

**Contrôle continu 1 de Dimensionnement des
Systèmes Mécaniques**
Sylvain CLOUPET, Sylvain VERRON

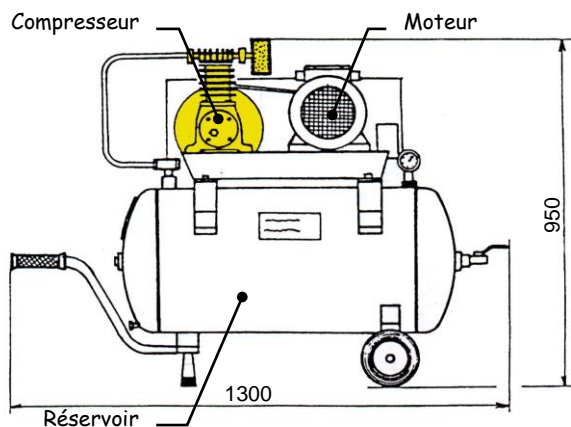
Date : 07/12/15

Durée : 1H20

Documents autorisés : Cours

1^{ère} partie : Hyperstatisme et PFS

Le compresseur d'air représenté sur le dessin d'ensemble DT01 est destiné à alimenter une petite centrale de production d'air comprimé schématisée ci-contre.



-Compresseur : Monocylindre débitant 37,5 l/mn à 1500 tr/mn à Patm (pression atmosphérique); chemise en acier; cylindre en alliage d'aluminium, socle en fonte

-Moteur : CEM de 1 KW, 3000 tr/mn

-Réservoir : 100 l

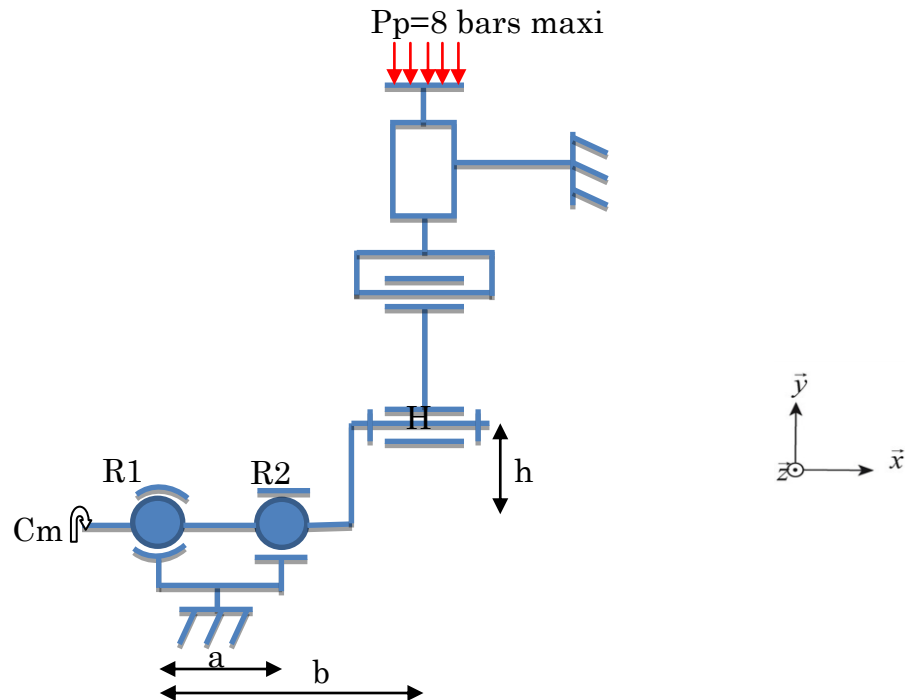
-Equipements : Dispositifs de mise à l'air de la canalisation pour démarrage à vide; soupape de sécurité; robinet de purge; manomètre 12 bars, clapet anti-retour; vanne cuve.

-Modes de fonctionnement : Marche manuelle ou automatique entre 6 et 8 bars par contacteur manométrique.

FONCTIONNEMENT :

Lorsque le vilebrequin (4) est entraîné en rotation par le moteur, la bielle (6) transmet au piston (7) un mouvement de translation rectiligne alterné; ainsi la descente du piston a pour effet "d'aspirer" l'air extérieur à la pression atmosphérique qui, pour entrer dans le cylindre, soulève le clapet d'admission. Lorsque le piston arrive à son point mort bas (PMB) l'air n'est plus aspiré et le clapet qui était ouvert se referme. Le piston (7) remonte, comprimant l'air qui a été aspiré; lorsque la pression intérieure du cylindre est égale à la pression de la cuve (réservoir), le second clapet se soulève et laisse passer l'air du cylindre vers la cuve.

A partir du plan d'ensemble du compresseur fourni en annexe, la schématisation cinématique suivante est proposée :



Le guidage en rotation de l'arbre 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 (centres respectifs de R_1 et R_2).

On demande

1. Calculer le degré d'hyperstatisme h_s de ce mécanisme.
2. Ecrire la forme des torseurs des actions mécaniques aux points O_1 et O_2 .
3. Ecrire le torseur de l'action mécanique au point H dû à la pression s'exerçant sur le piston (on fera l'hypothèse que la pression exercée est au maximum lorsque les pièces sont alignées à la verticale, et que donc l'effort dû à la pression sur le piston se transfère directement en H).
4. Après avoir ramené au point O_1 , l'ensemble des torseurs des efforts qui s'appliquent à l'arbre moteur, déterminer toutes les inconnues de liaison.
5. Question BONUS : Qu'arrive-t-il au couple moteur ? Cela vous paraît-il logique ? Expliquer. A quel instant celui-ci devrait-il être le plus important ?

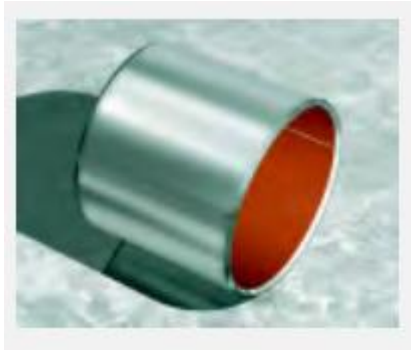
Données :

a	b	h	Pp	Rp (rayon du piston)
30 mm	50 mm	20 mm	8 bars	20 mm

Rappel : 1 bar = 10^5 Pa, et le piston est de forme cylindrique

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

On s'intéresse désormais au dimensionnement du palier lisse (16) assurant le guidage en rotation de la bielle (6) par rapport à la manivelle (4+5). Le fonctionnement se fait en continu, et en environnement chaud (60°C). Son programme l'oblige à toujours être en mouvement. Le choix du concepteur se porte sur des paliers lisses de la marque GGB et plus particulièrement sur le modèle DP4.



L'arbre (5) en acier inoxydable possède un diamètre de 20mm. Le palier sera soumis à l'unique effort radial $F=1005\text{N}$. La bielle, agissant comme logement pour ce palier, possède des qualités moyennes de dissipation calorifique. On considèrera bien que nous sommes dans le cas d'une charge rotative avec $N_{\text{bielle}}=500\text{tr/min}$. Il n'est pas prévu de lubrification particulière. La durée de vie souhaitée est de 500h.

Quelle largeur de palier choisir ?

Extraits du catalogue GGB pour le DP4

		Abrévia- tion	Valeur		Unité	Commentaire
			DP4	DP4B		
Caractéris- tiques physiques	Coefficient de dilatation thermique linéaire :					
	parallèle à la surface	α_1	11	18	$10^{-6}/K$	
	perpendiculaire à la surface	α_2	30	36	$10^{-6}/K$	
	Température maximale	T _{max}	+280	+280	°C	
	Température minimale	T _{min}	−200	−200	°C	
Caractéris- tiques mécaniques	Résistance à la compression	σ_c	350	300	MPa	mesuré sur un disque de dia. 5 mm et d'ép. 2,45 mm
	Pression spécifique maximale					
	Statique	p _{sta,max}	250	140	MPa	
	Dynamique	p _{dyn,max}	140	140	MPa	

Tab. 1: Caractéristiques physiques et mécaniques du DP4 et DP4B

	DP4	Unité
p	140	MPa
v	2,5	m/s
pv Continu	0,5	MPa x m/s
pv Intermittent	1,0	MPa x m/s

Tab. 9: p, v, pv courants

Conditions de fonctionnement	Nature du logement	Température d'environnement du palier T_{amb} [°C] et Coefficient de température d'application a_T					
		25	60	100	150	200	280
Fonctionnement continu à sec	Qualités moyennes de dissipation calorifique	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
Fonctionnement continu à sec	Logement embouti, ajouré ou isolé avec faibles qualités de dissipation calorifique	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	-
Fonctionnement continu à sec	Logement non métallique avec mauvaises qualités de dissipation calorifique	0,3	0,3	0,2	0,1	-	-
Fonctionnement intermittent à sec (durée moins de 2 min, suivie par une longue période de repos)	Qualités moyennes de dissipation calorifique	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4	0,2

Tab. 10: Coefficient correcteur de température d'application a_T

Matériau	Coefficient correcteur du contre-matériau a_M	Coefficient correcteur de durée de vie a_L
Acier et fonte		
Acier au carbone	1	400
Acier au manganèse	1	400
Acier allié	1	400
Acier cimenté	1	400
Acier nitruré	1	400
Acier carbo-nitruré	1	400
Acier inoxydable (7-10 % Ni, 17-20 % Cr)	2	400
Fonte ($0,3 \pm 0,1 \mu m R_a$)	1	400

Tab. 11: Coefficient correcteur de contre-matériau a_M et coefficient correcteur de durée de vie a_L

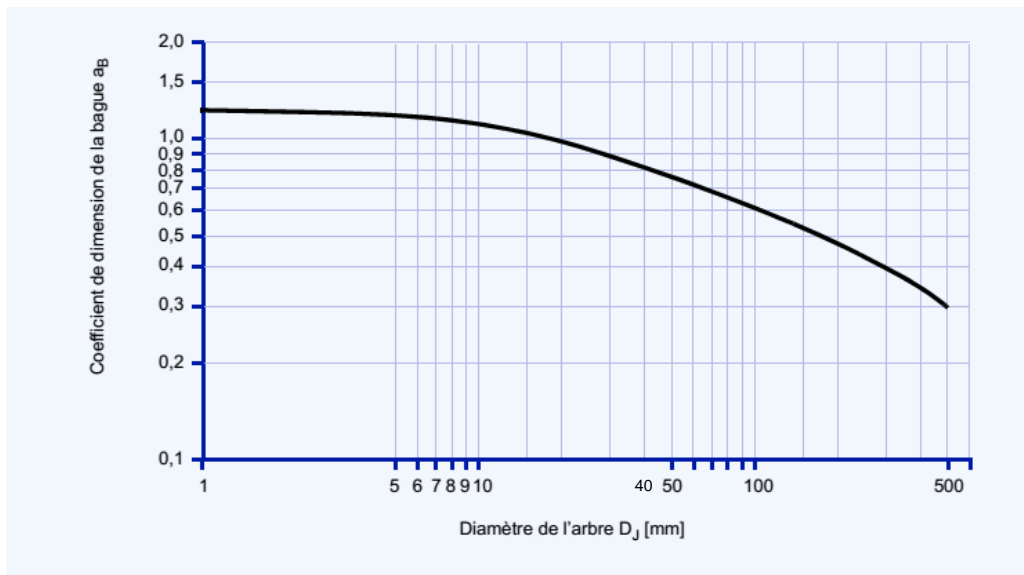


Fig. 21: Coefficient de dimension de la bague a_B

Coefficient correcteur de pression spécifique a_E

(4.4.4) [-]

$$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}}$$

Facteur pv corrigé

Bagues

(4.4.5) [MPa x m/s]

$$pv = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot n}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Où F est l'effort appliqué sur le palier (en N), n est la vitesse de rotation (en tr/min), et B est la longueur du palier (en mm).

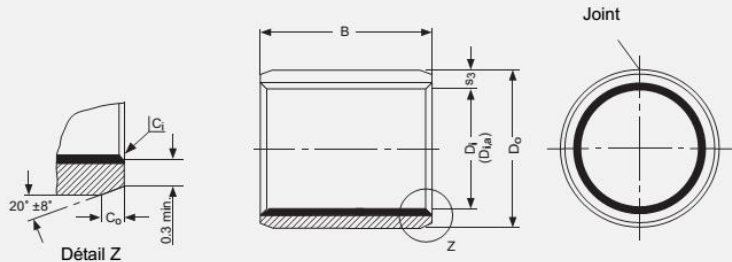
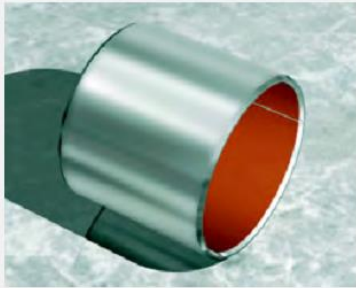
Bagues, charge rotative (Fig. 23)

(4.4.10) [h]

$$L_H = \frac{530}{pv} - a_L$$

Où L_H est la durée de vie exprimée en heure.

8.1 Bagues cylindriques DP4



Dimensions et tolérances suivant ISO 3547 et spécifications GGB

Toutes dimensions en mm

Chanfreins extérieurs C_0 et intérieurs C_i

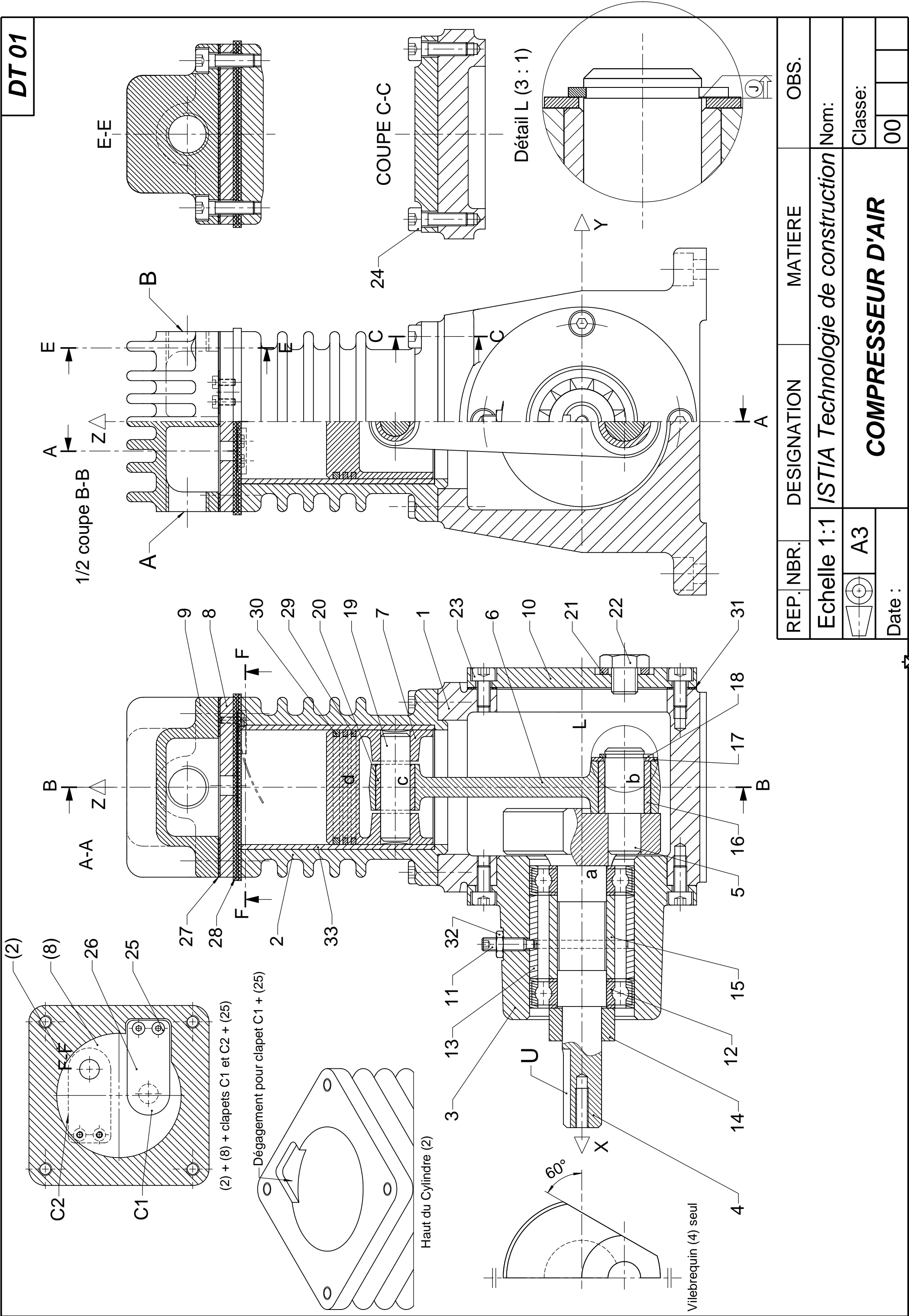
Epaisseur de paroi s_3	C_0 (a)		C_i (b)
	usiné	roulé	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7

Epaisseur de paroi s_3	C_0 (a)		C_i (b)
	usiné	roulé	
2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0

a = Chanfrein C_0 usiné ou roulé

b = C_i peut être usiné ou roulé, en concordance avec la norme ISO 13715

Référence	Diamètre nominal		Epaisseur de paroi S ₃	Largeur B	Ø d'arbre D _J [h6, f7, h8]	Ø du logement D _H [H6, H7]	Ø de la bague D _{1a} monté dans H6/H7 logement	Jeu C _D
	D _I	D _O						
1810DP4	18	20	1.005 0.980	10.25 9.75	17.984 17.966	20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006
1815DP4				15.25 14.75				
1820DP4				20.25 19.75				
1825DP4				25.25 24.75				
2010DP4	20	23	1.505 1.475	10.25 9.75	19.980 19.959	23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
2015DP4				15.25 14.75				
2020DP4				20.25 19.75				
2025DP4				25.25 24.75				
2030DP4	30.25 29.75	21.980 21.959		25.021 25.000	22.071 21.990			
2215DP4	15.25 14.75							
2220DP4	20.25 19.75							
2225DP4	25.25 24.75							
2230DP4	30.25 29.75	23.980 23.959		27.021 27.000	24.071 23.990			
2415DP4	15.25 14.75							
2420DP4	20.25 19.75							
2425DP4	25.25 24.75							
2430DP4	30.25 29.75							



REP. NBR.	DESIGNATION	MATIERE	OBS.
Echelle 1:1	ISTIA Technologie de construction	Nom:	
	A3	Classe:	
Date :		00	