

J12S



## Epreuve de Sciences Industrielles B

Durée 6 h

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, d'une part il le signale au chef de salle, d'autre part il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

---

# DOCUMENTS

# ANNEXES

Tournez la page S.V.P

# Document 1

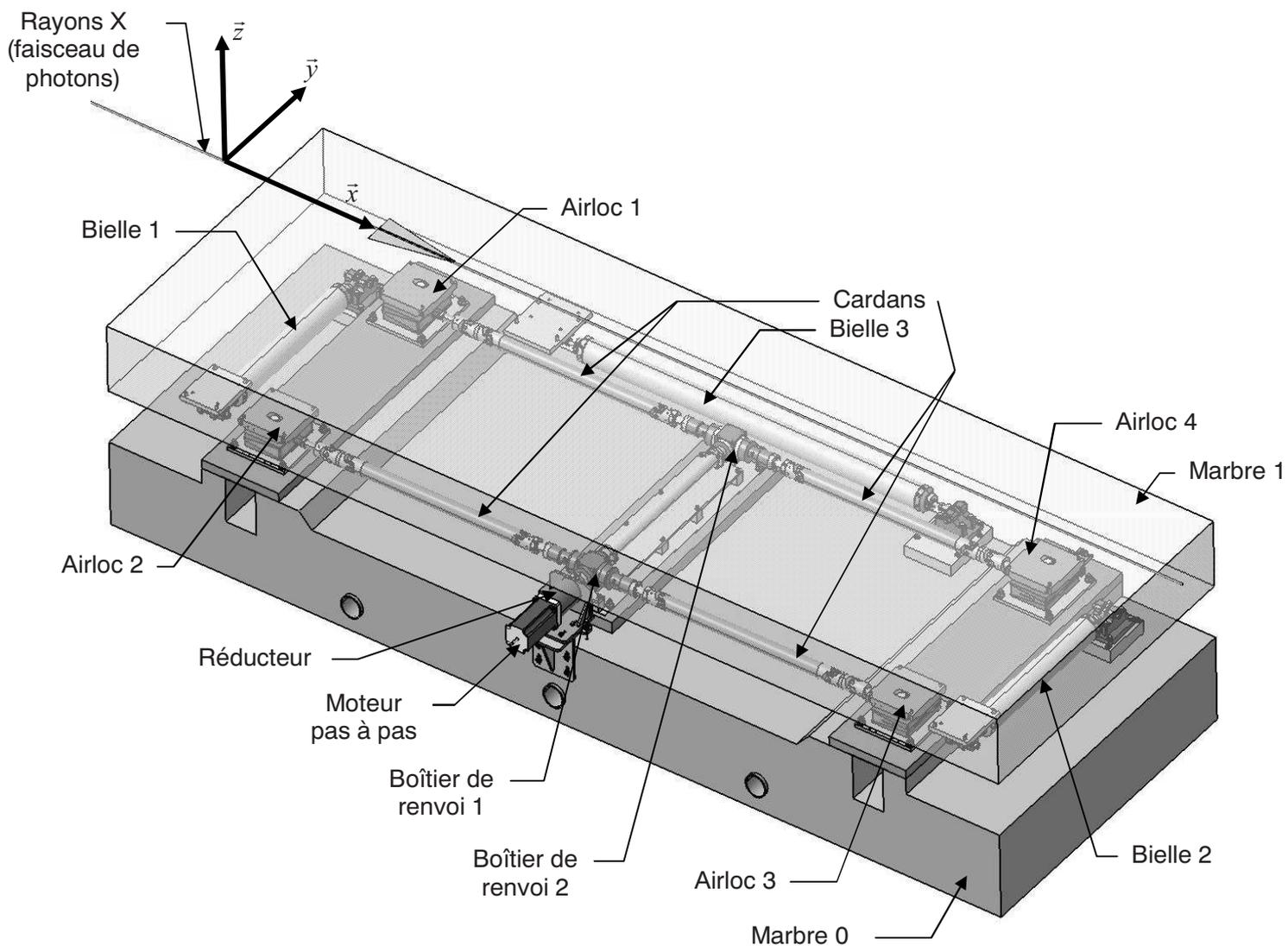


Figure 10 : Architecture du dispositif de translation verticale

# Document 2

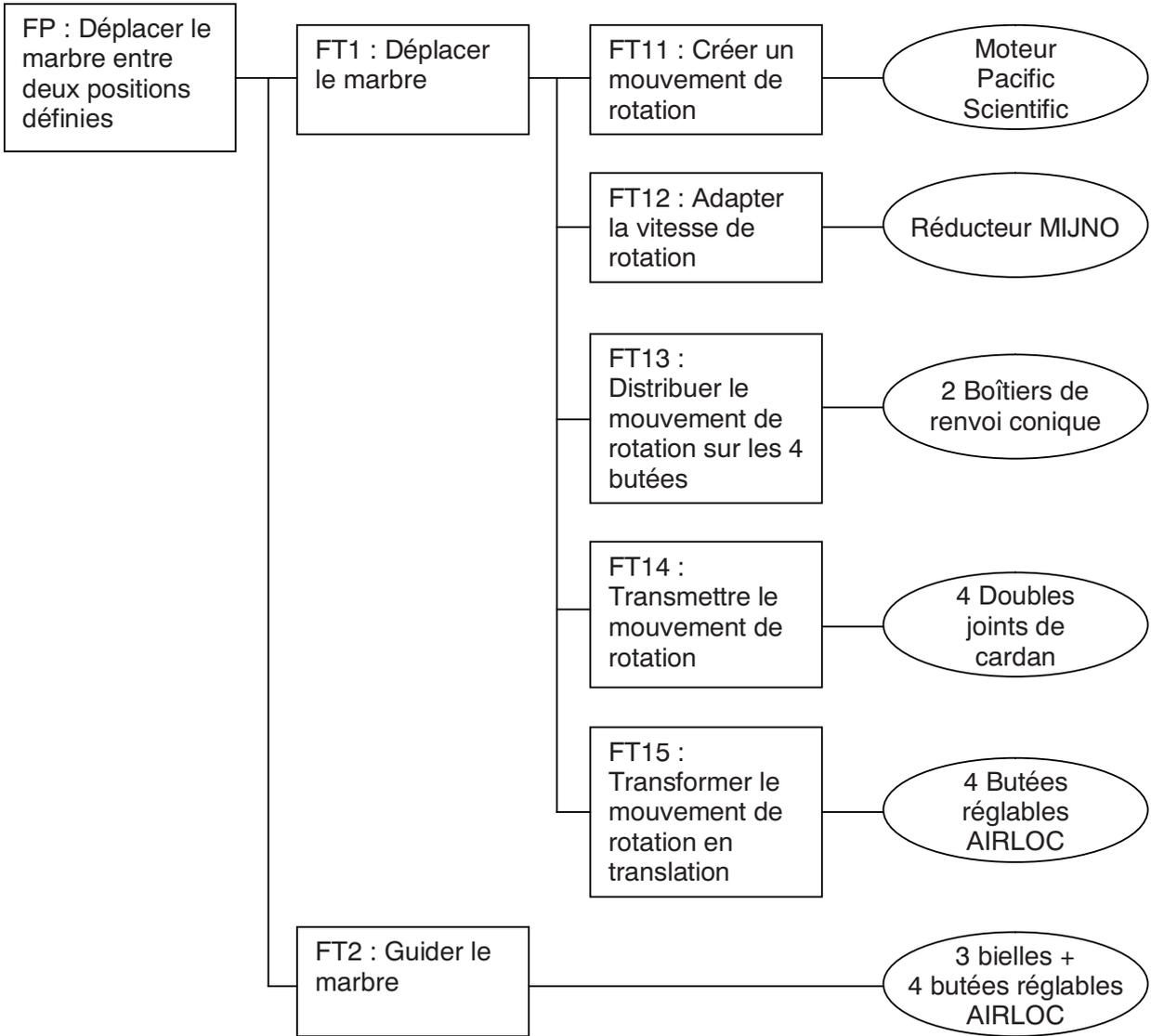


Figure 11 : Diagramme FAST de la fonction « Déplacer verticalement le marbre 1 »

# Document 3

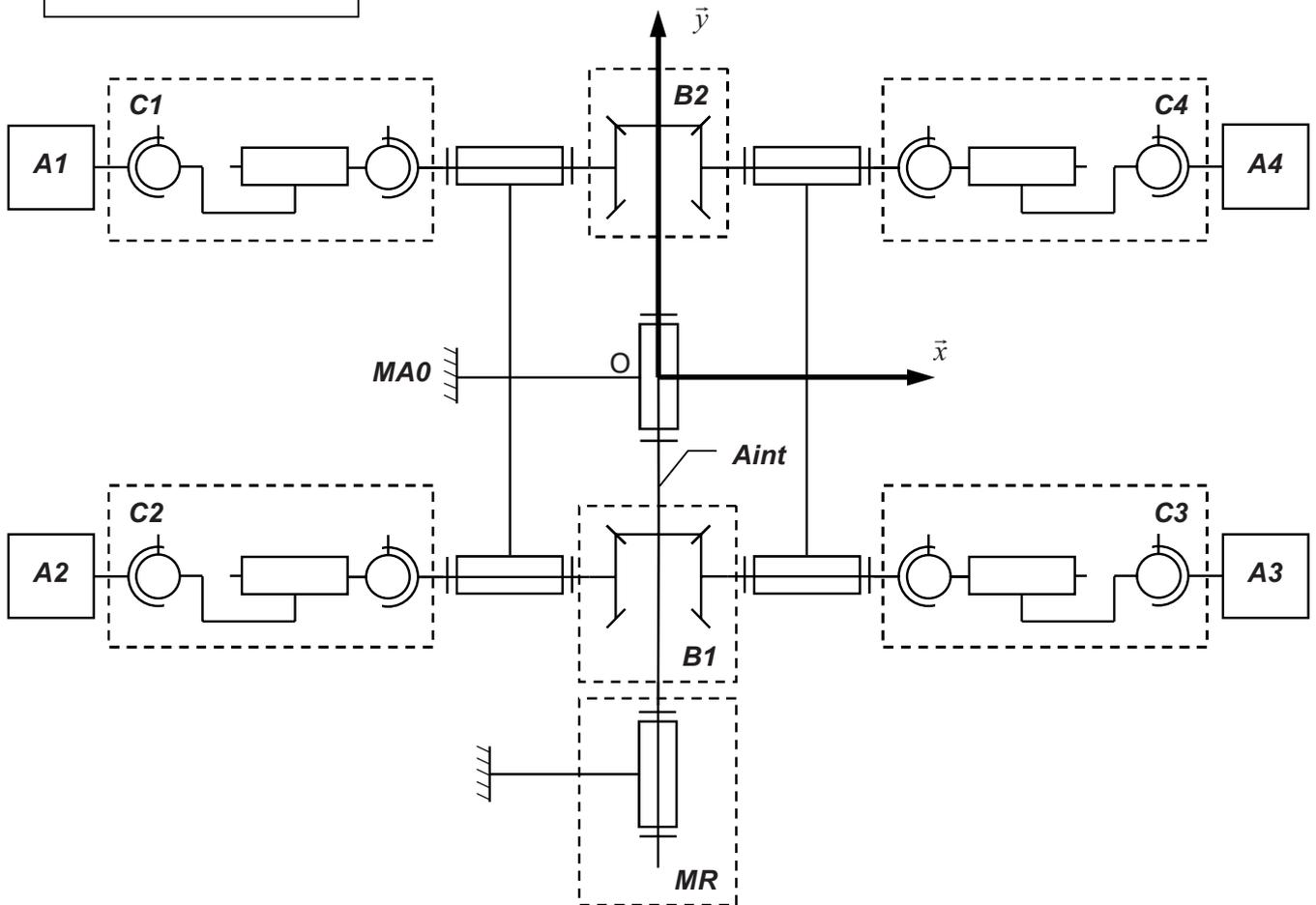


Figure 12 : Schéma cinématique du mécanisme de motorisation en vue de dessus

Repère	Quantité	Désignation
<b>MA0</b>	1	Marbre 0 (marbre fixe)
<b>MR</b>	1	Motoréducteur
<b>Bi</b>	2	Boîtiers de renvoi conique
<b>Cj</b>	4	Doubles joints de cardan
<b>Aj</b>	4	Butées réglables Airloc
<b>Aint</b>	1	Arbre intermédiaire

Tableau 1 : Repérage des différents sous-ensembles associés à la figure 12

# Document 4

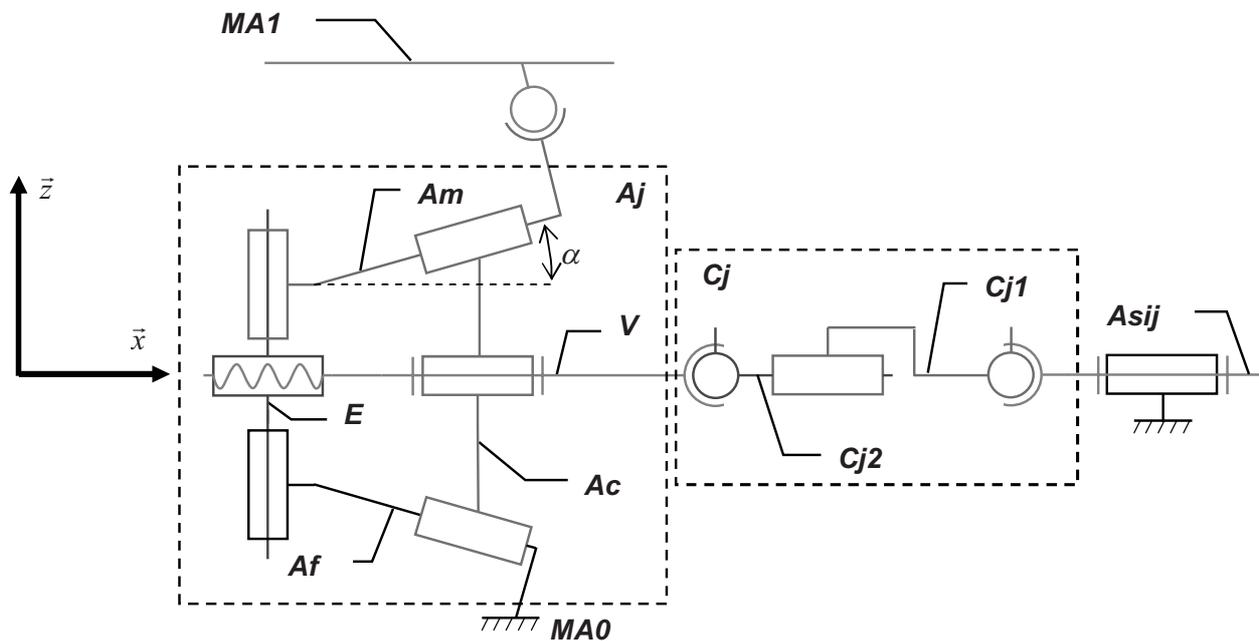


Figure 13 : Schéma cinématique d'un Airloc et d'un double joint de cardan

Repère	Quantité	Désignation
<b>MA0</b>	1	Marbre 0 (marbre fixe)
<b>MA1</b>	1	Marbre 1 (marbre mobile)
<b>Asij</b>	1	Arbre de sortie j d'un boîtier de renvoi conique i
<b>Cj1</b>	1	Première partie de l'arbre intermédiaire de la transmission par cardan
<b>Cj2</b>	1	Seconde partie de l'arbre intermédiaire de la transmission par cardan
<b>V</b>	1	Vis d'entrée de l'Airloc
<b>E</b>	1	Ecrou de l'Airloc
<b>Af</b>	1	Partie fixe de l'Airloc
<b>Ac</b>	1	Coin de l'Airloc
<b>Am</b>	1	Partie mobile de l'Airloc

Tableau 2 : Repérage des différents sous-ensembles associés à la figure 13

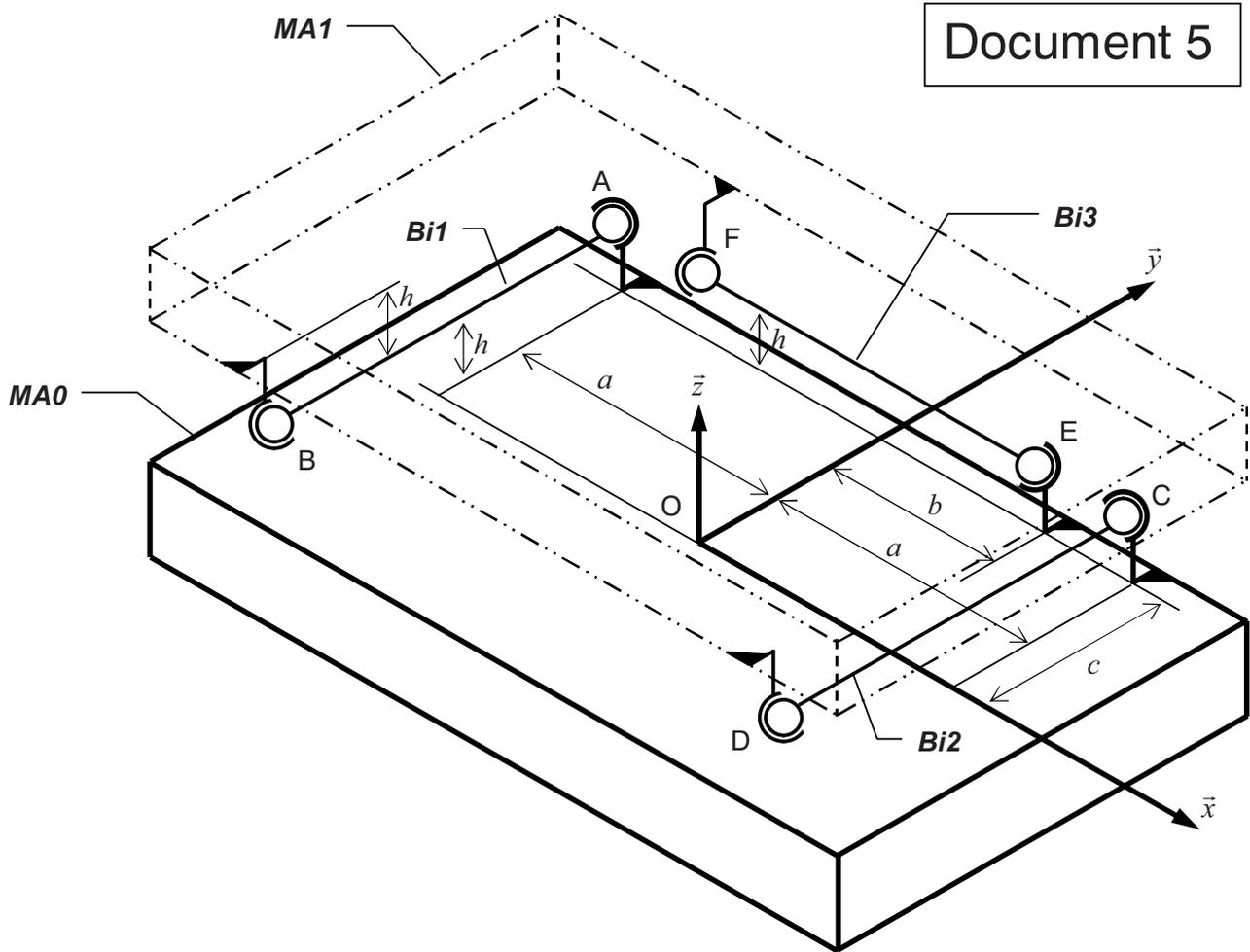


Figure 14 : Schéma cinématique donnant l'implantation des bielles

Repère	Quantité	Désignation
<b>MA0</b>	1	Marbre 0 (marbre fixe)
<b>MA1</b>	1	Marbre 1 (marbre mobile)
<b>Bik</b>	3	Bielle k

Tableau 3 : Repérage des différents sous-ensembles associés à la figure 14

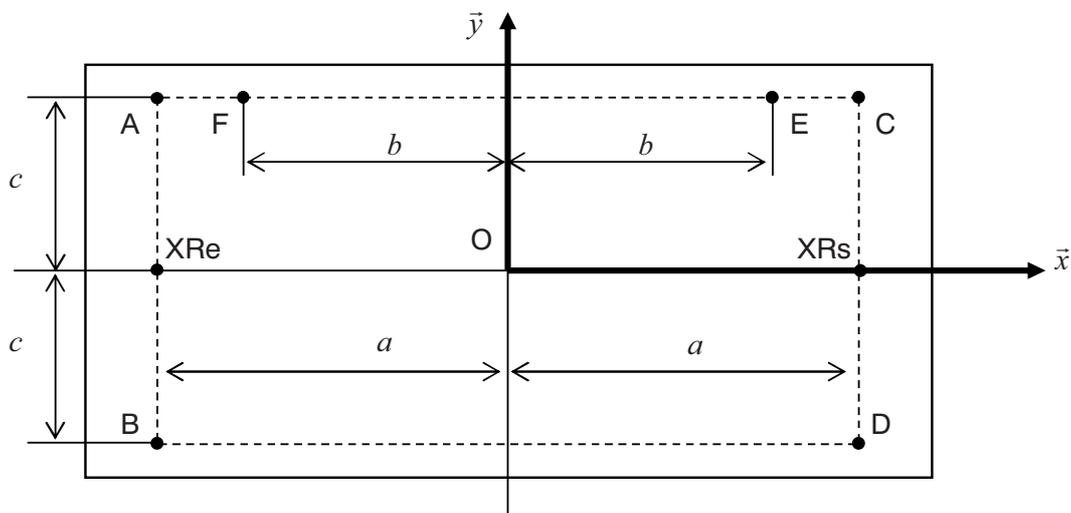
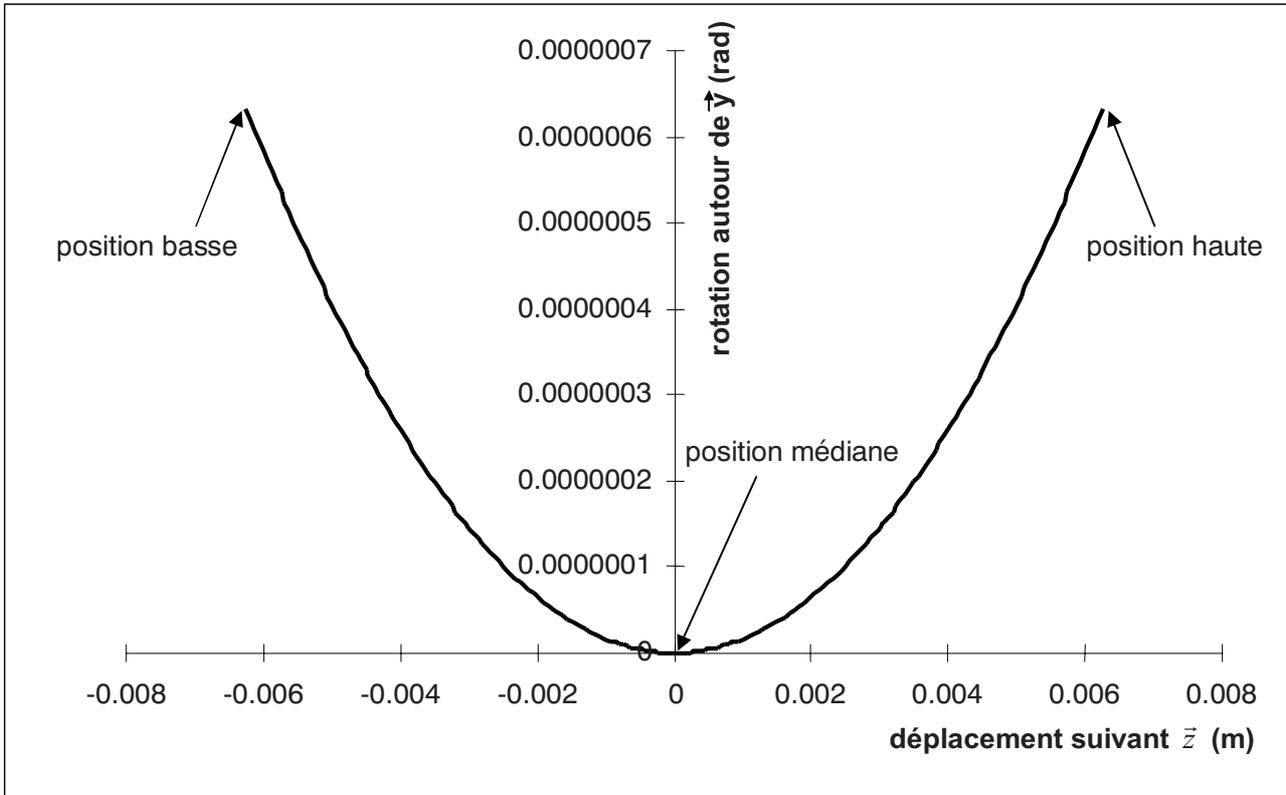
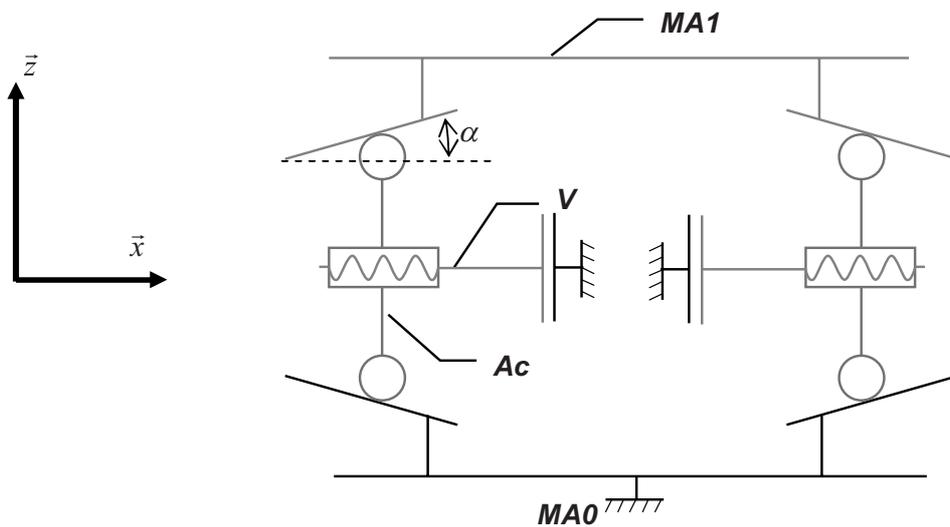


Figure 15 : Vue de dessus précisant l'implantation des centres des rotules

# Document 6

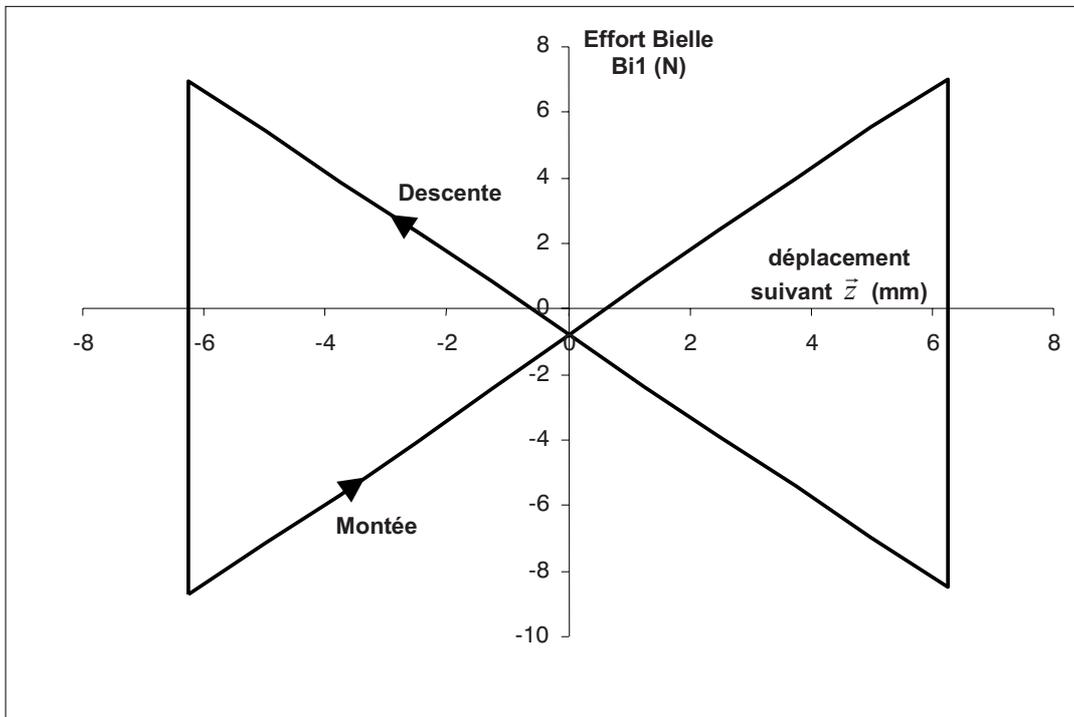


**Figure 16 :** Evolution de l'angle de rotation autour de  $\vec{y}$  du marbre **MA1** en fonction du déplacement suivant  $\vec{z}$  mesuré au point  $O'$

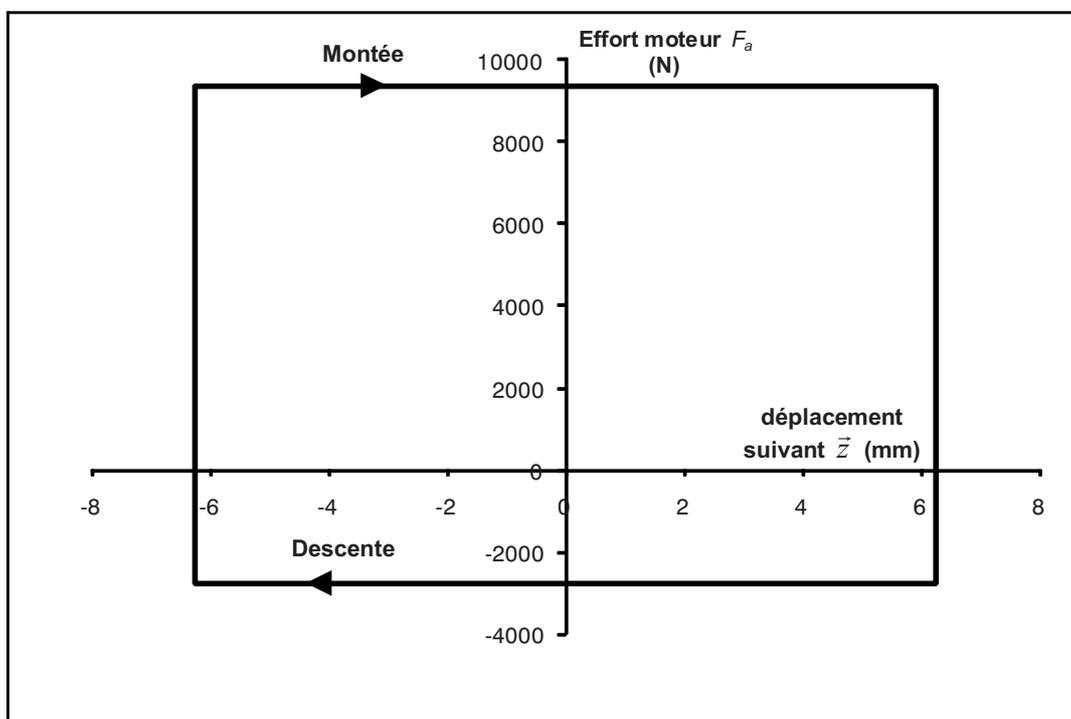


**Figure 17 :** Modèle simplifié des Airloc (Airloc 2 et Airloc 3 représentés)

# Document 7

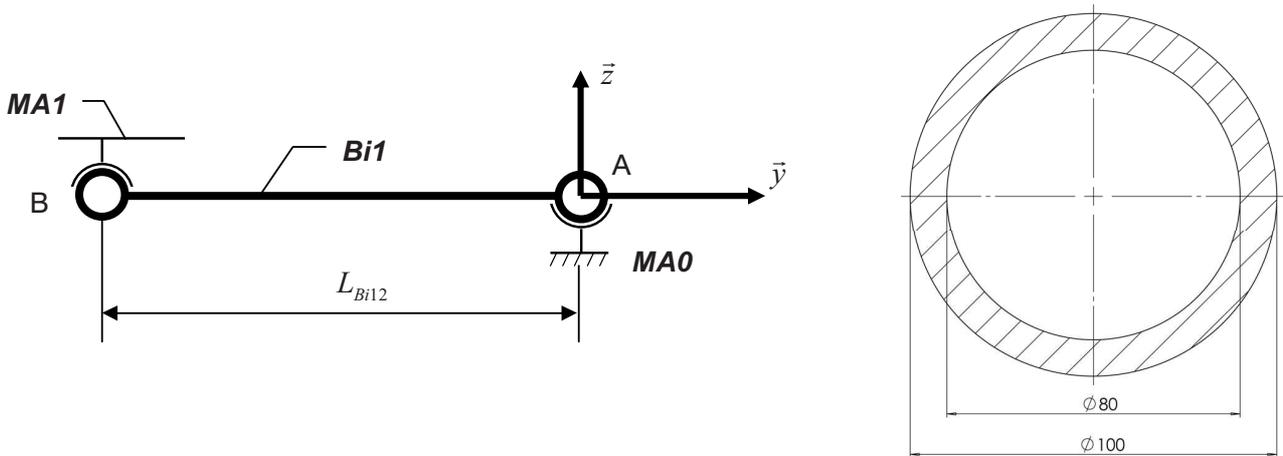


**Figure 18 :** Evolution de l'effort dans la bielle  $Bi1$  en fonction du déplacement suivant  $\vec{z}$  mesuré au point  $O$

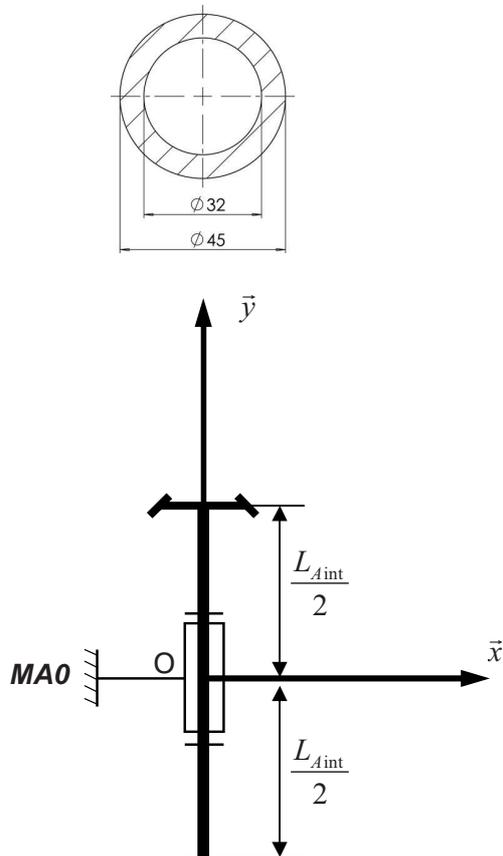


**Figure 19 :** Evolution de l'effort axial  $F_a$  dans la liaison hélicoïdale en fonction du déplacement suivant  $\vec{z}$  mesuré au point  $O$

# Document 8



**Figure 20 :** a) Modèle poutre pour l'étude de la bielle **Bi1** b) section de la bielle **Bi1**



**Figure 21 :** a) section de l'arbre intermédiaire **Aint**  
b) Modèle poutre pour l'étude de l'arbre intermédiaire **Aint**

# Document 9

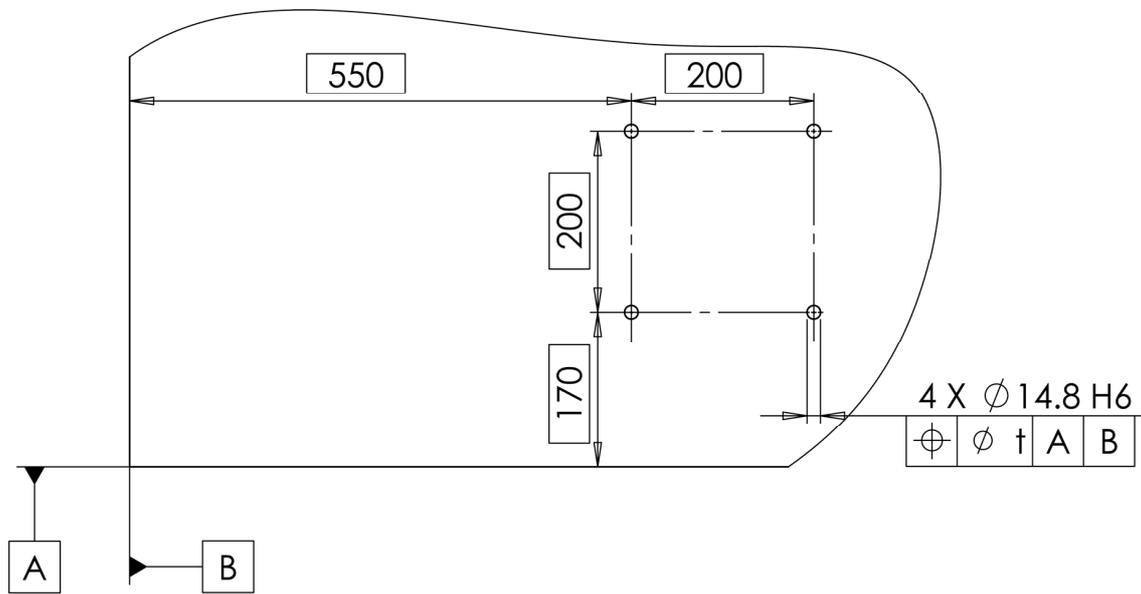


Figure 22 : Vue partielle du marbre **MA0**

# Document 10



Figure 23 : a) Moteur pas à pas Pacific scientific

Données techniques du moteur		
Type de moteur		Powerpac K43HXHL
Tension maximale $U_{max}$	V	160
Couple de maintien $M_H$	N.m	28,2
Inertie du rotor $J_R$	kg.m <sup>2</sup>	$1,09 \cdot 10^{-3}$
Nombre de pas par tour $z$ <sup>1)</sup>		De 200 à 64000
Angle de pas <sup>1)</sup>	°	De 1,8 à 0,005625
Courant nominal $I_N$	A	8
Résistance de l'enroulement $R_W$		0,5
Masse $m$ <sup>2)</sup>	kg	11,64

<sup>1)</sup> Dépendant de l'électronique de commande

<sup>2)</sup> Masse du moteur avec câbles

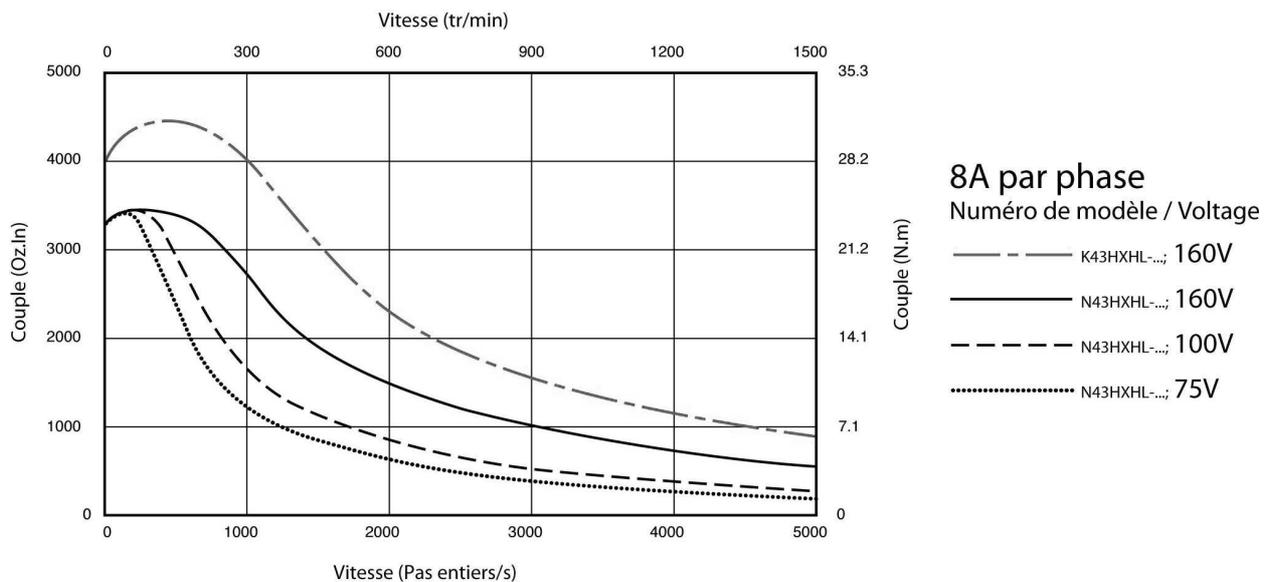


Figure 23 : b) Evolution du couple disponible en fonction de la vitesse de rotation

Document 11

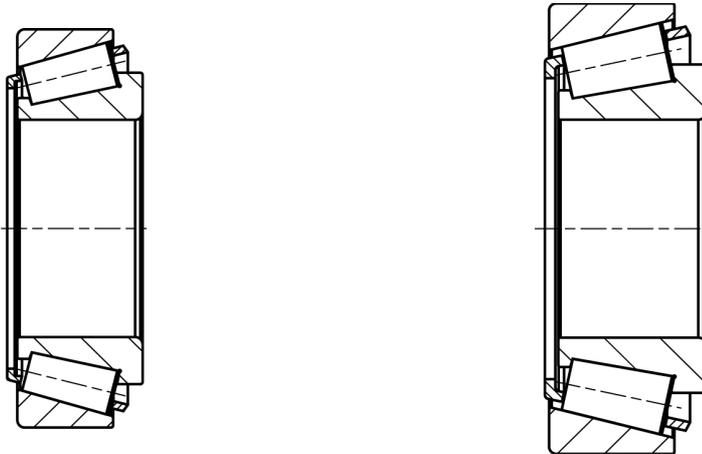


Figure 24 : a) Roulement à rouleaux coniques 32006      b) Roulement à rouleaux coniques 32206

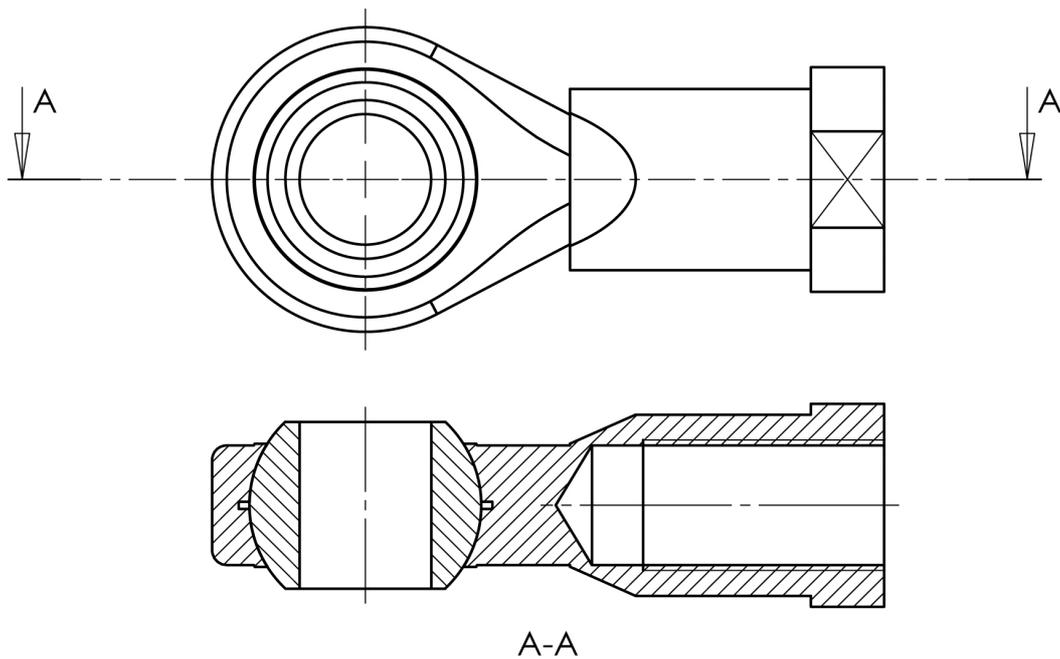
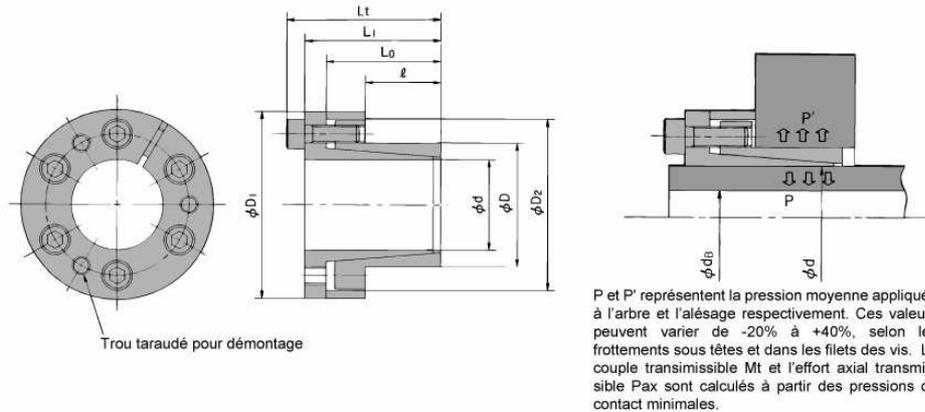


Figure 25 : Rotules UNIBAL

# Document 12



Désignation (dxD : diamètre d'arbre x diamètre d'alésage)	Dimensions (mm)						Couple transmissible		Effort axial transmissible		Pression de contact				Vis			Masse	
	l	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>t</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	M <sub>t</sub>		P <sub>ax</sub>		Arbre (P)		Alésage (P')		Nb	Taille	Couple de serrage M <sub>A</sub>		
							N.m	kgf.m	kN	kgf	Mpa	kgf/mm <sup>2</sup>	Mpa	kgf/mm <sup>2</sup>			N.m		kgf.m
PL 6 X 12 TF	10	19	21	24	25	23	11	1,2	3,78	386	186	19	93	9,5	3	M3x10	2,25	0,23	0,05
PL 7 X 12 TF	10	19	21	24	25	22,5	13	1,4	3,78	386	160	16,3	93	9,5	3	M3x10	2,25	0,23	0,05
PL 8 X 15 TF	12	22	25	29	27	24	26	2,7	6,53	666	200	20,4	107	10,9	3	M4x10	4,8	0,49	0,07
PL 10 X 18 TF	14	23	26	30	32	28	44	4,4	8,7	888	183	18,7	102	10,4	4	M4x10	4,8	0,49	0,09
PL 11 X 18 TF	14	23	26	30	32	28	48	4,9	8,7	888	167	17	102	10,4	4	M4x10	4,8	0,49	0,08
PL 12 X 20 TF	14	23	26	30	34	30	52	5,3	8,7	888	153	15,6	92	9,3	4	M4x10	4,8	0,49	0,1
PL 14 X 22 TF	14	23	26	30	38	33	61	6,2	8,7	888	131	13,4	83	8,5	4	M4x10	4,8	0,49	0,12
PL 15 X 23 TF	14	24	30	35	39	35,5	107	10,9	14,2	1450	199	20,4	130	13,3	4	M5x14	9,8	1	0,12
PL 16 X 24 TF	14	24	30	35	40	36,5	114	11,6	14,2	1450	187	19,1	125	12,7	4	M5x14	9,8	1	0,16
PL 18 X 26 TF	18	31	38	44	47	42	196	20	21,6	2200	217	22,1	126	12,9	4	M6x18	16,7	1,7	0,27
PL 19 X 27 TF	18	31	38	44	49	43	206	21	21,6	2200	205	20,9	122	12,4	4	M6x18	16,7	1,7	0,29
PL 20 X 28 TF	18	31	38	44	50	44	216	22	21,6	2200	195	19,9	118	12	4	M6x18	16,7	1,7	0,3
PL 22 X 32 TF	25	38	45	51	54	48	245	25	21,6	2200	121	12,3	74	7,5	4	M6x18	16,7	1,7	0,38
PL 24 X 34 TF	25	38	45	51	56	50	265	27	21,6	2200	111	11,3	70	7,1	4	M6x18	16,7	1,7	0,41
PL 25 X 34 TF	25	38	45	51	56	50	274	28	21,6	2200	107	10,9	70	7,1	4	M6x18	16,7	1,7	0,39
PL 28 X 39 TF	25	38	45	51	61	55	461	47	32,3	3300	142	14,5	91	9,3	6	M6x18	16,7	1,7	0,47
PL 30 X 41 TF	25	38	45	51	62	57	500	51	32,3	3300	133	13,6	86	8,8	6	M6x18	16,7	1,7	0,48
PL 32 X 43 TF	25	38	45	51	65	59	529	54	32,3	3300	124	12,7	82	8,4	6	M6x18	16,7	1,7	0,52
PL 35 X 47 TF	32	45	52	58	69	62	774	79	44,1	4500	116	11,8	78	8	8	M6x18	16,7	1,7	0,63
PL 38 X 50 TF	32	45	52	58	72	66	843	86	44,1	4500	107	10,9	74	7,5	8	M6x18	16,7	1,7	0,67
PL 40 X 53 TF	32	45	52	58	75	69	882	90	44,1	4500	101	10,3	70	7,1	8	M6x18	16,7	1,7	0,73
PL 42 X 55 TF	32	45	52	58	78	71	931	95	44,1	4500	96	9,8	68	6,9	8	M6x18	16,7	1,7	0,78
PL 45 X 59 TF	45	62	70	78	86	80	1850	189	82,3	8400	119	12,1	82	8,4	8	M8x22	40,2	4,1	1,23
PL 48 X 62 TF	45	62	70	78	87	81	1970	201	82,3	8400	111	11,3	78	8	8	M8x22	40,2	4,1	1,24
PL 50 X 65 TF	45	62	70	78	92	86	2060	210	82,3	8400	107	10,9	74	7,6	8	M8x22	40,2	4,1	1,4
PL 55 X 71 TF	55	72	80	88	98	92	2550	260	92,1	9400	87	8,9	63	6,4	9	M8x22	40,2	4,1	1,7
PL 60 X 77 TF	55	72	80	88	104	98	2770	283	92,1	9400	80	8,2	58	5,9	9	M8x22	40,2	4,1	1,9
PL 65 X 84 TF	55	72	80	88	111	105	3010	307	92,1	9400	74	7,6	53	5,4	9	M8x22	40,2	4,1	2,21
PL 70 X 90 TF	65	86	96	106	119	113	5150	525	147	15000	92	9,4	67	6,8	9	M10x25	81,3	8,3	3,05
PL 75 X 95 TF	65	86	96	106	126	119	5490	560	147	15000	86	8,8	63	6,4	9	M10x25	81,3	8,3	3,32
PL 80 X 100 TF	65	86	96	106	131	125	7840	800	196	20000	108	11	79	8,1	12	M10x25	81,3	8,3	3,5
PL 85 X 106 TF	65	86	96	106	137	131	8330	850	196	20000	101	10,3	75	7,7	12	M10x25	81,3	8,3	3,81
PL 90 X 112 TF	65	86	96	106	144	137	8820	900	196	20000	96	9,8	72	7,3	12	M10x25	81,3	8,3	4,2

Figure 26 : Frette conique TSUBAKIMOTO

# Document 13

<b>Moteur pas à pas <i>M</i></b>	
Résolution en mode micropas	64 000 pas/tour
<b>Réducteur <i>R</i></b>	
Rapport de réduction	$k = \frac{1}{30}$
<b>Marbres</b>	
Masse du marbre <b><i>MA1</i></b>	$m = 6000kg$
Distance entre les deux bielles <b><i>Bi1</i></b> et <b><i>Bi2</i></b>	$2a = 3700mm$
<b>Airloc</b>	
Pente	$\alpha = 6^\circ$
Pas de la liaison hélicoïdale	$p = 2mm$
Coefficient de frottement entre coins et marbres	$f = 0,2$
<b>Géométrie</b>	
Longueur des bielles <b><i>Bi1</i></b> et <b><i>Bi2</i></b>	$L_{Bi12} = 988mm$
Diamètre extérieur des bielles <b><i>Bi1</i></b> et <b><i>Bi2</i></b>	$D_{Bi1}^e = 100mm$
Diamètre intérieur des bielles <b><i>Bi1</i></b> et <b><i>Bi2</i></b>	$D_{Bi1}^i = 80mm$
Longueur de l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$L_{Aint} = 726mm$
Diamètre extérieur de l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$D_{Aint}^e = 45mm$
Diamètre intérieur de l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$D_{Aint}^i = 32mm$
<b>Caractéristiques matériaux</b>	
Module de Young des bielles <b><i>Bi1</i></b> et <b><i>Bi2</i></b>	$E = 210GPa$
Module de cisaillement de l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$G = 80GPa$
Limite élastique de l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$Re = 600MPa$
<b>Quantités cinématiques</b>	
Déplacement parasite de <b><i>MA1</i></b> selon $\vec{y}$	$\delta y$
Déplacement de <b><i>MA1</i></b> selon $\vec{z}$	$\delta z$
Différence d'élévation entre les Airloc <b><i>A2</i></b> et <b><i>A4</i></b> , ou <b><i>A1</i></b> et <b><i>A3</i></b>	$\delta h$
Allongement sous charge des bielles <b><i>Bi1</i></b> et <b><i>Bi2</i></b>	$\delta l$
Allongement admissible des bielles <b><i>Bi1</i></b> et <b><i>Bi2</i></b>	$\delta l_{adm} = 0,025\mu m$
Rotation relative des sections extrêmes de l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b> sous charge	$\theta_y$
Vitesse de rotation du moteur <b><i>M</i></b>	$\omega_{moteur}$
Vitesse de rotation de l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$\omega_{Aint}$
<b>Quantités statiques</b>	
Effort exercé par une vis d'entrée <b><i>V</i></b> sur un coin <b><i>Ac</i></b> d'un airloc <b><i>Ai</i></b>	$F_a$
Effort maximal supporté par une bielle <b><i>Bi1</i></b> ou <b><i>Bi2</i></b>	$F_{max} = 10N$
Couple délivré par le moteur <b><i>M</i></b>	$C_m$
Couple exercé par l'arbre de sortie du boîtier <b><i>B1</i></b> sur l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$C$
Contrainte de cisaillement maximal dans l'arbre intermédiaire <b><i>Aint</i></b>	$\tau_{max}$
<b>Rendement</b>	
Rendement du réducteur <b><i>R</i></b>	$\eta_R = 0,9$
Rendement de la liaison hélicoïdale d'un airloc <b><i>Ai</i></b>	$\eta_H = 0,3$

**Tableau 4 : Récapitulatif des notations utilisées**