

- i Calcul sans erreurs.
- ii Information sur le projet

Section d'insertion

1.0 Unités de calcul, conversion d'unités

1.1 Unités de calcul	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2 Conversion d'unités		
Longueur	1 μm	39.37007874 μinch
Aire	1 m²	1550.0031 inch²
Densité	1 kg/m³	0.062427961 lb/ft³
Masse	1 kg	2.204624 lb
Viscosité cin.	1 mm²/s	1 cSt
Viscosité dyn.	1 μrein	6.89475729 cPoise
La température	20 °C	68 °F
Capacité thermique spé	1 J/kg/°K	1 J/kg/°K
Débit	1 litre/min	0.016666667 litre/s
Vitesse	1 m/s	3.280839895 ft/s
Accélération	1 m/s²	3.280839895 ft/s²
Revolutions	1 /min	0.016666667 /s
Force	1 N	0.224809 lbf
Moment	1 Nm	0.737561 lbf-ft
Puissance	1 HP	2545.819362 Btu/h
Énergie	1 kWh	3599997.12 J
Pression	1 MPa	0.145037 kpsi
Rugosité	3.2 Rz [μm]	128 Rz [μin]

2.0 Design / vérification des paliers lisses axiales (ISO 12131, ISO 12130, DIN 31654...)

2.1 Données d'entrée de base

2.2 Sélection du type de palier: B. Butées à patins oscillants fonctionnant

2.3 Force du palier (charge nominale): F = 20000 [N]

2.4 Force du palier (charge) dans des conditions de régime st: Fst = 0 = 0 [N]

2.5 Vitesse de la collet de butée, Vitesse angulaire: n, ωN = 400 = 41.89 [1/min],[rad/s]

2.6 Matériau de la surface de frottement du palier: Alliages Cu-Pb (7 MPa) *

2.7 Charge spécifique admissible sur le palier: plim', plim'.max = 7, 13 (20) [MPa]

2.8 Rapport de diamètre (Di/Do): DR = 0.6, 0.4-0.8 [~]

2.9 Rapport de segment de palier (B/L): BL = 1, 0.8-1.5 [~]

2.10 Niveau de précision: Niveau moyen

- 2.11 Design automatique
- 2.12 Démarrage de la " Design automatique " (Automatic Design)

2.13 Sélection du lubrifiant (définition)

2.14 ISO VG (Grade de viscosité): VG 220 (SAE 50, AGMA !)

2.15 ISO VI (Index de viscosité): 03. ISO VI = 95

2.16 Température au point 1,2: T1,T2 = 20.0, 50.0 [°C]

2.17 Viscosité dynamique au point 1,2: η1, η2 = 0.77625, 0.111443 [Pa.s]

2.18 Densité pour T=20C: Rho20 = 900 [kg/m³]

2.19 Coefficient de dilatation thermique: βL = 0.72, 0.72 [10⁻³ K]

2.20 Capacité de chaleur massique du lubrifiant: cp1, cp2 = 1806.174, 1943.814 [J/kg/°K]

2.21 Design dimensionnel

2.22 Diamètre intérieur des segments de friction - proposal: Diprop = 108.25 [mm]

2.23 Diamètre intérieur des segments de friction: Di = 110, 110 [mm]

2.24 Diamètre extérieur des segments de friction: Do = 190, 190 [mm]

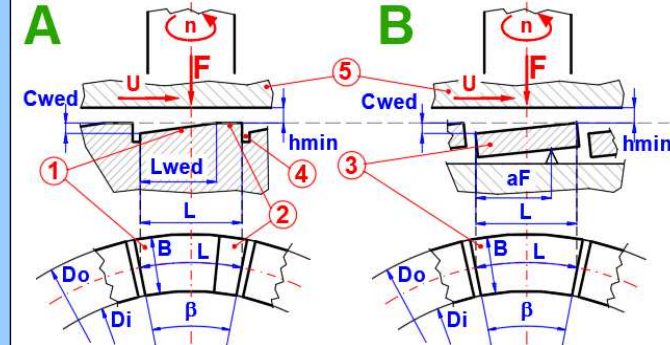
2.25 Longueur du segment dans la direction périphérique: L = 40, 40 [mm]

2.26 Nombre de segments: Z = 9, 9 (11) [~]

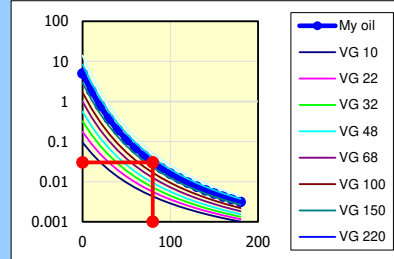
2.27 Diamètre moyen de glissement: D = 150 [mm]

2.28 Largeur d'un segment: B = 40 [mm]

2.80 Image de base



2.81 Graphiques de viscosité dynamique

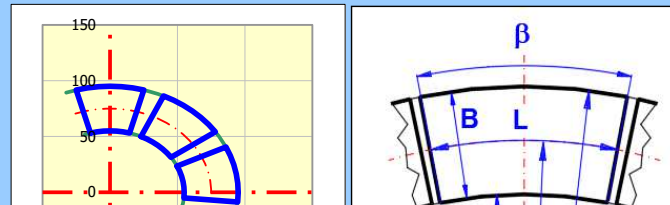


2.82 Valeurs utilisateur

Tx	80	[°C]
Rhox	862.7301	[kg/m³]
ηx	0.030269	[Pa.s]
vx	3.51E-05	[mm²/s]
VI	94	[~]

Graphique
 ► x...T [°C]
 ▲ y...η [Pa.s]

2.83 Diamètres intérieurs et extérieurs



2.29	Angle d'un segment	β	30.56	[°]
2.30	Rapport de diamètre DR = Di / Do	DR	0.58	[~]
2.31	Rapport des dimensions du segment BL = B / L	BL	1.00	[~]

2.32 Paramètres du segment de friction

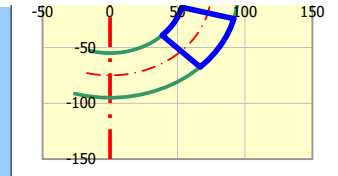
2.33	Profondeur de la cale	Cwed	0.035	0.035	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.34	Longueur de la cale	Lwed	30	30.000	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.35	Distance relative du point d'appui aF*=aF/L	aF*	0.64	0.64	[~]	<input checked="" type="checkbox"/>

2.36 Montage des paliers

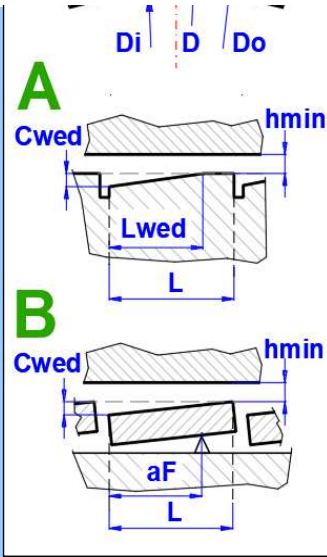
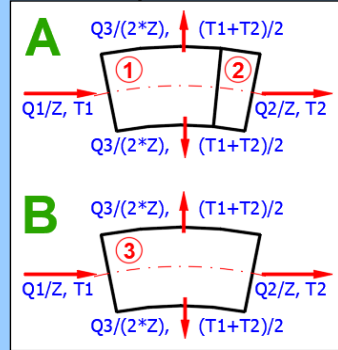
2.37	Méthode de montage des paliers	A. Boîtier cylindrique				
2.38	Surface émettant de la chaleur (logement du roulement)	A	0.1575	0.1575	[m²]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.39	Coefficient de transmission thermique extérieure, Vitesse	kA	20	1.2 [m/s]	[W/m²/K]	<input checked="" type="checkbox"/>

2.40 Paramètres opérationnels admissibles

2.41	Rugosité de l'anneau de pression	Rz	3.2	3.2	[µm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.42	Épaisseur minimale admissible du film de lubrifiant	hlim,tr	0.00632		[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.43	Épaisseur minimale admissible du film de lubrifiant	hlim	0.00791	0.00791	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.44	Température maximale admissible du palier (convection)	TlimC	90	90 (110)	[°C]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.45	Température maximale admissible du palier (pression)	TlimP	100	100 (115)	[°C]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.46	Vitesse de glissement par rapport au diamètre moyen de l	U	3.142		[m/s]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.47	Charge spécifique du palier	p'	1.39	<7(20)	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>



2.84 Bilan thermique et lubrifiant



2.48 Calcul des caractéristiques thermiques et fonctionnelles Butées à patins oscillants fonctionnant

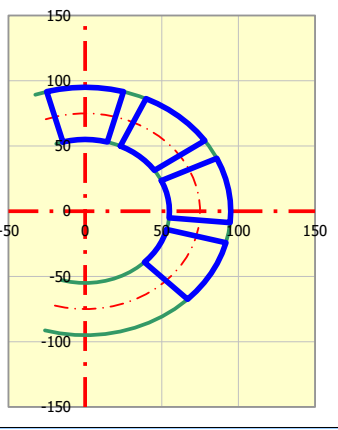
2.49	Méthode de refroidissement du palier	Refroidissement par convection	Refroidissement par huile sous pression
------	--------------------------------------	---------------------------------------	--

2.50	Température du lubrifiant à l'entrée du palier	Ten	40.00	[°C]
2.51	Température supposée du lubrifiant à la sortie du palier	Tex	60.00	~50-70 [°C]
2.52	Température ambiante	Tamb	20.00	20-40 [°C]
2.53	Température initiale supposée du palier (TB,0=Teff)	TB,0	81.57	< 90 [°C]
2.54	Température effective du lubrifiant	Teff,0	56.15	[°C]
2.55	Nombre de Reynolds	Re	1.219078	< 600 [~]
2.56	Masse volumique du lubrifiant	Rho(T)	861.7987	[kg/m³]
2.57	Viscosité dynamique du lubrifiant	η(T)	0.028624	>0.0129 [Pa.s]
2.58	Valeur caractéristique de la portance	F*	0.064142	[~]
2.59	Épaisseur relative minimale du film de lubrifiant	hmin/Cwed	0.426275	0.2-2 [~]
2.60	Épaisseur minimale du film de lubrifiant	hmin	0.012889	>0.0079 [mm]
2.61	Valeur caractéristique de frottement	f*	0.614418	[~]
2.62	Coefficient de transmission thermique lié au produit B * L	k	218.75	[W/m²/K]
2.63	Débit thermique en fonction de la puissance de frottement	Pth,f	193.9324	[W]
2.64	Moment de frottement	Mf	4.630135	[Nm]
2.65	Température du palier calculée	TB,1	81.57	< 90 [°C]
2.66	Estimation améliorée de la température du palier	TB,2	81.57	[°C]
2.67	Débit relatif de lubrifiant Q0 = B * hmin * U * Z	Q0	1.478806	litre/min
2.68	Débit de lubrifiant à l'entrée du jeu (sens périphérique)	Q1	1.883926	[litre/min]
2.69	Débit de lubrifiant à la sortie du jeu (sens périphérique)	Q2	1.095506	[litre/min]
2.70	Débit de lubrifiant sur les côtés (perpendiculaire au sens périphérique)	Q3	0.78842	[litre/min]
2.71	Quantité totale de lubrifiant qui doit être introduite dans le palier	Q	0.56868	[litre/min]
2.72	Facteur de mélange	M	0.5	0.4 - 0.6 [~]
2.73	Température du lubrifiant à l'entrée du jeu	T1	52.33	[°C]
2.74	Température du lubrifiant à la sortie de jeu	TB=T2	59.96	< 100 [°C]
2.75	Température effective du film d'huile	Teff,1	56.14	[°C]
2.76	Estimation améliorée de la température effective du film d'huile	Teff,2	56.15	[°C]

Itération

2.85 Optimisation

2.86	Viscosité	VG 220 (SAE 50, AGMA 5)
2.87	Rapport Di / Do	DR = 0.58 (DRInp=0.6)
2.88	Rapport B / L	BL = 1.00 (L=40 mm)
2.89	Diamètre Di	Di = 110 mm
2.90	Diamètre Do	Do = 190 mm
2.91	Nombre de segments Z	Z = 9 (Zmax=11)



3.0 Sélection, comparaison et spécification des lubrifiants

3.1 A. Sélection de lubrifiants dans le tableau des lubrifiants

3.2 01. Huile de palier SAE 10; 10-W (ISO VG~32, VI~166)

3.3 B. Sélection de lubrifiants dans le tableau ISO 3448

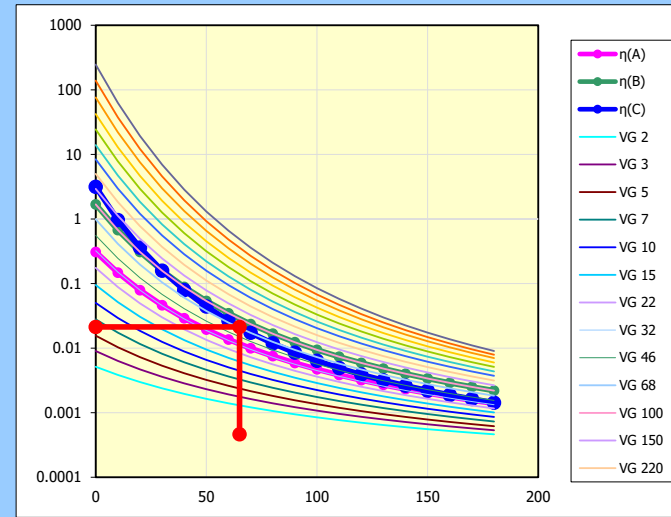
3.4 ISO VG (Grade de viscosité) VG 11. ISO VG 100 [VG]
 3.5 ISO VI (Index de viscosité) VI 03. ISO VI = 95 [VI]
 3.6 ISO VR (Position dans la gamme) VR 0.5 0 - 1 [~]

3.7 C. Définition du lubrifiant

3.8 Température pour la définition de la densité T 20.0 [°C]
 3.9 Densité du lubrifiant à T Rho 900.00 [kg/m³]
 3.10 Coefficient de dilatation thermique βL 0.720 0.720 [10⁻³ K]
 3.11 Capacité thermique spécifique cp 1806.174 [J/kg/°K]
 3.12 Chaleur spécifique par volume du lubrifiant Rho*cp 1625556.6 [J/m³/°K]
 3.13 Définition de la viscosité du lubrifiant
 3.14 Température au point 1,2 T1,T2 20.0 50.0 [°C]
 3.15 Viscosité cinématique au point 1,2 v1, v2 400 50 [mm²/s]
 3.16 Viscosité dynamique au point 1,2 η1, η2 0.36 0.044049 [Pa.s]
 3.17 Indice de viscosité 0 [VI]

3.18 Transférer la définition dans le paragraphe [2.0]
 3.19 Tableau de comparaison

ISO 3348	AGMA 9005-D94	SAE J300	SAE J306
Huiles industrielles	Huiles pour engrenages	Huiles moteur	Huiles industrielles
680	8		140
460	7		
320	6	60	90
220	5	50	
150	4	40	85W
100	3	30	80W
68	2	20	
46	1		75W
32	0	15W	
22		10W	
15		5W, 10W	



Graphique: x...T [°C] ; y...η [Pa.s]

3.20 Tableau de la viscosité, de la densité et de la capacité thermique

T	η(A)	η(B)	η(C)	v(C)	Rho(C)	cp(C)
[°C]	[Pa.s]	[Pa.s]	[Pa.s]	[mm²/s]	[kg/m³]	[J/kg/°K]
Ts 0	0.308278	1.681991	3.14682	3446.118	913.1494	1688.191
10	0.147648	0.673535	0.962124	1061.33	906.527	1747.495
20	0.078914	0.3087	0.36	400	900	1806.174
30	0.04612	0.158075	0.158299	177.1543	893.5663	1864.251
40	0.029	0.088701	0.079246	89.31894	887.224	1921.749
50	0.019367	0.053695	0.044049	50	880.971	1978.686
60	0.013594	0.034624	0.026652	30.46667	874.8056	2035.085
70	0.009946	0.023538	0.017281	19.89182	868.7259	2090.963
80	0.007534	0.016728	0.011857	13.74305	862.7301	2146.339
90	0.005877	0.012343	0.008523	9.947707	856.8165	2201.232
100	0.0047	0.009402	0.006369	7.48412	850.9834	2255.657
110	0.003839	0.007358	0.004915	5.815341	845.2292	2309.632
120	0.003194	0.005895	0.003898	4.643123	839.5522	2363.172
130	0.0027	0.004819	0.003164	3.793669	833.9511	2416.293
140	0.002314	0.004008	0.002619	3.161372	828.4242	2469.008
150	0.002008	0.003385	0.002205	2.679656	822.97	2521.333
160	0.001761	0.002897	0.001885	2.305167	817.5872	2573.28
170	0.001559	0.002509	0.001632	2.008844	812.2744	2624.863
180	0.001392	0.002196	0.001429	1.770704	807.0301	2676.094

3.21 Valeurs utilisateur

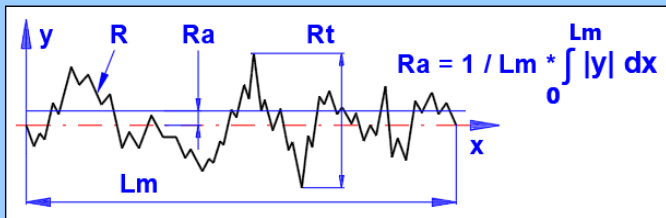
Tx	65	0.011573	0.028376	0.021294	24.42695	871.7551	2063.088
----	----	----------	----------	----------	----------	----------	----------

4.0 Tableaux de rugosité

Tableau de conversion						
ISO 468	ASA B.46.1	BS 1134	Germany	JIS		
Ra μm	AA μin	CLA μin	Rt μm	Rz μm	Ry μm	ISO 1302
0.006	0.25					N01
0.012	0.5			0.05	0.05	N0
0.025	1		0.25	0.1	0.1	N1
0.05	2		0.5	0.2	0.2	N2
0.1	4	4	0.8	0.4	0.4	N3
0.2	8	8	1.6	0.8	0.8	N4
0.4	16	16	2.5	1.6	1.6	N5
0.8	32	32	4	3.2	3.2	N6
1.6	63	63	8	6.3	6.3	N7
3.2	125	125	16	12.5	12.5	N8
6.3	250	250	25	25	25	N9
12.5	500	500	50	50	50	N10
25	1000	1000	100	100	100	N11
50	2000		200	200	200	N12
100	4000			400	400	N13
200	8000					N14

ISO 468			
Ra μm	Rz μm	Ra μm	Rz μm
0.006	0.025	2.0	8.0
0.008	0.032	2.5	10.0
0.010	0.040	3.2	12.5
0.012	0.050	4.0	16.0
0.016	0.063	5.0	20
0.020	0.080	6.3	25
0.025	0.100	8.0	32
0.032	0.125	10.0	40
0.040	0.160	12.5	50
0.050	0.20	16.0	63
0.063	0.25	20	80
0.080	0.32	25	100
0.100	0.40	32	125
0.125	0.50	40	160
0.160	0.63	50	200
0.20	0.80	63	250
0.25	1.00	80	320
0.32	1.25	100	400
0.40	1.60	125	500
0.50	2.0	160	630
0.63	2.5	200	800
0.80	3.2	250	1000
1.00	4.0	320	1250
1.25	5.0	400	1600
1.60	6.3		

DIN 4763-60	
Ra μm	Rz μm
0.01	0.04
0.016	0.063
0.025	0.1
0.04	0.16
0.063	0.25
0.1	0.4
0.16	0.63
0.25	1
0.4	1.6
0.63	2.5
1	4
1.6	6.3
2.5	10
4	16
6.3	25
10	40
16	63
25	100
40	160
63	250
100	400
160	630
250	1000



5.0 Charge spécifique admissible sur le palier - Graphiques

5.1 Sélection du matériau de la couche de glissement

5.2 A. Matériau de la couche de glissement du palier 1. Bronze - Cu-Sn5-Pb5-Zn5

5.3 B. Matériau de la couche de glissement du palier 2. Bronze - Cu-Sn10-Pb10

5.4 C. Matériau de la couche de glissement du palier 3. Composition de plomb - Pb-Sn6-Sb6

5.5 Vitesse de glissement par rapport au diamètre moyen de l

v	3.142	3.142	[m/s]
plim'A	31.962		[MPa]
plim'B	27.315		[MPa]
plim'C	32.663		[MPa]
vmaxA	>10		[m/s]
vmaxB	>10		[m/s]
vmaxC	9		[m/s]

5.6 Charge spécifique admissible sur le palier

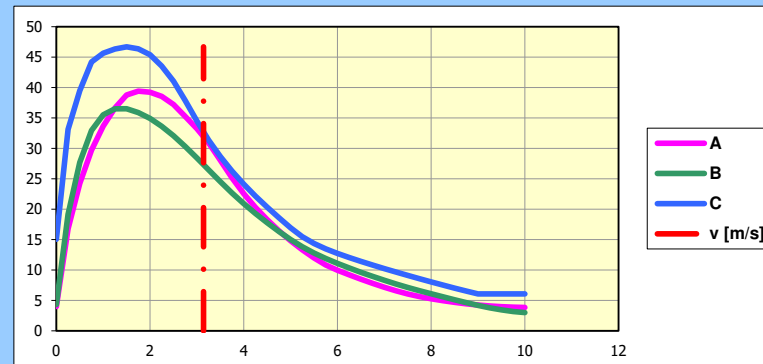
5.7 Charge spécifique admissible sur le palier

5.8 Charge spécifique admissible sur le palier

5.9 Vitesse de glissement maximale

5.10 Vitesse de glissement maximale

5.11 Vitesse de glissement maximale



Graphique: ► x...v [m/s]; ▲ y...plim [MPa]