

## Pompe doseuse à chambre tournante

Le système étudié est une pompe doseuse utilisée dans des applications agro-alimentaires.

La pompe envoie en sortie (embout 10) une dose de produit réglable à chaque rotation de l'arbre moteur (moteur 28 et roue dentée 2).

La particularité du système vient du fait qu'il ne doit y avoir aucune contamination des produits à doser (soupes, foie gras, etc. . . ) par des lubrifiants de la pompe.

La pompe utilise un système bielle-manivelle et une "chambre tournante" : à chaque rotation de l'arbre moteur, le piston aspire puis refoule le produit à doser, et simultanément, la chambre 14 tourne sur elle-même.

L'orifice de la chambre (voir coupe EE) passe alternativement devant l'orifice d'aspiration(entrée) puis devant l'orifice de refoulement (sortie). Ce système permet d'éviter d'utiliser des clapets, gênants lorsqu'il faut doser des produits comportant des morceaux (foie gras...)

### Documents fournis

- . DT1 : présentation avec schémas
- . DT2 : caractéristiques techniques
- . DT3 : plan d'ensemble au format A3
- . DT4 : nomenclature détaillée

### Données

- . Nombre de pistons :  $np = 1$
- . Vitesse de rotation de l'arbre 2 :  $N = 10$  à  $60$ tr/min
- . Moteur :  $P = 1100$ W
- . Pression dans la chambre doseuse :  $p = 0,4$ MPa
- . Dimensions principales :
- .  $\vec{OA} = e.\vec{x}_1 - d.\vec{z}$  avec  $e=57,7$ mm et  $d = 160$  mm ;  $\vec{AB} = b.\vec{y}_2$
- . Diamètre du piston  $D=81$ mm
- . Caractéristiques du coussinet en A : Voir document

### Indications

On pourra admettre que :

- . le système de réglage de débit est fixé dans une position connue, donc 3, 23, 24, 25 sont liés complètement au pignon moteur 2.
- . la bielle 19+21 est fixée à une longueur connue (encastrement - même classe d'équivalence)
- . la chambre tournante 14 est liée complètement au chapeau 12.
- . l'arbre moteur est guidé par un pivot d'axe  $(O, \vec{z})$  par rapport au carter.
- . on pourra admettre au besoin que la liaison entre la chambre 14 et l'arbre moteur 2 n'a qu'une inconnue statique, au point I.
- . les jeux réduits entre le piston et la chambre réalisent une liaison pivot glissant d'axe  $(B, \vec{x})$ .

### 1- Lecture de plan, modélisation des liaisons

- . le système est soumis au couple moteur  $C_m$ .  $\vec{z}$  en O
- . la pression dans la chambre génère un effort  $F$ .  $\vec{x}$  en B

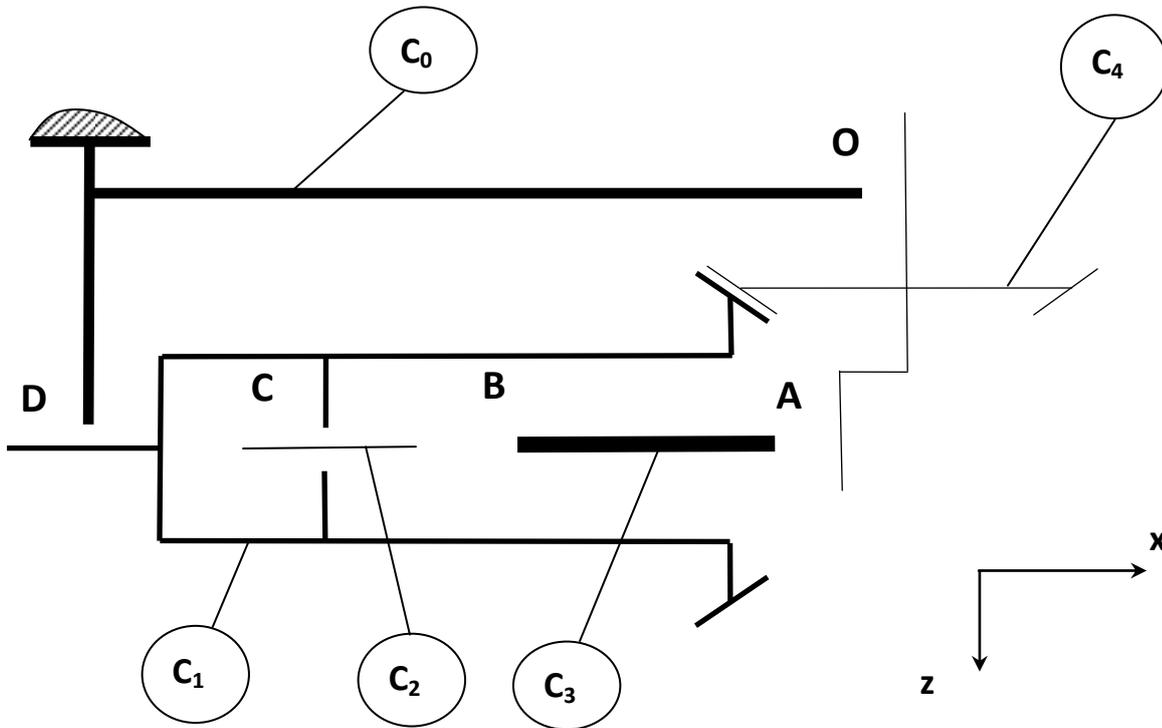
#### 1-1 Classes d'équivalence

1) Repérer les pièces 1, 2, 3, 4, 6, 7,8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 21,22, 23, 24, 25, 26, 27,29,30, 31 et définir les 5 classes d'équivalence suivantes :

- . carter :  $C_0 = \{ 1,$
- . chambre tournante :  $C_1 = \{ 14,$
- . piston :  $C_2 = \{ 7,$
- . bielle:  $C_3 = \{ 19,$
- . pignon moteur  $C_4 = \{ 2,$

**1-2 Tracé du schéma cinématique tenant compte des mobilités apparentes**

- 2) Déterminer la ou les "mobilité(s) apparente(s) entre les classes d'équivalence
- 3) Définir une liaison cinématique normalisée ( dénomination, centre et/ou axe de la liaison ) pour chacune des interfaces entre les classes d'équivalence.
- 4) Tracer le graphe des liaisons de la pompe en indiquant le nom des liaisons ainsi que leur centre et leur axe principal
- 5) Compléter un premier schéma cinématique de la pompe ci-dessous basé sur les mobilités apparentes
- 6) En déduire le degré d'hyperstatisme du mécanisme dans cette première modélisation ( on considère que le contact engrenage conique supprime deux degrés de liberté )



**1-3 Tracé du schéma cinématique tenant compte de la géométrie des surfaces en contact (mobilités réelles)**

**Etude de la liaison en A**

- 7) Justifier la liaison réalisée au niveau du point A.
  - a) Quelles sont les pièces en contact au niveau de A?
  - b) Quel est la forme de la surface de contact ?
  - c) Justifier tout autre paramètre qui vous semblera utile et conclure.

**Etude de la liaison réalisée au niveau du point B ( l'hypothèse du jeu réduit n'est plus valable )**

- 8) Justifier la liaison réalisée au niveau du point B
  - a) Quelles sont les pièces en contact au niveau de B?
  - b) Quel est la forme de la surface de contact ?
  - c) Justifier tout autre paramètre qui vous semblera utile et conclure.

**Etude de la liaison réalisée au niveau des points C et D**

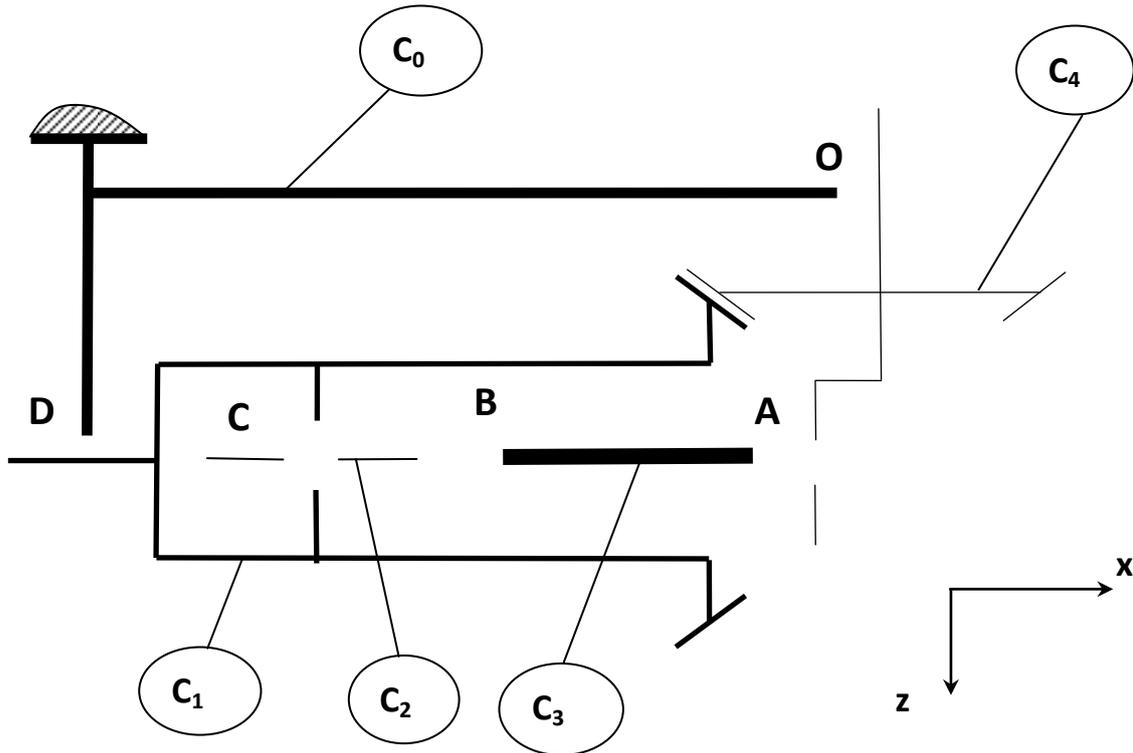
- 9) Justifier la liaison réalisée au niveau des points C et D
  - a) Quelles sont les pièces en contact au niveau de C et D?
  - b) Quel est la forme de la surface de contact ?
  - c) Justifier tout autre paramètre qui vous semblera utile et conclure.

**Graphe de liaison - hyperstatisme tenant compte des mobilités réelles**

- 10) Tracer le graphe des liaisons du mécanisme en indiquant le centre des liaisons et leur axe principal.
- 11) En déduire le degré d'hyperstatisme du mécanisme.

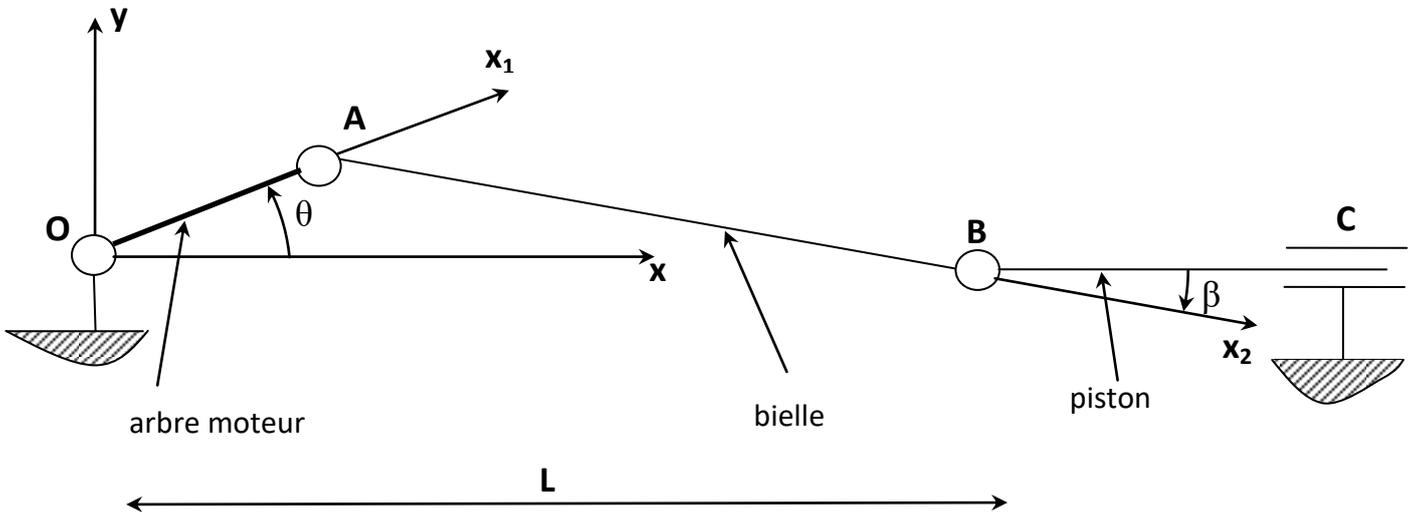
**Schéma cinématique tenant compte des mobilités réelles**

12) Compléter le schéma cinématique ci dessous



**2 - Loi entrée/sortie**

Le schéma cinématique partiel est donné ci-dessous. Sur le système réel,  $BC \approx 0$ . De plus, pour les calculs d'efforts on pourra se placer dans la position où l'angle  $\beta = 14^\circ$



13) Ecrire la fermeture géométrique du système.

14) En déduire la valeur de  $L(\theta)$  en fonction de  $\theta$ ,  $\beta$ ,  $e$ ,  $b$ .

15) Si on admet que  $\beta$  est petit, montrer que  $L(\theta) = b + e \cdot \cos(\theta)$

**2-1 Vitesse du piston**

16) En déduire la vitesse maximale du piston.

Application numérique

### **3 - Vérification du dimensionnement**

On se place pendant la phase de refoulement, à angles constants :  $\beta \approx 14^\circ$

Le torseur des efforts du guidage sur le piston (7) en B vaut :

$$\{T_{(14 \rightarrow 7)}\} = \begin{cases} \vec{F}_{(14 \rightarrow 7)} = F_y \cdot \vec{y} \\ \vec{M}_B(14 \rightarrow 7) = \vec{0} \end{cases}$$

Le torseur des efforts du fluide sur le piston (7) en B vaut :

$$\{T_{(fluide \rightarrow 7)}\} = \begin{cases} \vec{F}_{(fluide \rightarrow 7)} = -F_F \cdot \vec{x} \\ \vec{M}_B(fluide \rightarrow 7) = \vec{0} \end{cases}$$

On suppose que l'on néglige la puissance nécessaire pour faire tourner la chambre tournante : les efforts entre dentures sont supposés nuls.

Les efforts présents dans le système bielle-manivelle sont prédominants.

#### **3-1 Calcul des actions mécaniques dans le système**

**17)** Isoler le système {piston+bielle}, et faire le bilan des actions extérieures.

**18)** En déduire les efforts en A et B.

#### **3-2 vérification du coussinet en A**

Le coussinet est de type autolubrifiant composite (voir document). Ses dimensions sont : 28-32-30

**19)** Calculer la norme de l'effort en A. Application numérique.

**20)** En déduire la pression de contact dans le coussinet en A. Application numérique.

**21)** Vérifier le dimensionnement du coussinet. Est-il correct ?

#### **3-3 vérification du moteur**

On prendra un rendement global du mécanisme égal à  $\eta = 70\%$ .

**22)** Sachant qu'en translation, la puissance est donnée par la formule  $P = F \cdot V$  où F est l'effort et V la vitesse, calculer la puissance utilisée au niveau du piston.

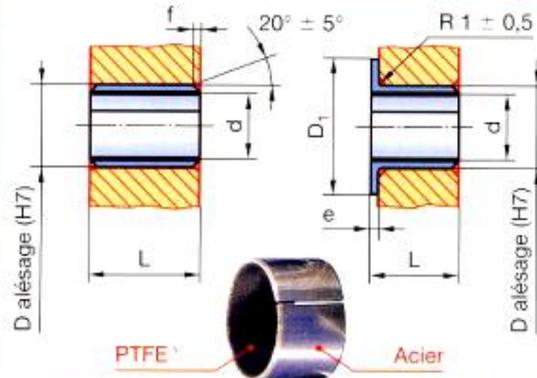
**23)** Le moteur est-il assez puissant pour entraîner le mécanisme ?

### 63.2 Coussinets autolubrifiants composites

NF E 22-511 – ISO 3547

#### Coussinets cylindriques PTFE

d	D	L	f	d	D	L	f
3	4,5	3-5-6		20	22	10-15-20-25-30	
4	5,5	4-6-10		22	25	15-20-25-30	
5	7	5-8-10		25	28	15-20-25-30	
6	8	6-8-10		28	32	20-25-30	
8	10	6-8-10-12		30	34	15-20-25-30-40	
10	12	8-10-12-15-20	0,8 ± 0,3	32	36	20-30-40	
12	14	8-10-12-15-20-25		35	39	20-30-40-50	
14	16	10-12-15-20-25		40	44	20-30-40-50	1,2 ± 0,4
15	17	10-12-15-20-25		45	50	20-30-40-50	
16	18	10-12-15-20-25		50	55	20-30-40-60	
18	20	15-20-25		55	60	30-40-60	



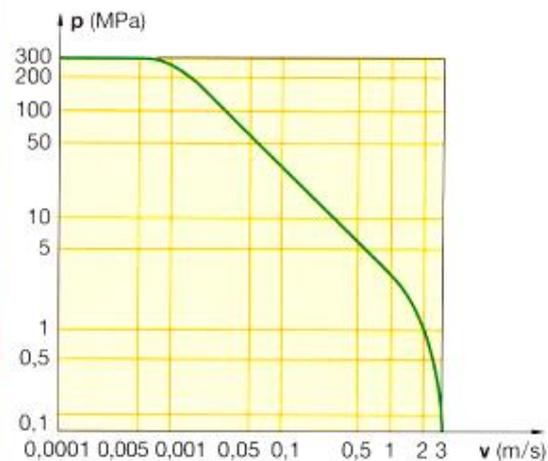
#### Coussinets à collerette PTFE

d	D	D <sub>1</sub>	e	L	d	D	D <sub>1</sub>	e	L
6	8	12	1	4-8	16	18	24	1	12-17
8	10	15	1	5,5-7,5-9,5	18	20	26	1	12-17-22
10	12	18	1	7-9-12-17	20	23	30	1,5	11,5-15-16,5-21,5
12	14	20	1	7-9-12-15-17	25	28	35	1,5	11,5-16,5-21,5
14	16	22	1	12-17	30	34	42	2	16-26
15	17	23	1	9-12-17	35	39	47	2	16-26

Arbre	Dureté	HB ≥ 300
	Tolérance	f7
	État de surface	Ra ≤ 0,4

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :  
Coussinet cylindrique composite PTFE, d × D × L ISO 3547

Ces coussinets sont constitués d'un support en tôle d'acier roulée revêtue de cuivre sur laquelle est frittée une couche poreuse de bronze et dans laquelle s'incruste la couche frottante en polytétrafluoréthylène (PTFE). Ces coussinets se fabriquent également en acier inoxydable.  
Facteur de frottement  $\mu = 0,03$  à  $0,25$ . Lubrification non nécessaire. Température d'emploi de  $-200$  °C à  $+250$  °C.  
Vitesse maximale de glissement : 2 m/s.



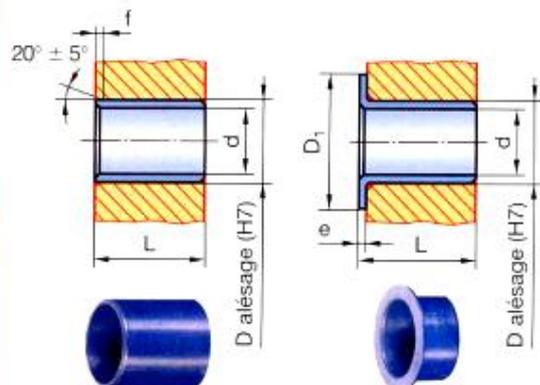
#### Détermination d'un coussinet

La détermination s'effectue à l'aide de l'abaque ci-contre. Le principe de calcul est analogue à celui des coussinets frittés (§ 63.11)

### 63.3 Coussinets en polyamide PTFE

#### Coussinets cylindriques

d	D	L	f	d	D	L	f
8	10	8-10		16	18	15-20	
10	12	10-12-15		20	23	15-20	
12	14	10-12-15	0,8 ± 0,3	25	28	15-20	
14	16	15-20		30	34	20-30	
15	17	15-20		-	-	-	



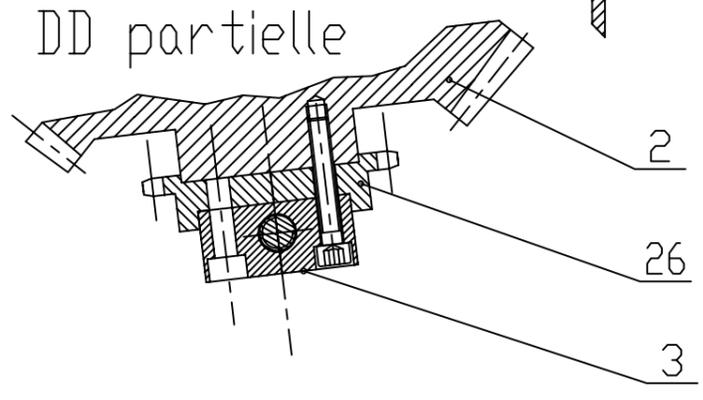
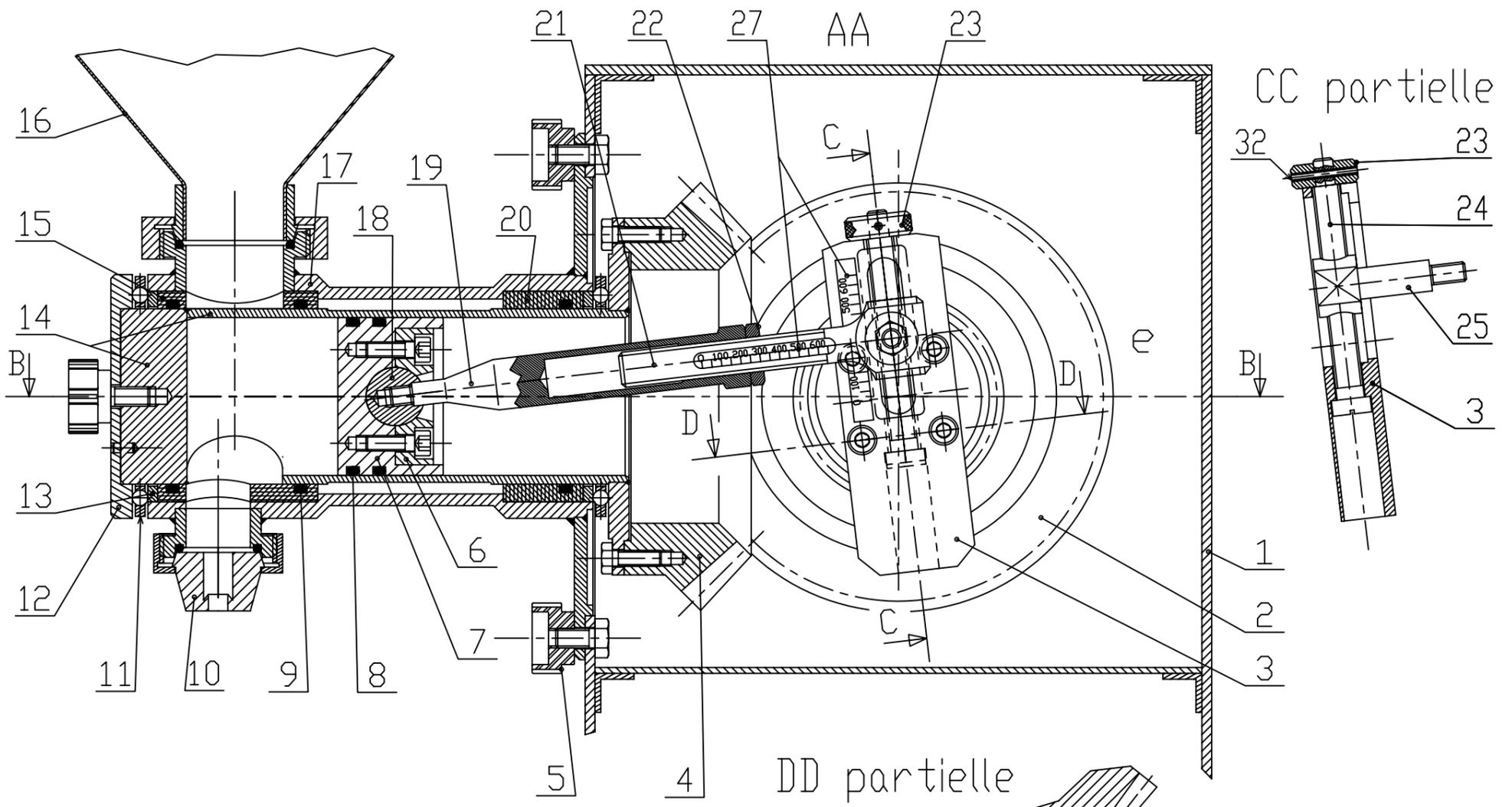
#### Coussinets à collerette PTFE

d	D	D <sub>1</sub>	e	L	d	D	D <sub>1</sub>	e	L
10	12	18	1	7-12	16	18	24	1	17
12	14	20	1	9-12	20	23	30	1,5	11,5-21,5
14	16	22	1	12-17	25	28	35	1,5	11,5-21,5
15	17	23	1	12-17	-	-	-	-	-

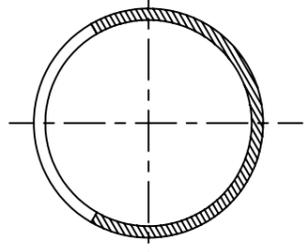
Charge dynamique à  $V < 0,01$  m/s : 40 MPa.  
Vitesse de glissement admissible : 1 m/s.  
Les coussinets en PTFE massif sont relativement économiques. La lubrification n'est pas nécessaire. Ils présentent une très bonne isolation électrique.

Arbre	Dureté	HB ≥ 100
	Tolérance	h8
	État de surface	Ra ≤ 0,8

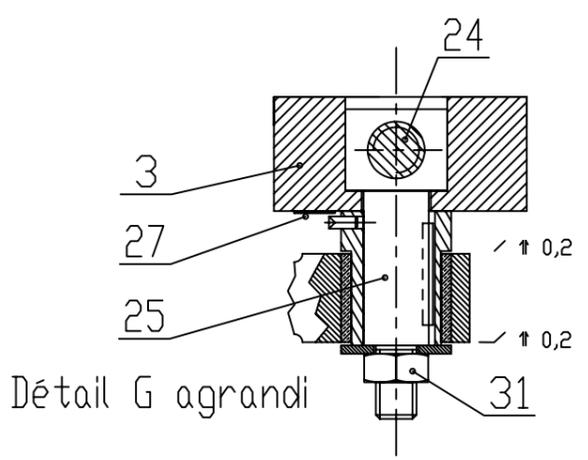
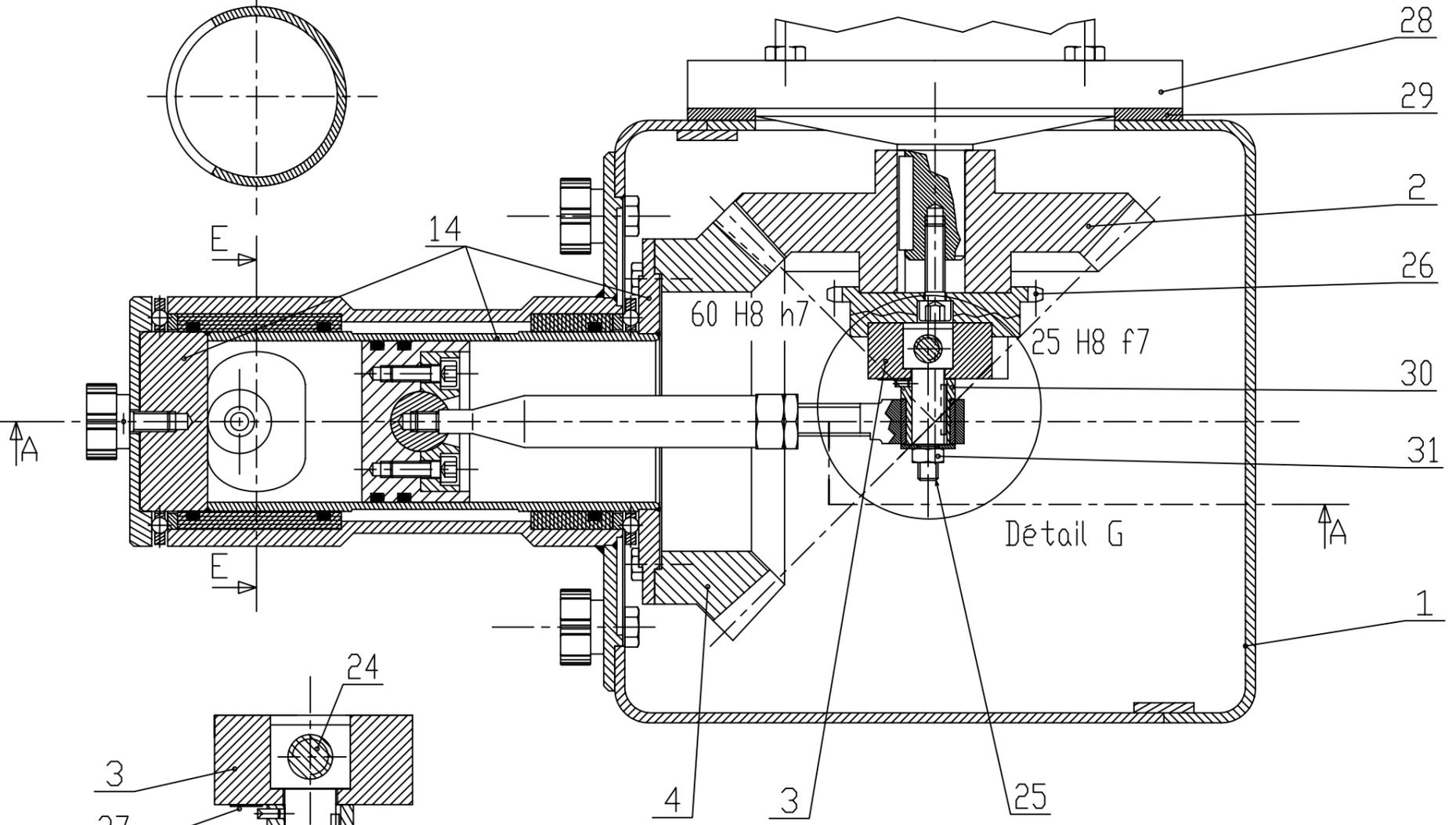
EXEMPLE DE DÉSIGNATION :  
Coussinet cylindrique polyamide PTFE, d × D × L

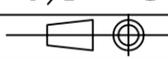


EE de 14



BB



<h1>POMPE DOSEUSE</h1>	Echelle :
	0,5 : 1
Document DT3	 A 2

# POMPE DOSEUSE

## 1. MISE EN SITUATION.

L'appareil représenté sur le document DT3 est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour effectuer le dosage de produits dont la consistance peut varier de l'état liquide (genre "soupes" ) à l'état très pâteux (genre "foies gras"), avec ou sans inclusion de morceaux solides .

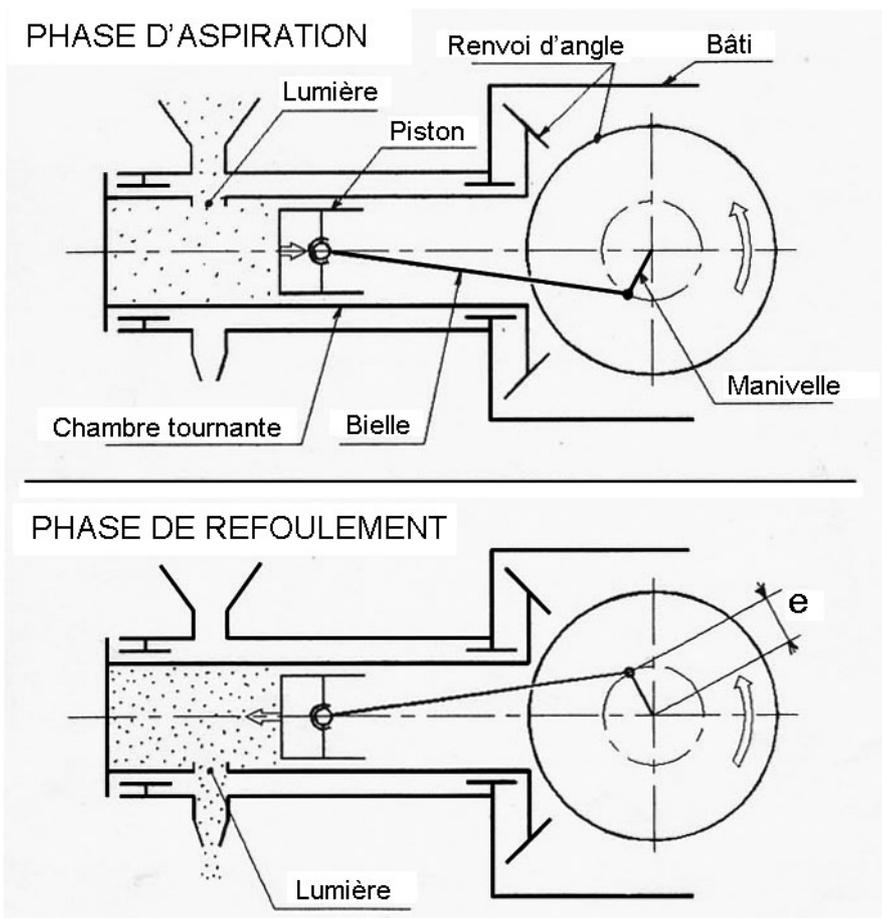
Cet appareil peut être employé :

- soit intégré dans une chaîne complète de conditionnement (lavage puis séchage des récipients, remplissage/dosage des produits, capsulage, étiquetage)
- soit de manière autonome (avec ou sans tapis d'amenée des récipients vides).

Il est entraîné par un groupe de motorisation associant un moteur électrique, un variateur de vitesse à poulies et courroie, et un réducteur.

## 2. FONCTIONNEMENT.

### 2.1. Principe. (Voir schémas ci-dessous)



Le fonctionnement de la pompe est basé sur la combinaison :

- du mouvement de translation alternatif d'un piston (obtenu par un système bielle-manivelle)
- du mouvement de rotation continu d'une chambre tournante (obtenu par un renvoi d'angle à pignons coniques).

Cette chambre comporte une lumière passant successivement devant l'orifice d'aspiration ( lorsque le piston recule ) et de refoulement ( lorsque le piston avance).

## 2.2. Réglage de la dose. (consulter le document DT3)

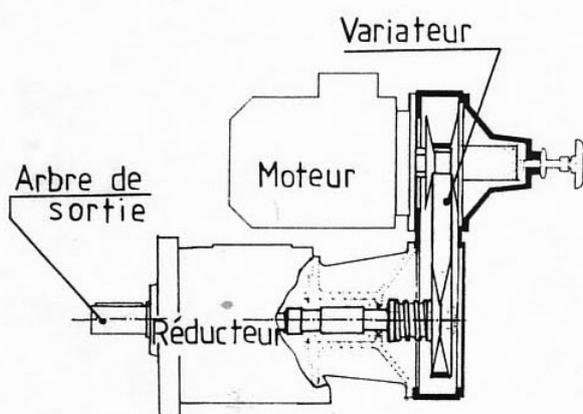
Le volume dosé est réglé en agissant sur l'excentration  $e$  du système bielle-manivelle, au moyen du bouton moleté 23.

Ce bouton commande un système vis 24 / écrou 25, dont le blocage en position après réglage est réalisé par serrage de écrou 31.

## 3. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES.

- Capacité de dosage : de 0 à 600 cm<sup>3</sup>
- Cadence : environ 10 à 60 coups par minute (réglable par l'intermédiaire du variateur)
- Motorisation
  - moteur 220/380 V Tri. (P = 1,1 KW ; N = 1500 tr.min<sup>-1</sup>)
  - variateur taille 25 (plage de variation d'environ 6)
  - réducteur type 20 C, rapport de réduction r = 1/41,17

**M.V.R 2000**



Moteur 1500 Tr.min <sup>-1</sup> P(KW)	Varia- teur taille	réducteur		Vitesse sortie N <sub>s</sub> (tr.min <sup>-1</sup> )		Puissance P <sub>s</sub> (KW)		Couple sortie C <sub>s</sub> (N.m)		Masse totale (kg)	
		type	i	mini	maxi	A N <sub>s</sub> mini	A N <sub>s</sub> maxi	A N <sub>s</sub> mini	A N <sub>s</sub> maxi		
1,1 (kW)	25	20A	1,787	241	1455	0,71	0,98	28	6,4	38	
			2,207	195	1178	0,71	0,98	34,5	7,9		
			2,833	152	918	0,71	0,98	44,5	10,1		
			3,600	119	722	0,55	0,98	44,0	12,9		
			4,470	96	582	0,45	0,98	45,0	16,0		
			5,640	76	461	0,35	0,98	44,5	20,2		
		20B	6,115	70	425	0,70	0,96	94	21,6		45
			7,896	54	329	0,70	0,96	122	28,0		
			9,747	44	267	0,70	0,96	151	34,5		
			12,51	34	208	0,61	0,96	170	44		
			15,90	27	164	0,49	0,96	175	56		
			19,75	22	132	0,41	0,96	179	70		
	20C	24,91	17,3	104	0,33	0,96	182	88	45		
		31,89	13,5	82	0,27	0,95	190	111			
		41,17	10,4	60	0,22	0,95	201	143			
		50,80	8,5	51	0,18	0,95	205	177			
		62,05	6,9	42	0,32	0,95	435	216			
		83,15	5,2	31	0,24	0,95	440	290			
	30C	100,9	4,3	26	0,19	0,95	430	350	57		

Attention : dans la notice ci-dessus du constructeur i = 1/rapport de réduction

Nota : les matériaux font l'objet d'une double désignation (Norme 1995 et ancienne norme).

32	1	Goupille élastique 4 x 35		
31	1	Écrou H M10	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
30	1	Entretoise	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
29	1	Cale de réglage		
28	1	Motovariateur-réducteur SIT	Type MVR 200	
27	2	Règle graduée	A-G 4	Collée
26	1	Pignon d'entraînement du tapis	C 50 (XC 50)	Chromé
25	1	Axe taraudé	X 8 Cr 17 (Z 8 C 17)	
24	1	Vis de réglage	Cu Sn 12 Zn 1 P	
23	1	Bouton moleté	X 8 Cr 17 (Z 8 C 17)	
22	1	Écrou H M 16	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
21	1	Bielle mâle	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
20	1	Palier arrière	PA 11	
19	1	Bielle femelle	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
18	1	Rotule	X 8 Cr 17 (Z 8 C 17)	
17	1	Corps	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
16	1	Trémie		
15	1	Palier avant	PA 11	
14	1	Chambre tournante	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
13	2	Rondelle de réglage		
12	1	Chapeau	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
11	2	Butée à billes		
10	1	Bec de dosage	X 2 Cr Ni 18-10 (Z 2 CN 18-10)	
9	3	Joint torique 91,4 x 5,3	Silicone	
8	2	Joint torique 69,2 x 5,3	Silicone	
7	1	Piston	Téflon	
6	1	Bride	Ertalon	
5	7	Écrou moleté M10		Norelem
4	1	Pignon récepteur (Z=35 , m=6)	Ertalon	
3	1	Manivelle	X 8 Cr 17 (Z 8 C 17)	
2	1	Pignon moteur (Z=35 , m=6)	C 35 (XC 35)	Nickelé
1	1	Bâti		
Rep.	Nbre	Désignation	Matière	Observation
<b>POMPE DOSEUSE</b>				Nomenclature partielle