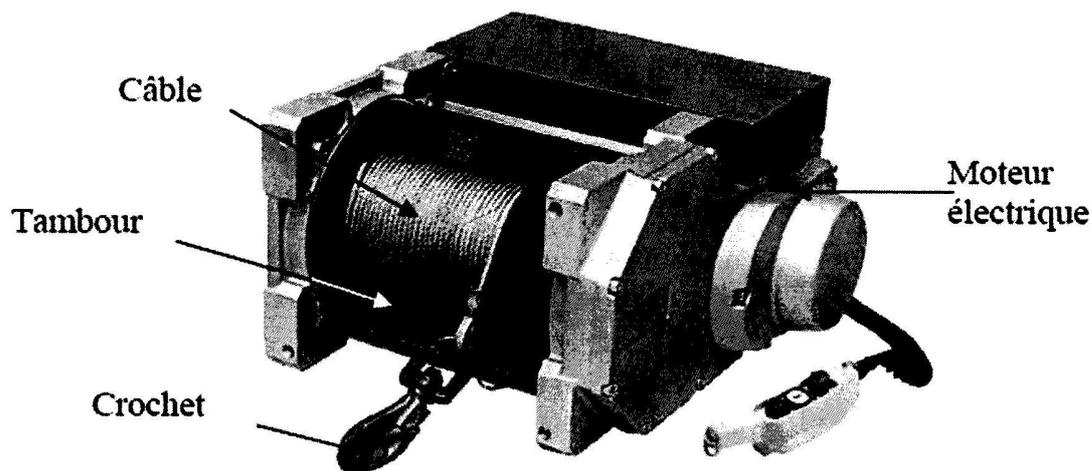
Date : 12/12/14

Durée : 1H30

Documents autorisés : OUI

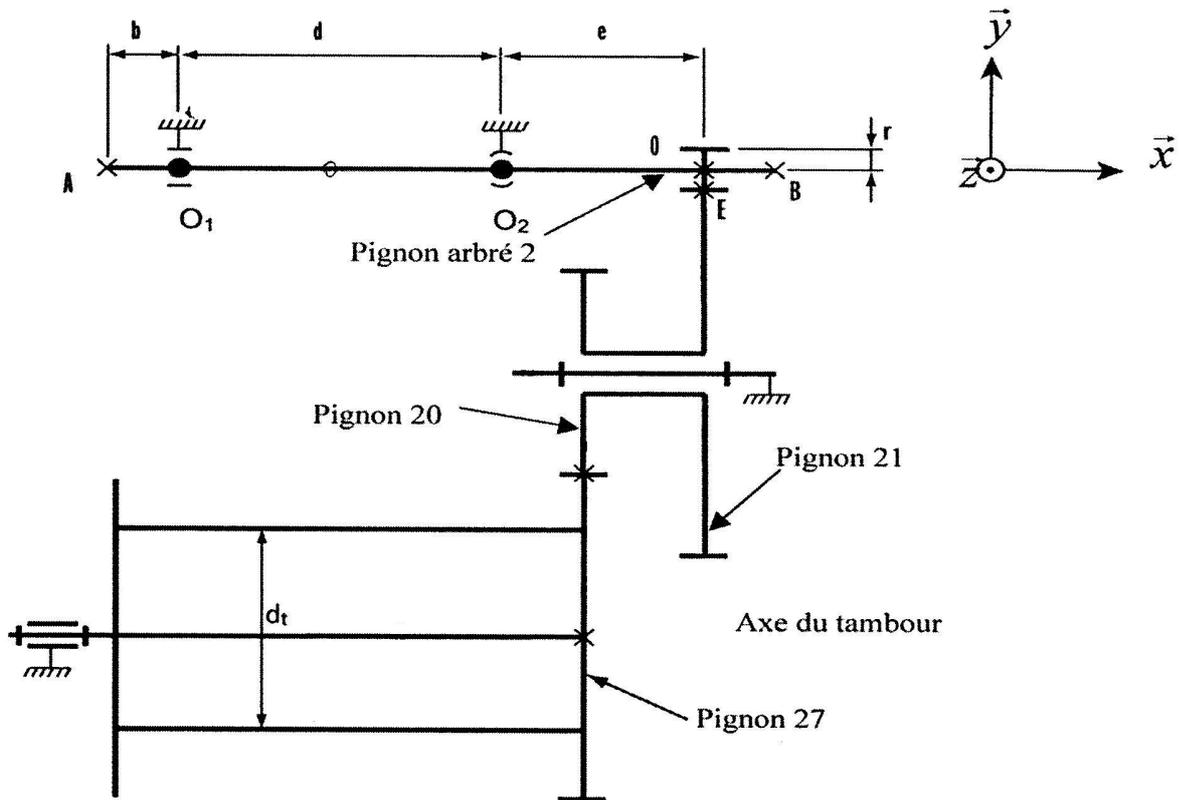
1^{er} partie : Hyperstatisme et PFS

Ce treuil à tambour allongé TRBL permet le levage d'équipements et de matériels pour la construction d'ouvrages de génie civil. Ce treuil est présenté sur la photo ci-dessous.



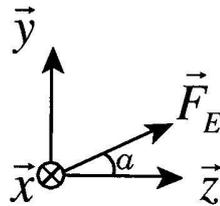
A partir du plan d'ensemble du treuil fourni en annexe, nous proposons la schématisation cinématique de la page 2.

Le guidage en rotation du moteur est assuré par deux roulements R_1 et R_2 . Le but de cette partie est de déterminer les actions de liaisons aux points O_1 et O_2 . Pour cela, les roulements R_1 et R_2 sont modélisés respectivement par une liaison linéaire annulaire (de centre O_1 et d'axe \vec{x}) et par une liaison rotule (de centre O_2). Avant cela, il est nécessaire de déterminer l'effort qui transite aux niveaux des dentures de l'engrenage.



On demande

1. Expliquer en quoi le contact de denture dans un
2. Calculer le degré d'hyperstatisme du mécanisme du treuil. Il est précisé qu'un engrènement est modélisé par une liaison ponctuelle.
3. Ecrire la forme des torseurs des actions mécaniques aux points O_1 et O_2 .
4. Ecrire le torseur des actions mécaniques au point E du pignon 21 sur le pignon arbré 2 en tenant compte de la figure de pole ci-dessous.



5. Le torseur des actions mécaniques du moteur sur le pignon arbré s'écrit :

$$\{F_{moteur \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} 0 & C_M \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} \quad \text{avec } C_M = 7 \text{ Nm}$$

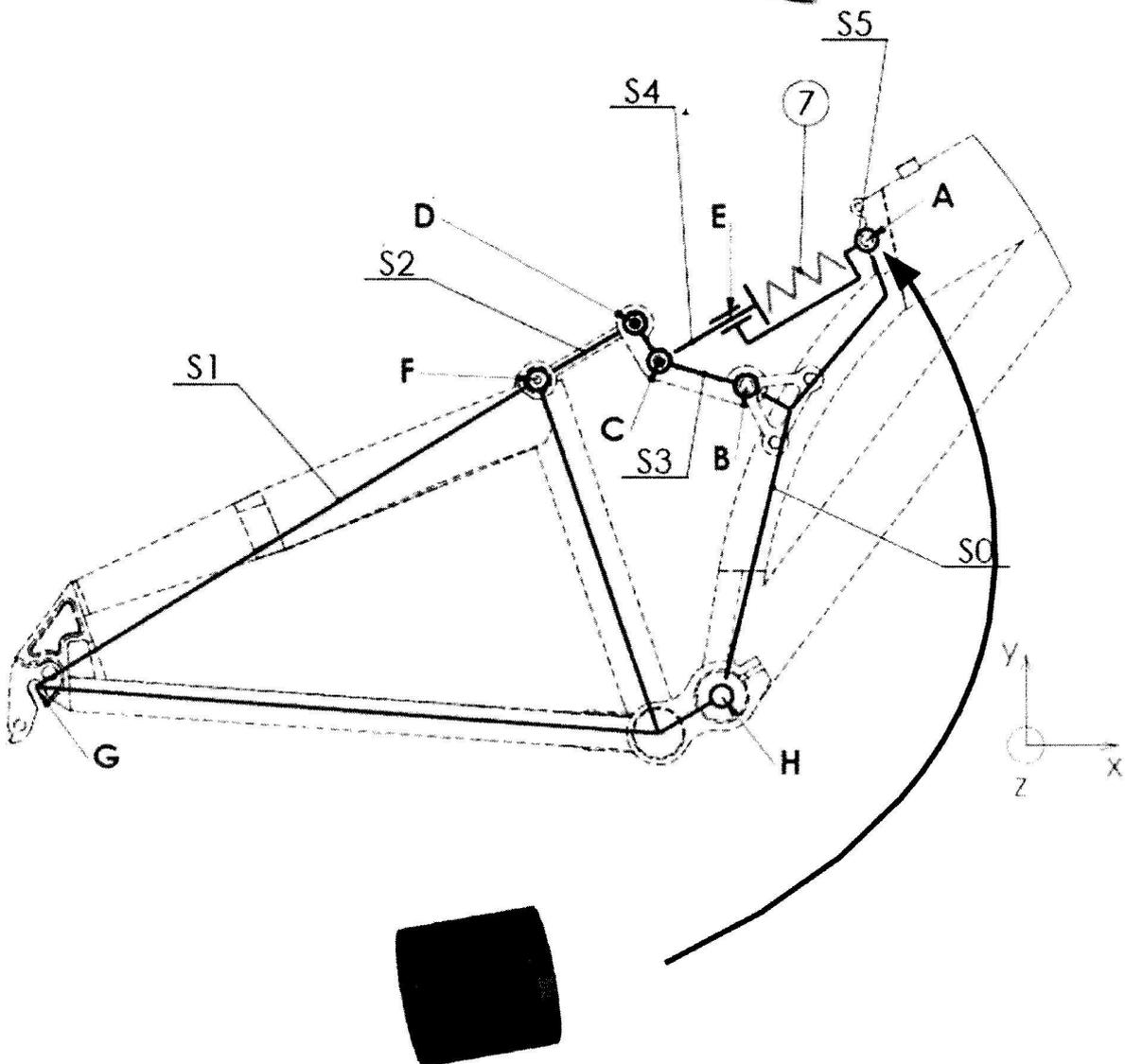
6. Après avoir ramené au point O_2 , l'ensemble des torseurs des efforts qui s'appliquent au pignon arbré 2, déterminer toutes les inconnues de liaison en fonction du couple C_M , des caractéristiques géométriques fournis ci-dessous et de l'angle de pression α .

Données géométriques :

b	d	e	r	α
30 mm	225 mm	57 mm	15 mm	20°

2^{ème} partie : Dimensionnement d'un guidage en rotation par palier lisse

On s'intéresse à la vitesse de rotation limite d'un palier lisse qui assure le guidage en rotation de l'amortisseur par rapport au cadre d'un vélo tel que représentés sur les 2 photos suivantes :

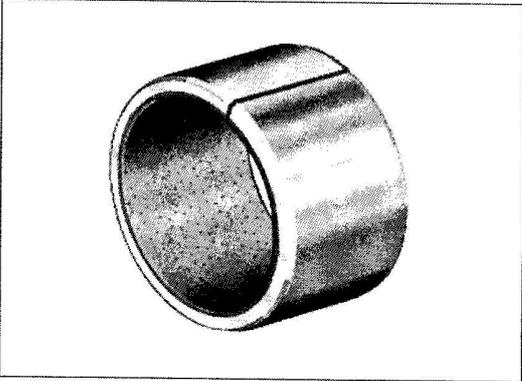


Le palier lisse est positionné entre les solides S_0 et S_5 . On cherche à définir la vitesse de rotation limite. Pour cela, on donne les informations suivantes :

- L'effort radial encaissé par le coussinet est de 4520 N
- Le diamètre de l'alésage est de 8 mm
- La longueur du coussinet est de 20 mm
- Le facteur de vitesse de la méthode proposée en annexe 1 est imposé à 1.
- La durée de vie est de 2000 heures de fonctionnement
- La rugosité est de 2
- La température de fonctionnement peut monter jusqu'à 50°
- Le cadre est en aluminium anodisé dur

Question : calculer la vitesse de rotation limite

Annexe 1 : Paliers Lisses INA

Conditions de fonctionnement :	Caractéristiques																																																
<div style="text-align: center;"> <p>Conditions de fonctionnement</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Calcul de la pression spécifique $p^1)$ ✓ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Calcul de la vitesse $v^1)$ ✓ </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Calcul de la valeur $pv^1)$ ✓ </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> Calcul de la durée nominale </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>¹⁾ Vérifier les limites de validité.</p> </div>	<p>Paliers Lisses PAP..-P10</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">   </div> <p>Paliers lisses PAP..-P10</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bague en matière de guidage sans entretien Permaglide® P10 ■ Appropriate avant tout pour un fonctionnement à sec ■ Pour arbres de 2 mm à 300 mm ■ Caractéristiques techniques (voir tableau, Matière) <ul style="list-style-type: none"> ○ $pv_{max} = 1,8 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$ ○ $pv_{brièvement} = 3,6 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$ ○ $p_{max \text{ stat.}} = 250 \text{ N/mm}^2$ ○ $p_{max \text{ dyn.}} = 56 \text{ N/mm}^2$ ○ $v_{max} = 2 \text{ m/s}$ ○ $J = -200 \text{ °C à } +280 \text{ °C}$ ■ Permaglide® P10 avec support en acier <p>Valeurs limites de fonctionnement</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Facteur pv max. en fonctionnement à sec</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fonctionnement continu</td> <td>pv</td> <td>1,8</td> <td>$\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$</td> </tr> <tr> <td>fonctionnement temporaire</td> <td>pv</td> <td>3,6</td> <td>$\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Pression spécifique admissible</th> </tr> <tr> <td>statique</td> <td>p_{max}</td> <td>250</td> <td>N/mm^2</td> </tr> <tr> <td>vitesse de glissement très faible</td> <td>p_{max}</td> <td>140</td> <td>N/mm^2</td> </tr> <tr> <td>rotation, oscillation</td> <td>p_{max}</td> <td>56</td> <td>N/mm^2</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Vitesse de glissement admissible</th> </tr> <tr> <td>fonctionnement à sec</td> <td>v_{max}</td> <td>2</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>régime hydrodynamique</td> <td>v_{max}</td> <td>> 2</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Température de fonctionnement admissible</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>J</td> <td>- 200 à +280</td> <td>°C</td> </tr> </tbody> </table>	Facteur pv max. en fonctionnement à sec				fonctionnement continu	pv	1,8	$\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$	fonctionnement temporaire	pv	3,6	$\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$	Pression spécifique admissible				statique	p_{max}	250	N/mm^2	vitesse de glissement très faible	p_{max}	140	N/mm^2	rotation, oscillation	p_{max}	56	N/mm^2	Vitesse de glissement admissible				fonctionnement à sec	v_{max}	2	m/s	régime hydrodynamique	v_{max}	> 2	m/s	Température de fonctionnement admissible				-	J	- 200 à +280	°C
Facteur pv max. en fonctionnement à sec																																																	
fonctionnement continu	pv	1,8	$\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$																																														
fonctionnement temporaire	pv	3,6	$\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$																																														
Pression spécifique admissible																																																	
statique	p_{max}	250	N/mm^2																																														
vitesse de glissement très faible	p_{max}	140	N/mm^2																																														
rotation, oscillation	p_{max}	56	N/mm^2																																														
Vitesse de glissement admissible																																																	
fonctionnement à sec	v_{max}	2	m/s																																														
régime hydrodynamique	v_{max}	> 2	m/s																																														
Température de fonctionnement admissible																																																	
-	J	- 200 à +280	°C																																														

Informations Matières PAP.. – P10

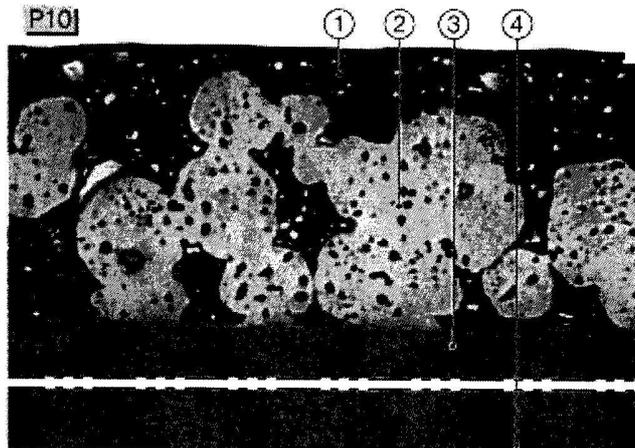
Matière de guidage Permaglide® P10

- sans entretien
- avec support en acier
- convient pour
 - un fonctionnement à sec
 - des mouvements de rotation
 - des mouvements d'oscillation et
 - des mouvements linéaires à faible course
- bonnes propriétés de glissement - sans à-coups (pas de stick-slip)
- faible coefficient de frottement
- usure réduite
- bonne résistance aux agressions chimiques
- pas de tendance à adhérer au métal
- bonne résistance au gonflement
 - voir Résistance aux agressions chimiques
 - n'absorbe pas l'eau
- régime hydrodynamique possible.



Le Permaglide® P10 contient du plomb (Pb). C'est pourquoi il faut éviter qu'il n'entre en contact avec des produits alimentaires ou pharmaceutiques.

P10



Matière de guidage Permaglide®, sans entretien

- couche de rodage ① : polytétrafluoréthylène (PTFE) et plomb (Pb) d'épaisseur 0,01 mm à 0,03 mm
- revêtement de glissement ② : couche poreuse de bronze remplie de PTFE/Pb d'épaisseur 0,20 mm à 0,35 mm
- support en acier ③
- protection de surface du support en acier, des faces et zones d'aboutage ④ : étamage d'épaisseur environ 0,002 mm

Calcul de la durée de vie nominale

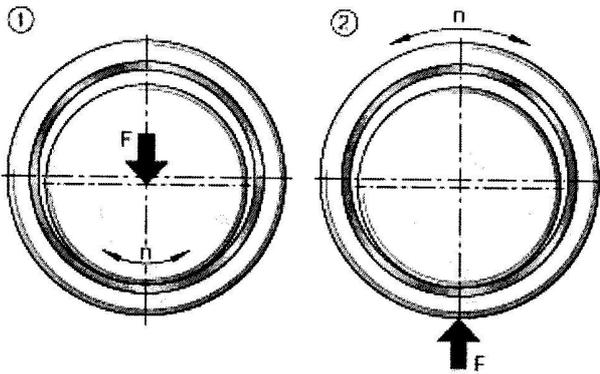
$$L_h = \frac{400}{(pV)^{1.2}} \cdot f_A \cdot f_P \cdot f_V \cdot f_J \cdot f_W \cdot f_R$$

Avec :

- L_h : Durée de vie nominale (en h)
- p : Pression spécifique (en N/mm²)
- V : Vitesse de glissement (en m/s)

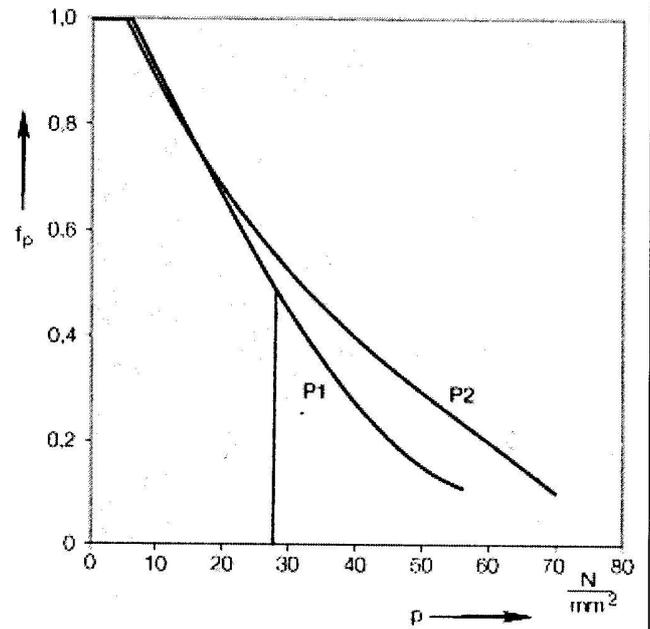
Détermination des différents facteurs

f_A : Facteur du type de charge

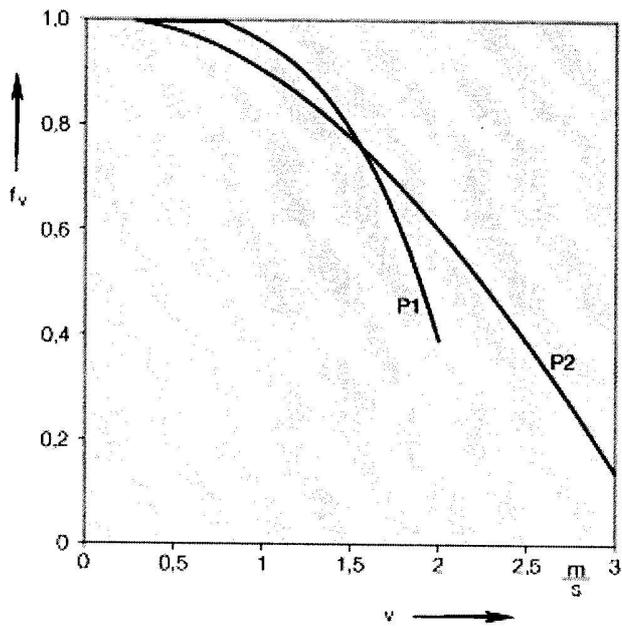


- ① Charge fixe $f_A = 1$,
- ② Charge tournante $f_A = 2$

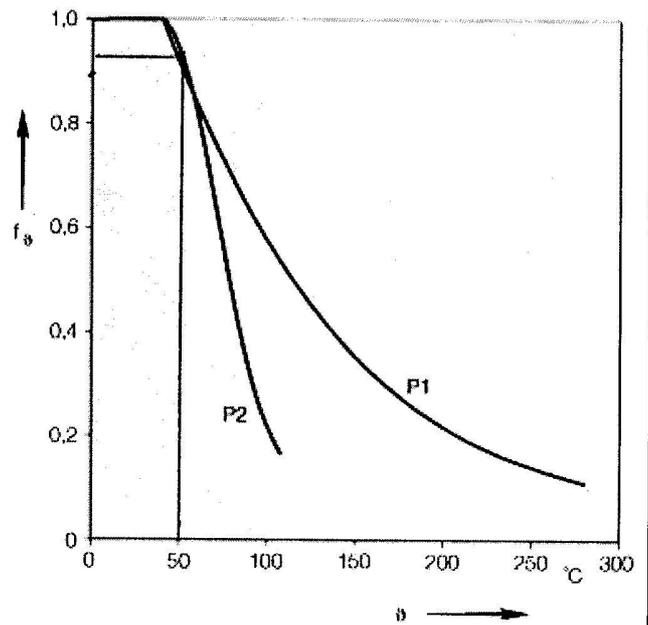
f_p : Facteur de charge



f_v : Facteur de vitesse



f_t : Facteur de température



f_w : Facteur de matière

Matière de la surface complémentaire	f_w
Acier	1
Acier nitruré	1
Acier inoxydable	2
Acier chromé dur (épaisseur min. du revêtement 0,013 mm)	2
Acier zingué (épaisseur min. du revêtement 0,013 mm)	0,2
Acier phosphaté (épaisseur min. du revêtement 0,013 mm)	0,2
Fonte grise R _z 2	1
Aluminium anodisé	0,4
Aluminium anodisé dur (dureté 450 +50 HV; épaisseur 0,025 mm)	2
Alliages à base de cuivre	0,1 à 0,4
Nickel	0,2

f_R : Facteur de rugosité

