

TD 1



Prothèse Active Transtibiale

D'après concours Mines-Ponts – 2013.

Savoirs et compétences :

Résoudre : à partir des modèles retenus :

- ☐ choisir une méthode de résolution analytique, graphique, numérique;
- ☐ mettre en œuvre une méthode de résolution.
- ☐ Rés – C1.1 : Loi entrée sortie géométrique et cinématique – Fermeture géométrique.

- 1 Mise en situation
- 2 Fonctionnement du treuil
- 3 Conception de l'arbre primaire et du frein à lamelles

Question 1 Quel est le couple de freinage nécessaire pour bloquer la charge maximale avec une marge de sécurité de 30%.

Correction La charge maximale que le treuil doit pouvoir lever est de 7,5 kN. Le diamètre maximal d'enroulement sur l'arbre de sortie est de 500 mm soit 250 mm de rayon. Le couple maximal sur l'arbre de sortie est donc $C_S = 250 \cdot 10^{-3} \cdot 7,5 \cdot 10^3 = 1875 \text{ Nm}$.

On a : $\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{1}{k_T} = (-1)^2 \frac{20 \cdot 15}{80 \cdot 70} \simeq 0,0536$ et dans l'hypothèse où le rendement est unitaire, on a : $C_E = \frac{C_S}{k_T} \simeq 100,5 \text{ Nm}$.

En tenant compte de la marge de sécurité de 30%, le couple à fournir est de 131 Nm.

Question 2 Les représentations de face des lamelles étant fournies ci-dessous, rechercher un triplet optimal {nombre de ressorts, nombre de lamelles, écrasement de précharge des ressorts}. Le coefficient de frottement au niveau des lamelles sera minoré de 0,08.

Correction Adoptons un facteur de frottement de 0,12 entre les lamelles. Si on opte pour 20 lamelles, il y a $n = 21$ surfaces frottantes. On a alors $f n \frac{2}{3} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} = 0,12 \cdot 21 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{37,5^3 - 25^3}{37,5^2 - 25^2} = 0,0798$. L'effort à fournir est donc de 1641 N.

Les ressorts ont une raideur de 40 N/mm. On a donc une longueur de ressort nécessaire de 41 mm. Il est donc possible d'utiliser 6 ressorts en parallèles avec une longueur d'écrasement de 6,9 mm.

Question 3 Déterminer la section utile du piston pour désactiver le frein avec une pression de 20 bars.

Correction Pour désactiver le frein, 2 MPa sont nécessaires. La section de piston nécessaire est donc $S = \frac{F}{P} \simeq 820,5 \text{ mm}^2$ soit un disque de diamètre 33 mm.

Question 4 Effectuer le dessin d'ensemble du montage de l'arbre primaire en coupe diamétrale.

Correction

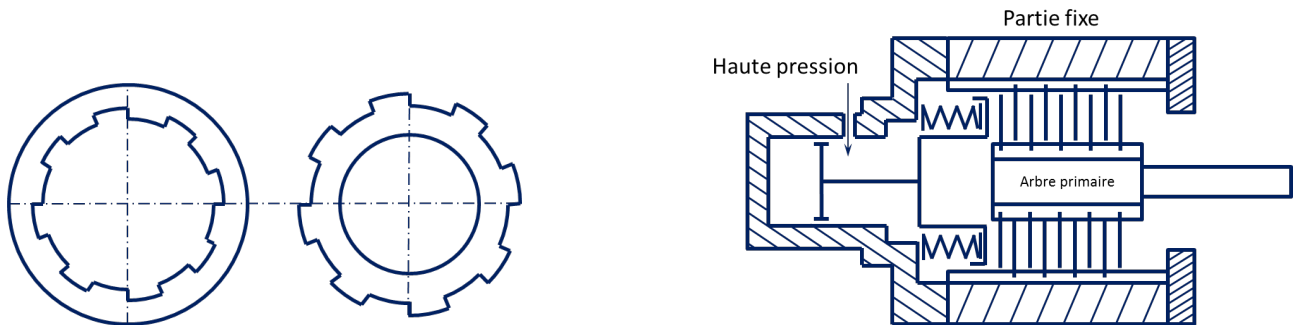
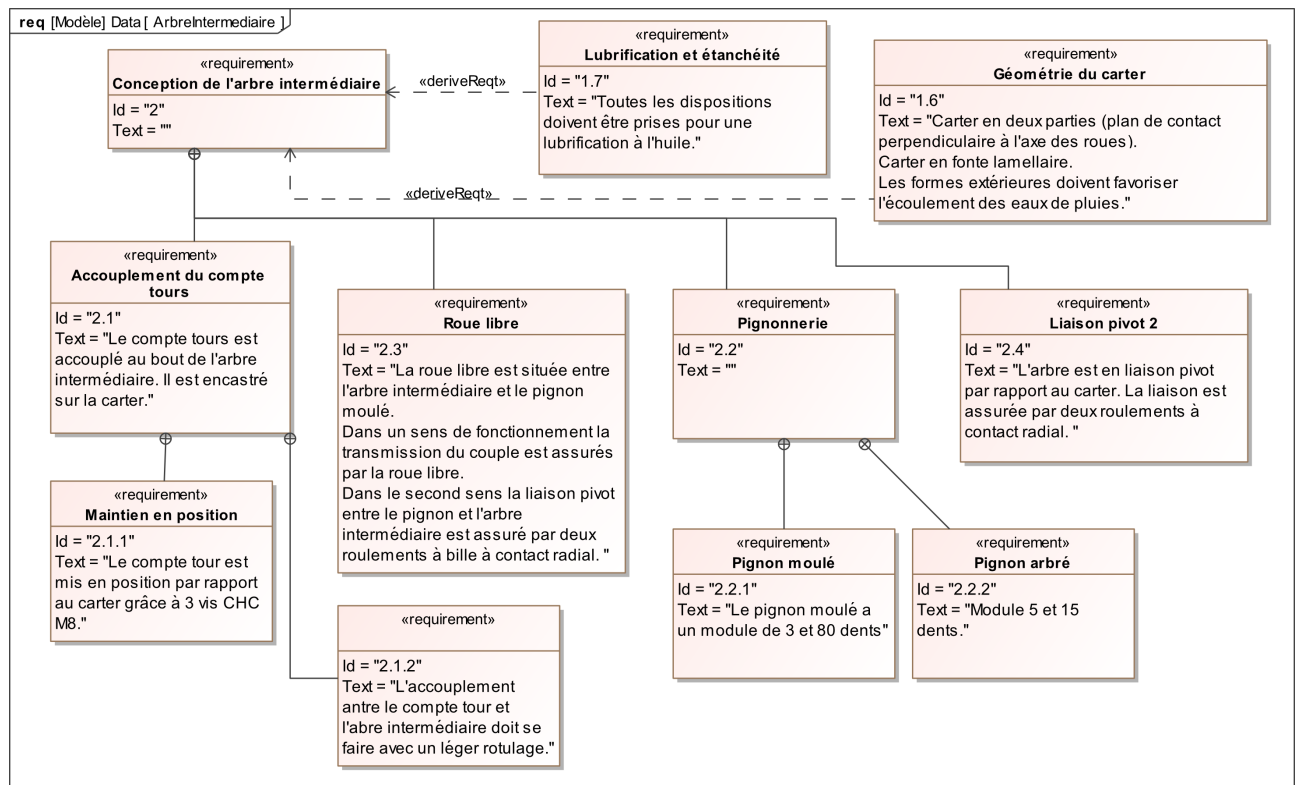


Figure 7 : Schémas des lamelles internes, externes et du frein à lamelles

4 Deuxième étape : Conception de l'arbre intermédiaire et de l'antidévireur

Cette conception se fera sur un forma A3 tenu horizontalement à l'échelle 1. Les exigences à respecter sont données dans le diagramme ci-dessous.



Question 5 Reproduire la figure ci-contre et représenter la condition d'équilibre limite du rouleau en phase d'arc boutement. Déduire l'expression de H_{\min} conditionnant le dégagement dans la bague interne en fonction de R : rayon de la bague externe, r rayon du rouleau et de φ : angle de frottement. Calculer la valeur de H_{\min} pour $R = 47,5$, $r = 5$ et $\tan \varphi = 0,07$.

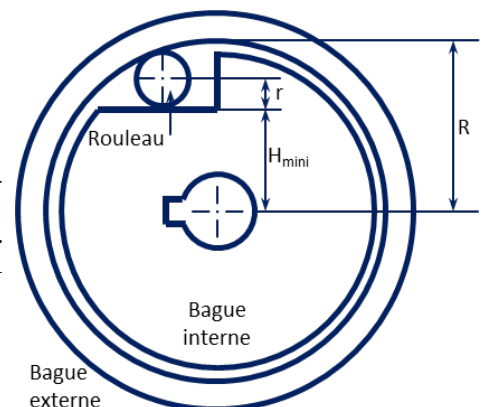


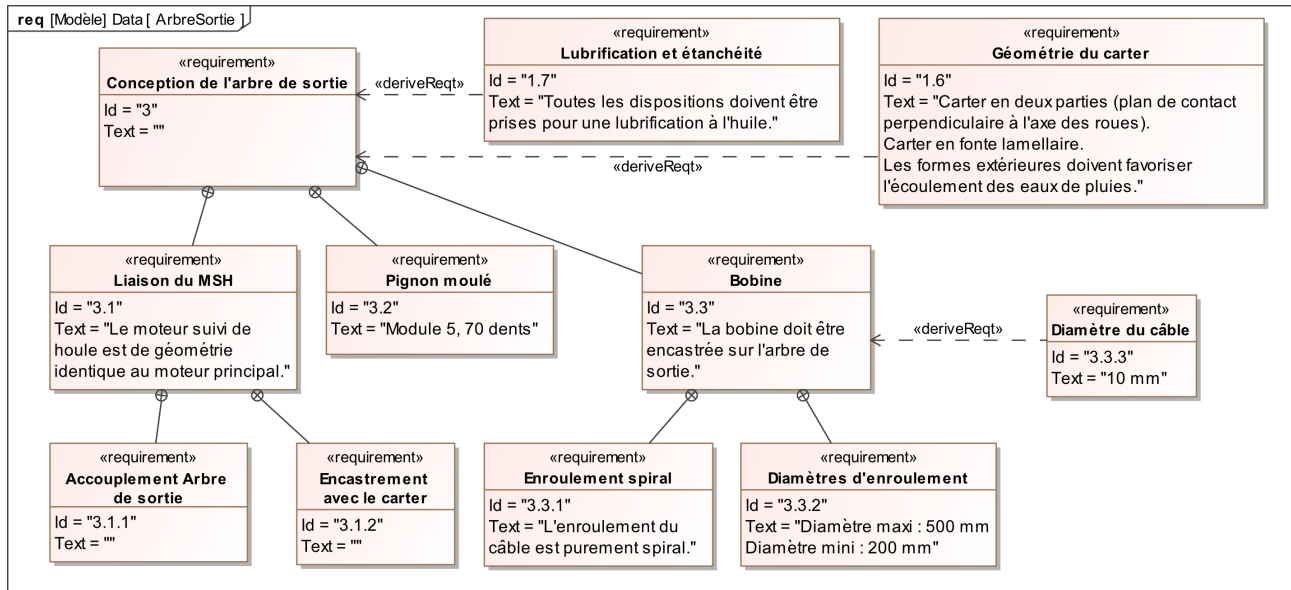
Figure 8 : Étude de la roue libre

Question 6 Quel serait le couple transmis par la roue libre lors du soulèvement d'une charge de 7,5 kN avec une marge de 30%. La roue libre comporte 8 rouleaux de largeur $L = 20 \text{ mm}$ et la hauteur du dégagement est $H = 37,2 \text{ mm}$. Déterminer la valeur de la densité linéique d'effort de contact entre un rouleau et la bague externe dans les conditions ci-dessus. Proposer des matériaux cohérents pour les rouleaux et les bagues de l'antidévireur.

Question 7 Effectuer le dessin d'ensemble du montage de l'arbre intermédiaire de la roue libre en coupe diamétrale.

5 Troisième étape : conception de l'arbre de sortie du réducteur

Cette conception se fera sur format A3 en tenant compte des éléments précédents. Les exigences à respecter sont listées dans le diagramme des exigences suivant.



Question 8 Déterminer le nombre de tours N que le câble peut effectuer autour de la poulie. Déterminer la longueur d'enroulement du câble au i ème tour à partir du début de l'enroulement de la bobine vide. Déduire la longueur totale L du câble qui peut être enroulé sur la bobine pleine.

Question 9 Effectuer le graphe de la vitesse d'enroulement du câble en fonction du temps pour une vitesse de moteur principal de 1000 tours/min. L'accélération qui en découle a-t-elle une influence importante sur la tension du câble ?

Question 10 Effectuer le dessin d'ensemble du montage de l'arbre de sortie et de la bobine en coupe diamétrale.

6 Quatrième étape : conception de l'articulation du portique par rapport à la flèche

Cette conception se fera sur deux formats A3. Une première vue à l'échelle 1/4 donnera l'allure de l'ensemble de la liaison articulation, mais cette représentation s'avère insuffisante pour fournir les détails structuraux et dimensionnels de l'étude. Ces détails seront donc dessinés à l'échelle 1 sur une seconde feuille, pour une partie seulement de la liaison.

La masse de la flèche est évaluée à 260 kg, celle du treuil à 100 kg. Les centres de gravité sont représentés sur la figure 1.

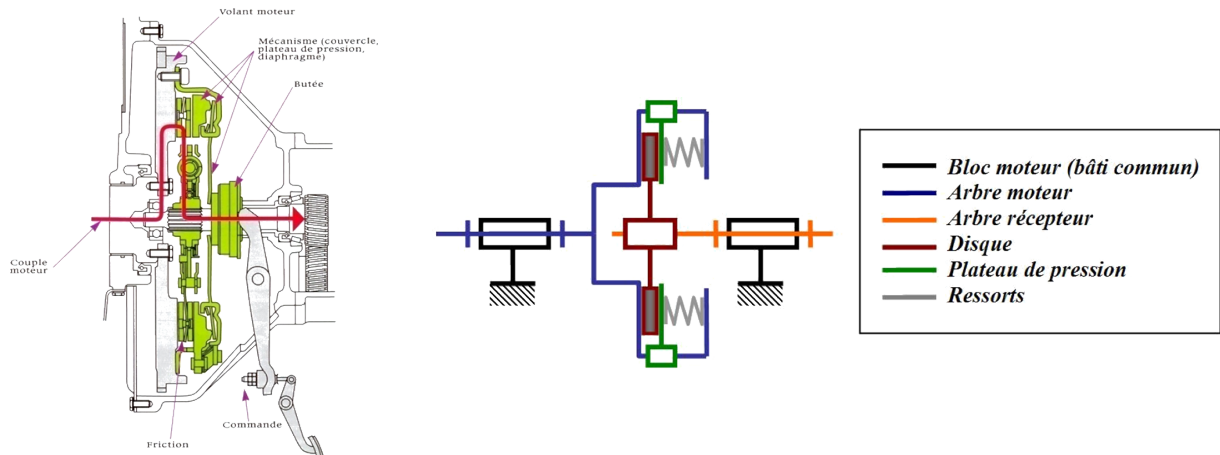
Question 11 Déterminer par une méthode graphique l'effort appliqué sur cette articulation lorsque la grue est en surcharge de 30%.

Question 12 Évaluer alors la pression de contact dans les paliers.

Question 13 Effectuer la cotation fonctionnelle complète de l'ensemble des pièces constituant cette articulation (dimensions linéaires, défauts de forme et de position, états de surface).

Annexes

Couple transmissible par adhérence dans un embrayage à disque ou dans un frein



On donne k la raideur des ressorts, f le facteur de frottement entre le disque et l'arbre moteur, r le petit rayon de la couronne et R le grand rayon de la couronne. Calculer le couple transmissible par adhérence entre l'arbre moteur et le disque. On fera l'hypothèse que l'action créée par les ressorts sur le plateau de compression est uniforme.

Expression du couple infinitésimal : $d\mathcal{M}(\text{Plateau, Disque} \rightarrow O) = d\mathcal{M}(P, D \rightarrow O) = \overrightarrow{OM} \wedge d\overrightarrow{R}(P \rightarrow D)$

Expression de la résultante infinitésimale : $d\overrightarrow{R}(P \rightarrow D) = d\overrightarrow{N}(P \rightarrow D) + d\overrightarrow{T}(P \rightarrow D)$

Expression de l'effort normal : $d\overrightarrow{N}(P \rightarrow D) = p \overrightarrow{n} d\mathcal{S} = -p \overrightarrow{z} d\mathcal{S}$

Expression de l'unité de surface : $d\mathcal{S} = \rho d\theta d\rho$

Expression de l'effort tangentiel : d'après le modèle de Coulomb, on commence par identifier le vecteur $\overrightarrow{V}(M \in D/P)$. Le vecteur tangentiel est donc opposé à ce dernier. A la limite du glissement on a alors :

$$d\overrightarrow{T}(P \rightarrow D) = -f \|d\overrightarrow{N}(P \rightarrow D)\| \overrightarrow{v} = f p d\mathcal{S} \overrightarrow{v}$$

Calcul final : on note $\overrightarrow{OM} = \rho \overrightarrow{u}$:

$$\begin{aligned} \overrightarrow{\mathcal{M}}(O, P \rightarrow D) &= d\overrightarrow{\mathcal{M}}(O, P \rightarrow D) = \int \overrightarrow{OM} \wedge d\overrightarrow{R}(P \rightarrow D) = \int \rho \overrightarrow{u} \wedge (d\overrightarrow{N}(P \rightarrow D) + d\overrightarrow{T}(P \rightarrow D)) \\ &= \int \rho \overrightarrow{u} \wedge (-p \overrightarrow{z} d\mathcal{S} + f p d\mathcal{S} \overrightarrow{v}) = \iint p \rho \overrightarrow{v} d\mathcal{S} + \iint p f \rho \overrightarrow{z} d\mathcal{S} \\ &= \iint p \rho \overrightarrow{v} \rho d\theta d\rho + \iint p f \rho \overrightarrow{z} \rho d\theta d\rho \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \iint p \rho \overrightarrow{v} \rho d\theta d\rho &= \iint p \rho (\cos \theta \overrightarrow{y} - \sin \theta \overrightarrow{x}) \rho d\theta d\rho = \iint p \rho \cos \theta \overrightarrow{y} \rho d\theta d\rho - \iint p \rho \sin \theta \overrightarrow{x} \rho d\theta d\rho \\ &= p \overrightarrow{y} \int_r^R \int_0^{2\pi} \cos \theta d\theta \rho^2 d\rho - p \overrightarrow{x} \int_r^R \int_0^{2\pi} \sin \theta \rho^2 d\theta d\rho = p [\sin \theta]_0^{2\pi} \left[\frac{1}{3} \rho^3 \right]_r^R \overrightarrow{y} - p [-\cos \theta]_0^{2\pi} \left[\frac{1}{3} \rho^3 \right]_r^R \overrightarrow{x} = \overrightarrow{0} \end{aligned}$$

$$\iint p f \rho^2 \overrightarrow{z} d\theta d\rho = p f [\theta]_0^{2\pi} \left[\frac{1}{3} \rho^3 \right]_r^R \overrightarrow{z} = p f 2\pi \frac{R^3 - r^3}{3}$$

Enfin, en notant F_r l'effort (uniformément réparti) exercé par le ressort sur toute la couronne, on a donc :

$$p = \frac{F_r}{\pi (R^2 - r^2)}$$

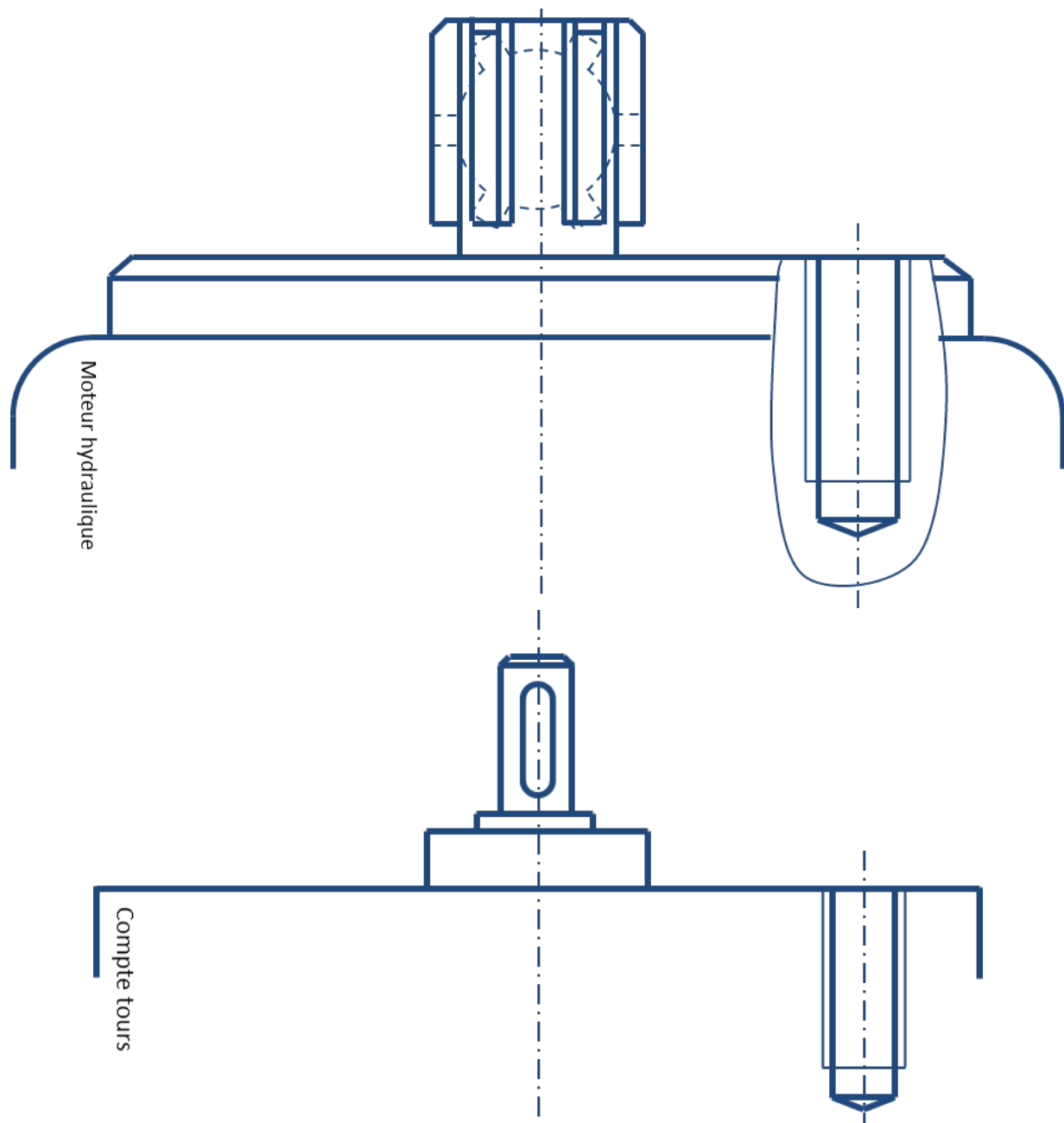
Au final :

$$\overrightarrow{\mathcal{M}}(O, P \rightarrow D) = f \frac{2}{3} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} F_r$$

Le facteur de frottement ne dépend pas de la pression de contact entre deux solides.

Matériaux	Facteur d'adhérence		Facteur de glissement	
	Sec	Lubrifié	Sec	Lubrifié
Acier / Acier	0,2 à 0,3	0,15 à 0,2	0,2	0,12
Acier / Fonte	0,2	0,12 à 0,2	0,15	0,08
Acier / Bronze	0,2	0,15 à 0,2	0,2	0,12
Acier / Métal fritté		0,1 à 0,18	0,1 à 0,12	0,03 à 0,06
Acier / Garniture de friction	0,3 à 0,4		0,25 à 0,35	
Acier / Graphite		0,1		0,09
Acier / Palier PTFE	0,08 à 0,4		0,02 à 0,08	0,003 à 0,05
Pneu neuf / Route	1	0,6	0,5 à 0,6	0,2 à 0,5

Esquisse du moteur hydraulique et du compte tours



Roues libres Ringspann <http://www.ringspann.fr/>

Roues libres complètes FR ...

avec liaison frontale par vis
dimensions en pouces, à cames, disponibles en 4 versions

RINGSPANN®



Utilisées en

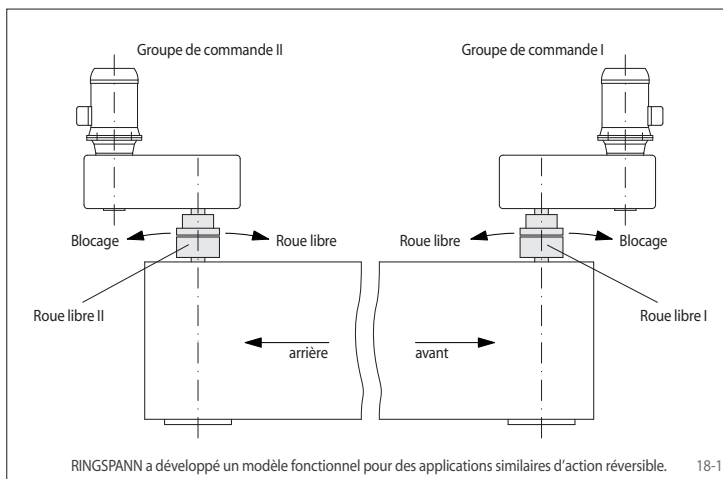
- Antidévireur
- Survireur
- Commande d'avance

Caractéristiques

Les roues libres complètes FR ... sont des roues libres à cames, avec des dimensions en pouces, montées sur roulements à billes et étanches. Elles sont livrées remplies d'huile et prêtes à être montées.

En plus de la version standard, trois autres versions sont disponibles pour une durée de vie prolongée. Couple nominal jusqu'à 27 500 lb-ft.

Alésages jusqu'à 7 pouces. De nombreux alésages standards sont disponibles.



Exemple d'application

Roues libres complètes FRS 600 sur un convoyeur à bande transporteur avec deux groupes de commande pour sens d'entraînement avant et arrière (action réversible). Pour s'assurer que la bande transporteur est entraînée sous tension, le mouvement d'avance est assuré par le groupe de commande I, le mouvement inverse par le groupe de commande II. Les roues libres désaccouplent automatiquement le groupe de commande non utilisé, évitant l'utilisation coûteuse d'un embrayage externe ou celle d'un frein.

Dans le mouvement d'avance, le groupe de commande II est démarré avec sa roue libre II en phase roue libre. Ainsi la roue libre II désaccouple le groupe de commande II de la bande transporteur. Puis le groupe de commande I est démarré avec sa roue libre I en sens blocage; Elle permet le mouvement d'avance de la bande transporteur entraînée par le groupe de commande I. La vitesse du groupe de commande I est inférieure à celle du groupe de commande II. Ainsi, la roue libre II reste en phase roue libre et le groupe de commande II ne génère pas de mouvement impropre.

Pour le mouvement inverse, les groupes de commande sont démarrés dans l'ordre et les sens de rotation inverses avec les vitesses correspondantes.

Conseils de montage

Centrer la pièce de liaison du client sur le diamètre extérieur D et la visser sur la face de la roue libre.

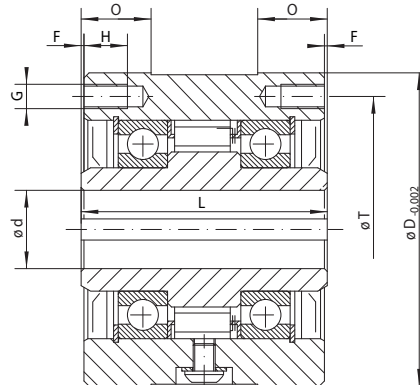
La tolérance de l'arbre doit être +0/-0,001 pouce et la tolérance du diamètre de centrage D de la pièce de liaison doit être -0/+0,002 pouce.

Alésages et rainures de clavette standards [en pouce]									
FR ... 300	0,500	0,625	0,750						
	1/8 x 1/16	3/16 x 3/32	3/16 x 3/32						
FR ... 400	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000	1,125			
	1/8 x 1/16	3/16 x 3/32	3/16 x 3/32	3/16 x 3/32	1/4 x 1/8	1/4 x 1/8			
FR ... 500	0,875	1,000	1,125	1,250	1,312				
	3/16 x 3/32	1/4 x 1/8	1/4 x 1/8	1/4 x 1/8	1/4 x 3/32				
FR ... 550	1,250	1,312	1,500	1,625					
	1/4 x 1/8	3/8 x 3/16	3/8 x 3/16	3/8 x 1/8					
FR ... 600	1,250	1,375	1,438	1,500	1,625	1,688	1,750	1,938	2,000
	1/4 x 1/8	3/8 x 3/16	3/8 x 3/16	3/8 x 3/16	3/8 x 3/16	3/8 x 3/16	3/8 x 3/16	3/8 x 1/8	3/8 x 1/8
FR ... 650	1,938	2,000	2,250	2,438	2,500				
	1/2 x 1/4	1/2 x 1/4	1/2 x 1/4	5/8 x 1/8	5/8 x 1/8				
FR ... 700	1,938	2,000	2,250	2,438	2,500	2,750	2,938		
	1/2 x 1/4	1/2 x 1/4	1/2 x 1/4	5/8 x 5/16	5/8 x 5/16	5/8 x 7/32	5/8 x 1/8		
FR ... 750	2,438	2,500	2,938	3,000	3,250	3,438			
	5/8 x 5/16	5/8 x 5/16	3/4 x 3/8	3/4 x 3/8	3/4 x 3/16	3/4 x 1/8			
FR ... 775	2,750	2,938	3,000	3,250	3,438	3,500	3,750		
	5/8 x 5/16	3/4 x 3/8	3/4 x 3/8	3/4 x 3/8	7/8 x 5/16	7/8 x 5/16	7/8 x 1/4		
FR ... 800	3,000	3,250	3,438	3,500	3,750	3,937	4,000	4,250	4,500
	3/4 x 3/8	3/4 x 3/8	7/8 x 7/16	7/8 x 7/16	7/8 x 7/16	1 x 1/2	1 x 1/2	1 x 3/8	1 x 1/4
FR ... 900	4,000	4,438	4,500	4,938	5,000	5,438			
	1 x 1/2	1 x 1/2	1 x 1/2	1 1/4 x 5/16	1 1/4 x 5/16	1 1/4 x 5/16			
FR ... 1000	5,750	5,938	6,000	6,750	6,875	7,000			
	1 1/2 x 3/4	1 1/2 x 3/4	1 1/2 x 3/4	1 3/4 x 7/16	1 3/4 x 7/16	1 3/4 x 7/16			

Roues libres complètes FR ...

RINGSPANN®

avec liaison frontale par vis
dimensions en pouces, à cames, disponibles en 4 versions



Roues libres complètes

Part. 1 – Ch. 3

19-1

Type de roue libre	Version standard Pour usage courant			Version standard - lubrifiée à la graisse Pour usage courant			Soulèvement centrifuge X Pour plus de durée de vie grâce au soulèvement des cames par rotation rapide de la bague intérieure			Soulèvement centrifuge Z Pour plus de durée de vie grâce au soulèvement des cames par rotation rapide de la bague extérieure		
	Couple nominal M _N lb-ft	Vitesse maxi interne en survirage min ⁻¹	Vitesse maxi extérieure en survirage min ⁻¹	Couple nominal M _N lb-ft	Vitesse maxi interne en survirage min ⁻¹	Vitesse maxi extérieure en survirage min ⁻¹	Couple nominal M _N lb-ft	Vitesse de la bague exté- rieure pour soulèvement min ⁻¹	Vitesse maxi interne en survirage min ⁻¹	Couple nominal M _N lb-ft	Vitesse de la bague exté- rieure pour soulèvement min ⁻¹	Vitesse maxi interne en survirage min ⁻¹
FRS 300	210	2500	2600	FRSG 300	210	3600	FRX 300	125	860	FRZ 300	280	800
FRS 400	335	1900	2100	FRSG 400	335	3600	FRX 400	425	750	FRZ 400	535	1400
FRS 500	800	1400	1900	FRSG 500	800	3600	FRX 500	750	700	FRZ 500	1380	1550
FRS 550	1525	1175	1600	FRSG 550	1525	3600	FRX 550	1000	670	FRZ 550	1765	1450
FRS 600	1950	1100	1500	FRSG 600	1950	3600	FRX 600	1750	610	FRZ 600	2500	1300
FRS 650	2700	900	1250	FRSG 650	2700	3600	FRX 650	320	2400	FRZ 650	8750	1160
FRS 700	5525	790	1150	FRSG 700	5525	1800	FRX 700	4050	350	FRZ 700	5250	1160
FRS 750	9350	790	1150	FRSG 750	9350	1800	FRX 750	7500	320	FRZ 750	8750	1160
FRS 775	8500	750	1050	FRSG 775	8500	1800	FRX 775	7400	320	FRZ 775	6500	950
FRS 800	11100	700	950	FRSG 800	11100	1800	FRX 800	14500	250	FRZ 800	8700	880
FRS 900	16800	700	950	FRSG 900	16800	1200	FRX 900	15000	250	FRZ 900	13000	720
FRS 1000	27500	630	800	FRSG 1000	27500	1200						

Le couple maximal est égal au double du couple nominal indiqué. Voir page 14 pour la détermination du couple de sélection.

Type de roue libre	Alésage d								max. pouce	D pouce	F pouce	G filetage	L pouce	H pouce	O pouce	T pouce	Z*	Poids lb
	Alésages standards en pouces																	
FR ... 300	0,500	0,650	0,750						0,750	3,000	0,063	0,250-28	2,500	0,375	0,750	2,625	4	3,5
FR ... 400	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000		1,125		1,125	3,500	0,032	0,312-24	2,750	0,500	0,750	2,875	4	6,0
FR ... 500	0,875	1,000	1,125	1,250	1,312				1,312	4,250	0,063	0,312-24	3,500	0,625	1,000	3,625	4	10,0
FR ... 550	1,250	1,312	1,500	1,625					1,625	4,750	0,063	0,312-24	3,250	0,540	0,750	4,250	6	12,0
FR ... 600	1,250	1,375	1,438	1,500	1,625	1,688	1,750	1,938	2,000	5,375	0,063	0,312-24	3,750	0,625	1,000	4,750	6	19,0
FR ... 650	1,938	2,000	2,250	2,438	2,500				2,500	6,500	0,063	0,375-24	3,500	0,750	1,000	5,750	8	24,0
FR ... 700	1,938	2,000	2,250	2,438	2,500	2,750	2,938		2,938	7,125	0,063	0,375-24	5,000	0,750	1,000	6,250	8**	42,0
FR ... 750	2,438	2,500	2,938	3,000	3,250	3,438			3,438	8,750	0,063	0,500-20	6,000	0,875	1,250	7,000	8**	83,0
FR ... 775	2,750	2,938	3,000	3,250	3,438	3,500	3,750		3,750	9,750	0,063	0,500-20	6,000	0,875	1,250	8,500	8	96,0
FR ... 800	3,000	3,250	3,438	3,500	3,750	3,937	4,000	4,250	4,500	10,000	0,063	0,500-20	6,000	0,875	1,250	8,937	8	102,0
FR ... 900	4,000	4,438	4,500	4,938	5,000	5,438			5,438	12,000	0,063	0,625-18	6,375	1,000	1,375	9,750	10	156,0
FR ... 1000	5,750	5,938	6,000	6,750	6,875	7,000			7,000	15,000	0,063	0,625-18	6,625	1,000	1,375	11,750	12	250,0

* Z = Nombre de trous de fixation G sur le diamètre de perçage T.

** Six trous à égale distance tous les 60° et 2 trous additionnels, l'un à 30° et l'autre à 180° de ce dernier.

Facteurs de conversion: 1 lb-ft = 1,35 Nm, 1 pouce = 25,4 mm, 1 lbs = 0,453 Kg.

Exemple de commande

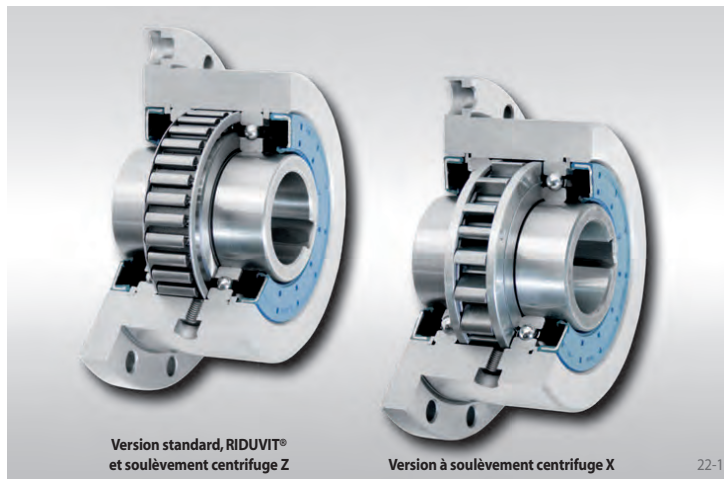
Roue libre type FR ... 700, à soulèvement cen-
trifuge Z et alésage 2 pouces:

- FRZ 700, d = 2 pouces

Roues libres complètes FBF

avec liaison par flasque
à cames, disponibles en 4 versions

RINGSPANN®



Utilisées en

- ◆ Antidévireur
- ◆ Survireur
- ◆ Commande d'avance

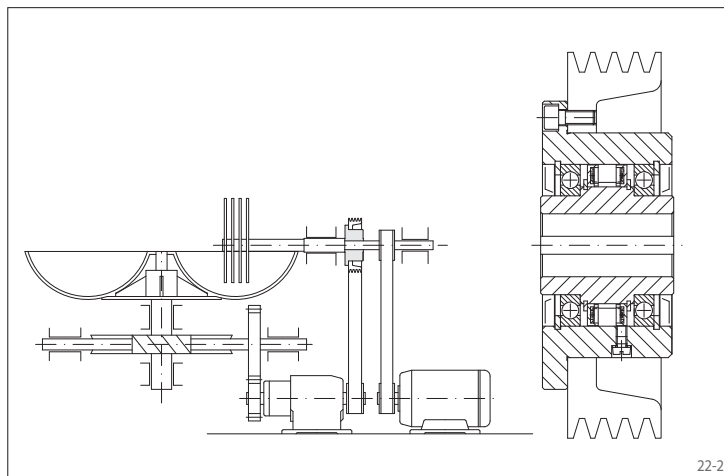
Caractéristiques

Les roues libres complètes FBF avec liaison par flasque sont des roues libres à cames, montées sur roulements à billes et étanches. Elles sont livrées complètes, prêtes à être montées et remplies d'huile.

En plus de la version standard, trois autres versions sont disponibles pour une durée de vie prolongée.

Couples nominaux jusqu'à 160 000 Nm.

Alésages jusqu'à 300 mm. De très nombreux diamètres d'alésages standards sont livrables dans un délai court.



Exemple d'application

Roue libre complète FBF 72 DX utilisée en survireur dans l'entraînement d'une machine de transformation de viande (cutter). Lors de l'opération de malaxage, le motoréducteur entraîne la cuve via l'engrenage, et en même temps l'arbre porte-couteaux via la courroie et la roue libre en phase blocage. Lors de l'opération de découpe, l'arbre porte-couteaux est entraîné à grande vitesse par un deuxième moteur. La bague intérieure est alors en survirage par rapport à la bague extérieure entraînée par le motoréducteur qui est ainsi automatiquement désaccouplé. Compte tenu de la vitesse élevée de la bague intérieure en phase roue libre, on utilise la version avec soulèvement X des cames qui, en phase roue libre, sont sans contact et donc sans usure.

Conseils de montage

Centrer la pièce de liaison du client sur le diamètre extérieur D et la visser par sa face frontale sur le flasque.

Prévoir pour l'ajustement de l'arbre la tolérance ISO h6 ou j6 et pour l'ajustement du diamètre de centrage D de la pièce de liaison la tolérance ISO H7 ou J7.

Exemple de commande

Roue libre du type FBF 72, en version avec soulèvement X des cames, avec alésage 40 mm:

- FBF 72 DX, d = 40 mm

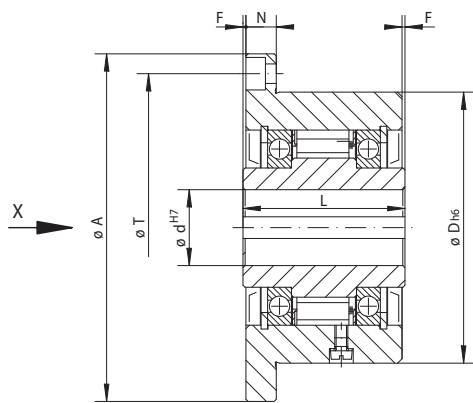
Prière d'indiquer en plus à la commande le sens de rotation en roue libre de la bague intérieure, vu de X:

- libre dans le sens anti-horaire, ou
- libre dans le sens horaire

Roues libres complètes FBF

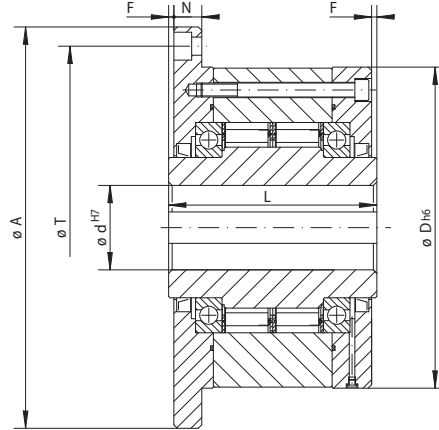
RINGSPANN®

avec liaison par flasque
à cames, disponibles en 4 versions



Type FBF 24 à FBF 270

23-1



Type FBF 340 à FBF 440

23-2

Roues libres complètes

Part. 1 – Ch. 3

Version standard Pour usage courant				Version RIDUVIT® Pour plus de durée de vie grâce au traitement anti-usure des cames				Soulèvement centrifuge X Pour plus de durée de vie grâce au soulèvement des cames par rotation rapide de la bague intérieure				Soulèvement centrifuge Z Pour plus de durée de vie grâce au soulèvement des cames par rotation rapide de la bague extérieure			
Commande d'axe				Soulèvement				Soulèvement				Soulèvement			
Standard				Standard				Standard				Standard			
Type de roue libre	Version	Couple nominal M _N Nm	Vitesse maxi Bague intérieure en survissage min ⁻¹	Vitesse maxi Bague extérieure en survissage min ⁻¹	Type de roue libre	Version	Couple nominal M _N Nm	Vitesse maxi Bague intérieure en survissage min ⁻¹	Vitesse maxi Bague extérieure en survissage min ⁻¹	Type de roue libre	Version	Couple nominal M _N Nm	Vitesse de la bague intérieure pour soulèvement min ⁻¹	Vitesse maxi Bague intérieure en survissage min ⁻¹	Vitesse maxi Bague extérieure motrice min ⁻¹
FBF 24	CF	45	4800	5500	CFT	45	4800	5500							
FBF 29	CF	80	3500	4000	CFT	80	3500	4000							
FBF 37	SF	200	2500	2600	SFT	200	2500	2600							
FBF 44	SF	320	1900	2200	SFT	320	1900	2200	DX	130	860	1 900	344	CZ	110
FBF 57	SF	630	1400	1750	SFT	630	1400	1750	DX	460	750	1 400	300	LZ	180
FBF 72	SF	1250	1120	1600	SFT	1250	1120	1600	DX	720	700	1 150	280	LZ	430
FBF 82	SF	1800	1025	1450	SFT	1800	1025	1450	DX	1000	670	1 050	268	SFZ	760
FBF 107	SF	2500	880	1250	SFT	2500	880	1250	DX	1500	610	900	244	SFZ	1700
FBF 127	SF	5000	800	1150	SFT	5000	800	1150	SX	3400	380	800	152	SFZ	2500
FBF 140	SF	10000	750	1100	SFT	10000	750	1100	SX	7500	320	750	128	SFZ	5000
FBF 200	SF	20000	630	900	SFT	20000	630	900	SX	23000	240	630	96	SFZ	10000
FBF 270	SF	40000	510	750	SFT	40000	510	750	UX	40000	210	510	84	SFZ	20000
FBF 340	SF	80000	460	630	SFT	80000	460	630							
FBF 440	SF	160000	400	550	SFT	160000	400	550							

Le couple maximal est égal au double du couple nominal indiqué. Voir page 14 pour la détermination du couple de sélection.

Type de roue libre	Alésage d		A	D	F	G**	L	N	T	Z**	Poids
	Standard mm	max. mm									
FBF 24	12	14*	85	62	1,0	M 5	50	10	72	3	1,1
FBF 29	15	17*	92	68	1,0	M 5	52	11	78	3	1,3
FBF 37	20	22*	98	75	0,5	M 5	48	11	85	8	1,5
FBF 44	25*	25*	118	90	0,5	M 6	50	12	104	8	2,3
FBF 57	30	32*	128	100	0,5	M 6	65	12	114	12	3,2
FBF 72	40	42*	160	125	1,0	M 8	74	14	142	12	5,8
FBF 82	50*	50*	180	135	2,0	M 10	75	16	155	8	7,0
FBF 107	60	65*	214	170	2,5	M 10	90	18	192	10	12,6
FBF 127	70	75*	250	200	3,0	M 12	112	20	225	12	21,4
FBF 140	90	95*	315	250	5,0	M 16	150	22	280	12	46,0
FBF 200	120	120	370	300	5,0	M 16	160	25	335	16	68,0
FBF 270	140	150	490	400	6,0	M 20	212	32	450	16	163,0
FBF 340	180	240	615	500	7,5	M 24	265	40	560	18	300,0
FBF 440	220	300	775	630	7,5	M 30	315	50	710	18	564,0

■ Les roues libres dont le diamètre d'alésage apparaît en bleu dans le tableau sont livrables dans un délai court.

Rainure de clavette selon DIN 6885 page 1 • Tolérance de largeur de clavette JS10.

* Rainure de clavette selon DIN 6885 page 3 • Tolérance de largeur de clavette JS10.

** Z = Nombre de trous pour vis G (DIN EN ISO 4762) sur le diamètre de perçage T.