



PeiP2A : Analyse des Systèmes Mécaniques
Contrôle continu 2

Date : 12/12/20

Durée : 1H20

Documents autorisés : A4 +calc.

Le sujet se compose de 3 parties indépendantes et de plusieurs annexes détachables.

Vous devrez rendre les pages 1 à 10 agrafées + votre formulaire manuscrit.

Mécanisme d'étude

Le mécanisme étudié est un palan électrique à chaîne. Ce palan est fixé à un élément de charpente par le crochet 2. La charge, n'excédant pas 250kg, est liée au crochet 30 directement ou par l'intermédiaire d'élingue. La puissance nécessaire au levage est fournie par un moteur électrique et elle est transmise à la noix 5 par l'intermédiaire d'un réducteur à engrenages.

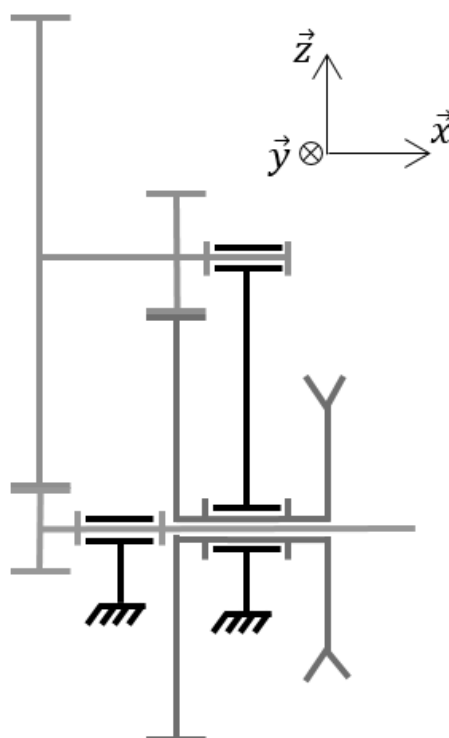
Le moteur électrique possède les caractéristiques nominales suivantes : $P_{mot} = 500W$ et $N_{mot} = 1310tr/min$.

Les différentes liaisons pivot du mécanisme (au nombre de 3) ont un rendement de 0,98 chacune : $\eta_{pivot} = 0,98$. Les engrenages du mécanisme (au nombre de 2) ont un rendement de 0,95 chacun $\eta_{eng} = 0,95$.

Quelques formules bien utiles sont rappelées en annexe.

Partie 1 : compréhension du mécanisme, transmission de puissance

Pour vous aider, on donne le schéma cinématique minimal du mécanisme.



Q1) Calculer les rapports de transmission de chaque engrenage : r_1 et r_2 . Puis, donner alors les rapports de réduction i_1 et i_2 .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q2) En déduire le rapport de réduction global du palan : i .

.....

.....

.....

Q3) Calculer la puissance P_5 disponible à la sortie.

.....

.....

.....

Q4) Calculer la puissance P_{18} transitant sur l'arbre 18.

.....

.....

.....

Q5) Calculer la vitesse de rotation de l'arbre 18 en tr/min, puis en rad/s

.....

.....

.....

.....

.....

Q6) Calculer le couple sur l'arbre 18.

.....

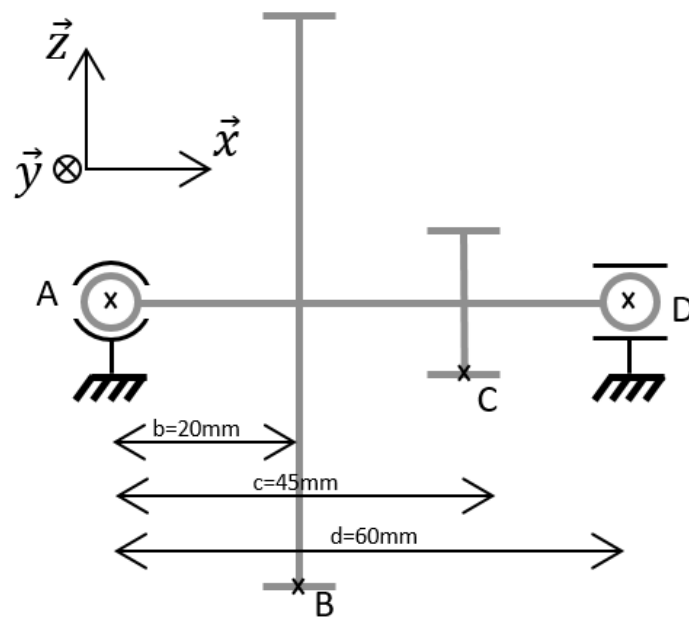
.....

.....

.....

Partie 2 : étude des efforts sur l'arbre intermédiaire 18

Nous nous intéressons désormais plus en détail à l'arbre 18. On donne son schéma technologique coté ci-dessous.



Q7) Justifier les choix de modélisation des roulements en A et en D (que nous nommerons respectivement roulement R_A et roulement R_D).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q8) Donner les torseurs modélisant ces 2 roulements.

.....

.....

.....

.....

.....

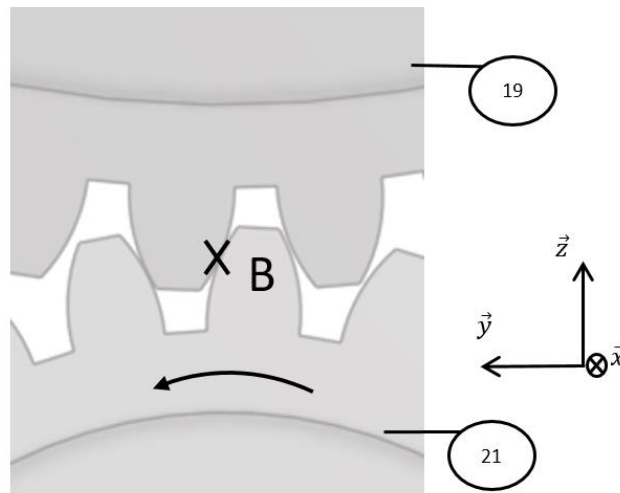
.....

.....

.....

.....

Q9) Nous allons considérer que le couple sur l'ensemble {arbre 18+roue 19} est de 21Nm, et que celui-ci tourne dans le sens direct (trigonométrique) à une vitesse de 210tr/min. Sur le schéma ci-dessous, tracer l'effort \vec{F}_B du pignon 21 sur la roue 19.



Q10) Ecrire le torseur de cet effort en B.

.....

.....

.....

.....

Q11) Calculer le rayon de la roue 19 puis calculer alors F_B en Newton.

.....

.....

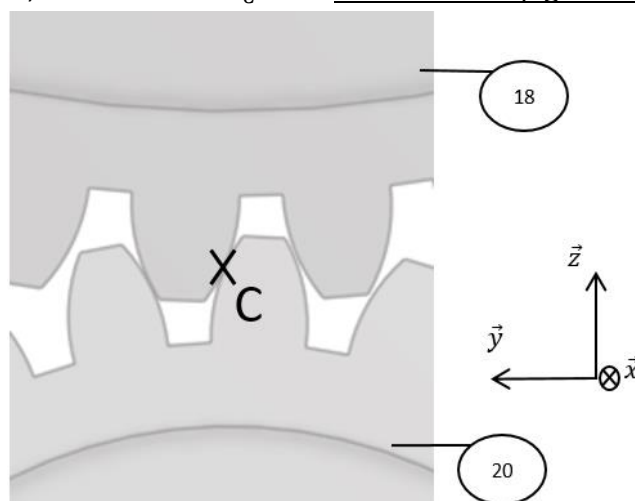
.....

.....

.....

.....

Q12) Sur le schéma ci-dessous, tracer l'effort \vec{F}_C de la roue 20 sur le pignon 18.



.....

.....

.....

.....

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Partie 3 : durée de vie des roulements

Dans cette partie, peu importe les résultats trouvés précédemment, on prendra $F_{RA} = 310N$ et $F_{RD} = 1290N$.

Q16) Le roulement A est un W6201 de chez SKF, alors que le roulement D est un W6203. Calculer la durée de vie de chacun de ces roulements en heure.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q17) Calculer la durée de vie de l'ensemble pour une fiabilité de 99%.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

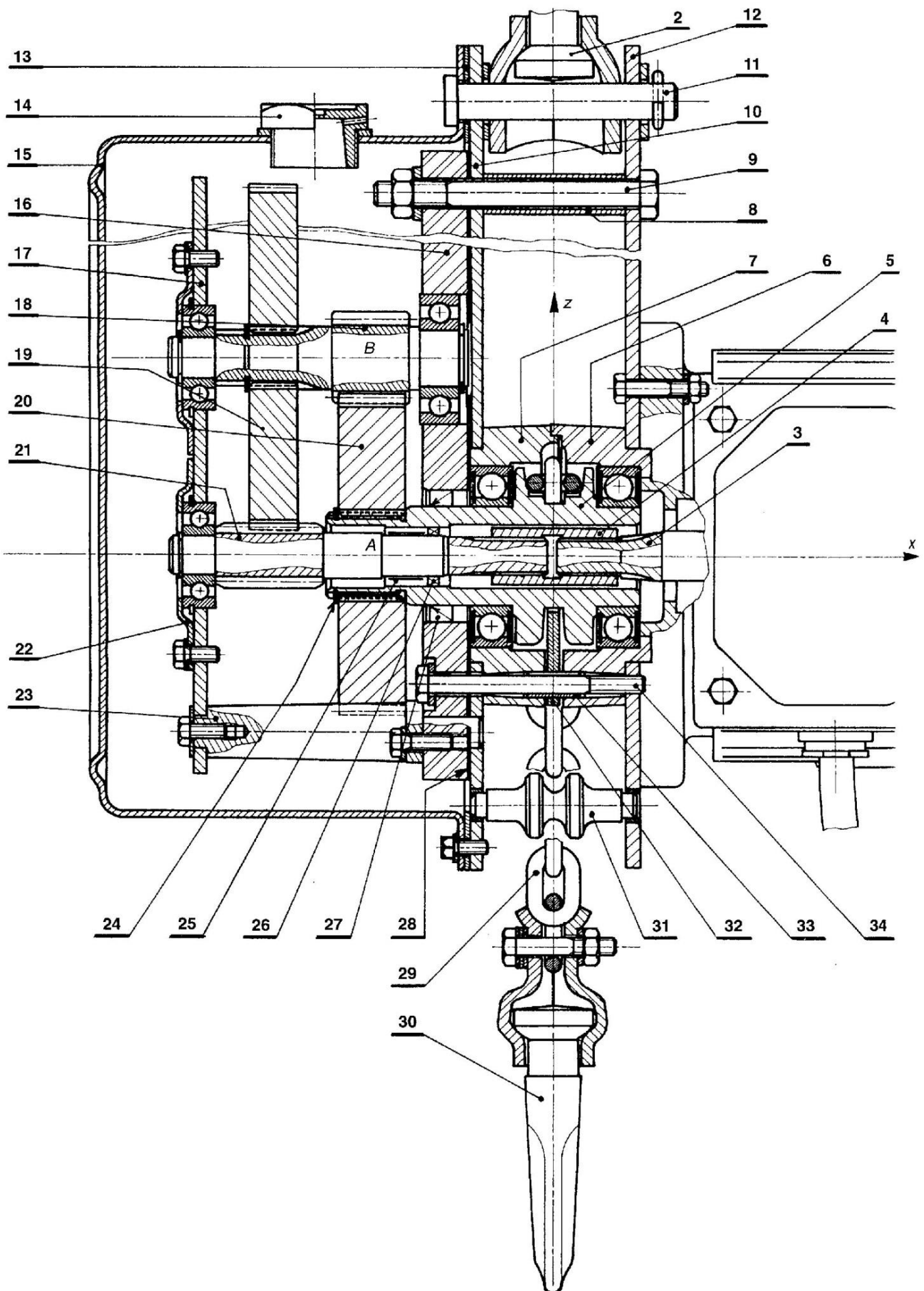
.....

.....

.....

[illegible]

Annexes détachables



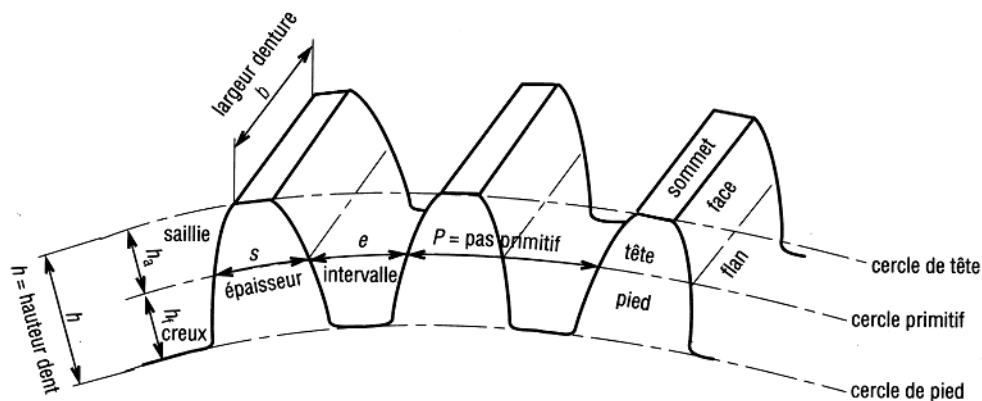
17		Flasque gauche		34	3	Vis H M6-65	
16		Flasque droit		33		Goupille mécanindus 8x16	
15		Carter du réducteur		32		Décolleur	
14		Bouchon de remplissage	Elésa TCF3/4	31		Galet du brin mou de la chaîne	
13		Joint plat d'étanchéité		30		Crochet inférieur	
12		Flasque coté réducteur		29		Chaîne de levage	P=15mm ; d=5mm
11		Axe d'articulation		28		Joint plat d'étanchéité	
10		Flasque coté moteur		27		Joint pour arbre tournant	Paulstra IE722622
9	3	Boulon H M8-80		26		Joint d'étanchéité	Nadella ET1319
8	3	Entretoise tubulaire		25		Roulement à aiguilles	Nadella DB1312
7		Demi coquille guide chaîne		24		Circlips 7100	
6		Demi coquille guide chaîne		23	3	Colonne	
5		Noix		22	2	Couvercle	
4		Manchon d'accouplement		21	1	Pignon arbré	Z=11 ; m=1.5
3		Arbre moteur	Leroy 1310 tr/min	20	1	Roue dentée à moyeu cannelé	Z=48 ; m=2
2		Crochet supérieur		19	1	Roue dentée à moyeu cannelé	Z=69 ; m=1.5
1		Linguet de sécurité	Non représenté	18	1	Pignon arbré	Z=12 ; m=2
Re	Nb	Désignation	Observation	Re	Nb	Désignation	Observation

Rappels utiles

Même si c'est une formule normalement bien connue, on rappelle que, pour une pièce de révolution, qu'un moment (que l'on nomme, généralement à tort, couple) est provoqué par un effort tangentiel appliqué à une certaine distance R (un rayon bien souvent) de l'axe de rotation : $C = R \cdot F_t$

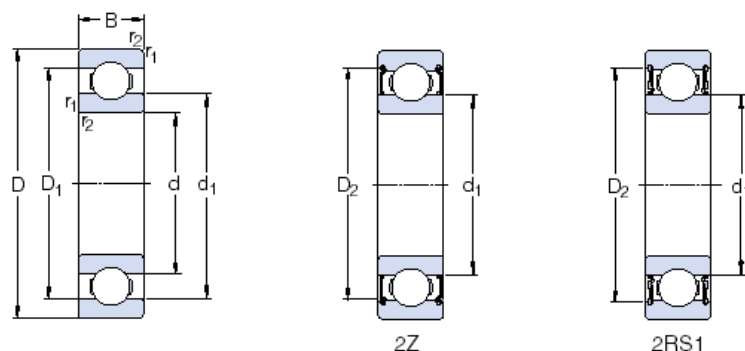
On rappelle également qu'il ne faut pas confondre « rapport de transmission », noté r et rapport de réduction noté i . Le rapport de réduction i est employé lorsque la transmission de puissance implique un $r < 1$. Ce rapport n'étant pas très explicite, on utilise alors dans ce cas-là le rapport de réduction $i = \frac{1}{r}$ (i est donc >1).

Exemple pour une transmission de rapport de transmission $r = 0,5$ on utilisera plus volontiers le rapport de réduction $i = \frac{1}{r} = \frac{1}{0,5} = 2$ indiquant que le système implique une vitesse 2 fois moins élevée à la sortie qu'à l'entrée.



Désignation	Symbole	Formule
Module	m	Par un calcul de RDM
Nombre de dents	Z	Par un rapport de vitesse
Diamètre primitif	d	$d = mZ$
Diamètre de tête	d_a	$d_a = d + 2m$
Diamètre de pied	d_f	$d_f = d - 2,5m$
Saillie	h_a	$h_a = m$
Creux	h_f	$h_f = 1,25m$
Hauteur de dent	h	$h = 2,25m, h = h_a + h_f$
Pas	p	$p = \pi m$
Largeur de denture	b	$b = km \ (5 \leq k \leq 16)$
Entraxe	a	$a = (d_1 + d_2) / 2$
Épaisseur de la dent	s	$s = p.m / 2$ (avec jeu nul)

Roulements rigides à billes en acier inoxydable
d 10 – 50 mm



Dimensions d'encombrement			Charges de base		Coefficients de calcul		Masse	Désignation		
d	D	B	C	C ₀	k _r ¹⁾	f ₀ ²⁾				
mm			N		–		kg	–		
10	26	8	3 900	1 900	25	12	0,019	W 6000	W 6000-2Z	W 6000-2RS1
	30	9	4 230	2 280	25	13	0,032	W 6200	W 6200-2Z	W 6200-2RS1
	35	11	6 760	3 250	30	11	0,053	W 6300	W 6300-2Z	W 6300-2RS1
12	28	8	4 230	2 280	25	13	0,022	W 6001	W 6001-2Z	W 6001-2RS1
	32	10	5 720	2 900	25	12	0,037	W 6201	W 6201-2Z	W 6201-2RS1
	37	12	8 190	4 050	30	11	0,060	W 6301	W 6301-2Z	W 6301-2RS1
15	32	9	4 680	2 750	25	14	0,030	W 6002	W 6002-2Z	W 6002-2RS1
	35	11	6 370	3 600	25	13	0,045	W 6202	W 6202-2Z	W 6202-2RS1
	42	13	9 560	5 200	30	12	0,085	W 6302	W 6302-2Z	W 6302-2RS1
17	35	10	5 070	3 150	25	14	0,039	W 6003	W 6003-2Z	W 6003-2RS1
	40	12	8 060	4 650	25	13	0,065	W 6203	W 6203-2Z	W 6203-2RS1
	47	14	11 400	6 300	30	12	0,12	W 6303	W 6303-2Z	W 6303-2RS1
20	42	12	7 930	4 900	25	14	0,069	W 6004	W 6004-2Z	W 6004-2RS1
	47	14	10 800	6 400	25	13	0,11	W 6204	W 6204-2Z	W 6204-2RS1
	52	15	13 500	7 650	30	12	0,14	W 6304	W 6304-2Z	W 6304-2RS1
25	47	12	8 520	5 700	25	15	0,080	W 6005	W 6005-2Z	W 6005-2RS1
	52	15	11 900	7 650	25	14	0,13	W 6205	W 6205-2Z	W 6205-2RS1
	62	17	17 200	10 800	30	13	0,23	W 6305	W 6305-2Z	W 6305-2RS1
30	55	13	11 100	8 000	25	15	0,12	W 6006	W 6006-2Z	W 6006-2RS1
	62	16	16 300	10 800	25	14	0,20	W 6206	W 6206-2Z	W 6206-2RS1
	72	19	22 500	14 600	30	13	0,35	W 6306	W 6306-2Z	W 6306-2RS1
35	62	14	13 500	10 000	25	15	0,16	W 6007	W 6007-2Z	W 6007-2RS1
	72	17	21 600	14 600	25	14	0,29	W 6207	W 6207-2Z	W 6207-2RS1
	80	21	27 600	18 600	30	13	0,46	W 6307	W 6307-2Z	W 6307-2RS1
40	68	15	14 000	10 800	25	15	0,19	W 6008	W 6008-2Z	W 6008-2RS1
	80	18	24 700	17 300	25	14	0,37	W 6208	W 6208-2Z	W 6208-2RS1
45	75	16	17 800	14 600	25	15	0,25	W 6009	W 6009-2Z	W 6009-2RS1
	85	19	27 600	19 600	25	14	0,41	W 6209	W 6209-2Z	W 6209-2RS1
50	80	16	18 200	16 000	25	15	0,26	W 6010	W 6010-2Z	W 6010-2RS1
	90	20	29 600	22 400	25	14	0,46	W 6210	W 6210-2Z	W 6210-2RS1

¹⁾ Coefficient de calcul de la charge minimale ; pour la formule, voir SKF Interactive Engineering Catalogue.

²⁾ Coefficient de calcul pour déterminer le coefficient Y lors du calcul d'une charge dynamique équivalente.